

Учредитель журнала:
ООО Рекламно-издательская
фирма «Стройматериалы»

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

Главный редактор
ЮМАШЕВА Е.И.

Редакционный совет:
РЕСИН В.И.
(председатель)

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

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

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

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

Перепечатка
и воспроизведение статей,
рекламных
и иллюстративных материалов
возможны лишь с письменного
разрешения главного редактора
Редакция не несет ответственности
за содержание рекламы и объявлений

Адрес редакции:

Россия, 127434, Москва,
Дмитровское ш., д. 9, корп. 3

Тел./факс: (495) 976-22-08
(495) 976-20-36

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

Материалы для дорожного строительства

О.Е. ХАРОВ, Н.С. ЛЕВКОВА

Нерудные материалы для дорожного строительства4

Дорожное строительство – один из основных потребителей нерудных строительных материалов. Повышение требований к ним приводит к истощению минерально-сырьевой базы России из-за значительного роста объемов отходов (отсевов дробления). Разработан проект ГОСТа на эти материалы, который позволит комплексно использовать сырье, расширить ассортимент выпускаемой продукции, сократить объемы образования техногенных месторождений, удешевить стоимость строительства дорог.

Дорогам России специальные высококачественные материалы

(Информация о научно-технической конференции
«ДОР-СМ: материалы для дорожного строительства»)6

В.М. ГОРИН, С.А. ТОКАРЕВА, М.К. КАБАНОВА

Высокопрочный керамзит и керамдор для несущих конструкций и дорожного строительства9

Показан опыт применения высокопрочного керамзита и преимущества легких конструкционных бетонов на его основе, обладающих высокими эксплуатационными качествами: повышенной морозостойкостью, трещиностойкостью, пониженной теплопроводностью. Представлены результаты разработок по получению на основе керамзитовой технологии керамдора – заполнителя, специально предназначенного для использования в дорожном строительстве, в аэродромных покрытиях, при строительстве мостов и других конструкциях для сложных условий эксплуатации.

А.Е. АКИМОВ, В.В. ЯДЫКИНА, А.М. ГРИДЧИН

Применение токов СВЧ для повышения характеристик дорожных битумов ... 12

Рассмотрен способ повышения качества битума воздействием токов СВЧ, как альтернатива введению добавок ПАВ. Проведены исследования адгезионных характеристик битума после СВЧ обработки, а также исследование состава битума различными методами. Показано изменение свойств и химического состава битума после активации СВЧ-полем, отмечено улучшение взаимодействия активированного битума с различными минеральными материалами.

Оборудование и технологии

И.В. ЮДИН, В.Н. ЯРМАКОВСКИЙ

Инновационные технологии в индустриальном домостроении с использованием конструкционных легких бетонов15

На примере Новочебоксарского ДСК представлены результаты использования сборно-монолитных каркасов новых конструкционно-технологических систем в современном индустриальном домостроении. Основные элементы этих каркасов производятся на длинных стендах методом безопалубочного формования. Показана эффективность замены тяжелого бетона в этих системах на конструкционные легкие бетоны.

Г.И. ГАЗАЛЕЕВА, С.П. ИВАНОВА

Новые дробильно-сортировочные комплексы МК Уралмаш для получения щебня I группы фракции 25–60 мм18

Приведены данные по технологии и оборудованию дробильно-сортировочных комплексов МК Уралмаш, предназначенных для получения щебня фракций 25–60 мм и 5–20 мм с содержанием зерен пластинчатой и игловатой формы 8–15%. Достижение такой формы зерна обеспечивается работой новых конусных дробилок ККД-500/60 и КМД-1750Т7-Д «в стесненных условиях» с регулировкой количества подаваемого в дробилку исходного материала автоматизированной системой. Показана технологическая схема и даны технико-экономические показатели внедрения предлагаемого комплекса применительно к Орскому щебеночному заводу, входящему в ОАО «Первая нерудная компания».

В.Г. КУЗНЕЦОВ, Т.Н. НОВИКОВА, И.П. КУЗНЕЦОВ

Повышение эффективности использования технологического оборудования при транспортировании и перегрузке увлажненного железорудного концентрата и офлюсованных сырых окатышей 23

Установлено, что при транспортировании и перегрузке увлажненных липких материалов пропускная способность приемных частей бункеров и перегрузочных устройств снижается до 60% и более. Для эффективного применения полимерных противоналипающих футеровочных пластин Астиков по специальной методике подбирается полимерное сырье, рассчитывается оптимальная толщина пластины. На примере ОАО «Михайловский ГОК» показана эффективность их использования.

Отрасль в современных экономических условиях

Д.В. БАРЗИЛОВИЧ, В.Г. ТАРАСЮК, Л.А. ШЕЙНИЧ

Особенности развития строительной нормативной базы Украины 24

Рассмотрены основные положения принятого в 2009 г. на Украине закона «О строительных нормах». Закон введен для обеспечения безопасности эксплуатации зданий и сооружений. Этот закон определяет правовые и организационные нормы разработки, согласования, утверждения, регистрации и применения строительных норм. В соответствии с этим законом строительные нормы являются подзаконным нормативным актом технического порядка, который содержит обязательные требования для выполнения в сфере строительства, градостроения и архитектуры.

Один в поле не воин: необходимость объединения отрасли назрела

(Информация о встрече руководителей отраслевых объединений промышленности строительных материалов России) ... 26

М.С. ПЕРОВА, Ю.Н. ХАКИМУЛЛИН

Анализ рынка эластомерных композиций для герметизации стеклопакетов 28

Проведен анализ современных герметизирующих композиций, используемых при монтаже стеклопакетов. Представлены их основные достоинства и недостатки. Показано, что для герметизации первого контура более эффективны неотверждаемые герметики на основе бутилкаучука, а для второго контура предпочтительнее тиоколовые герметики.

Керамические строительные материалы

С.И. КОЧЕТКОВ, В.П. СНИСАРЬ, Б.М. ДАЦЕНКО

Оценка долговечности керамического кирпича 34

Установлена возможность прогнозирования долговечности керамического кирпича на основе методов неразрушающего контроля путем изучения его акустических свойств. В ходе работы измерялись скорости распространения ультразвуковых колебаний (УЗК) в керамическом материале в трех взаимно перпендикулярных направлениях. Работа выполнялась в лаборатории петрофизики УкрНИГРИ.

Калининградской области необходимо развитие современных технологий строительства (Информация) 37

В.Ю. МЕЛЕШКО, Л.Н. МАХЛЕНКОВА

Использование белорусских месторождений небогатенных каолинов в производстве керамических изделий 41

Приведены результаты исследований первичных каолинов белорусских месторождений Дедовка Житковичского р-на Гомельской обл. и Ситница Лунинецкого р-на Брестской обл., на основании которых установлена возможность их использования в производстве керамических изделий: плитки керамической для внутренней облицовки стен (полов) и алюмосиликатного огнеупора.

Бетоны: наука и практика

Г.В. НЕСВЕТАЕВ, А.Н. ДАВИДЮК

Влияние некоторых гиперпластификаторов на пористость, влажностные деформации и морозостойкость цементного камня 44

Рассмотрено влияние некоторых гиперпластификаторов (ГП) на общую пористость, деформации усадки и набухания, морозостойкость цементного камня. Изменение прочности цементного камня с ГП не всегда соответствует изменению общей пористости. Удельные деформации усадки и набухания цементного камня с ГП выше показателей бездобавочного эталона. Удельные деформации усадки в 2–3 раза превышают удельные деформации набухания. ГП оказывает существенное влияние на формирование контракционной пористости и морозостойкость.

И.С. СЕМЕРИКОВ, А.А. ВИШНЕВСКИЙ, А.А. ЗАПОЛЬСКАЯ

Сравнительная оценка новых газообразователей для производства автоклавного газобетона 47

Проведен сравнительный анализ характеристик современных эффективных газообразователей – алюминиевых паст с традиционным газообразователем – алюминиевой пудрой. Приведены затраты на различные газообразователи при производстве газобетона.

В.В. ПУШКИНА

Пенобетон на гипсоглиноземистом расширяющемся цементе50

Приводятся результаты экспериментальных исследований при изучении теплофизических свойств пенобетонных неавтоклавного твердения с использованием в качестве вяжущего вещества – гипсоглиноземистого цемента.

Результаты научных исследований

А.И. КУДЯКОВ, С.А. БЕЛЫХ, А.М. ДАМИНОВА

Смеси сухие растворные цементные с микрогранулированной воздухововлекающей добавкой52

Представлены результаты оценки свойств строительных растворов из сухих цементных смесей, содержащих гранулированную воздухововлекающую добавку из продуктов сульфатно-целлюлозного производства.

А.К. ГОНЧАРОВ

Свойства пористых проницаемых материалов и уравнение фильтрации воздуха в пористых телах54

Рассматриваются свойства проницаемых для воздуха строительных материалов: открытая и закрытая поверхностная и объемная пористость, а также установившееся движение воздуха через пористое тело, которое происходит вдоль внутренней поверхности скелета материала. При составлении математического уравнения фильтрации воздуха использованы упрощения, предложенные А.В. Лыковым. Получено новое уравнение, связывающее поток воздуха сквозь пористое тело с величиной внутренней удельной поверхности, которая играет большую роль в физико-технических и механических свойствах строительных материалов таких, как деформации усадки и набухания.

В.В. БАБКОВ, А.В. МОХОВ, А.И. ГАБИТОВ, А.Е. ЧУЙКИН

Цикличность высолообразования на поверхности наружных стен зданий из штучных материалов56

Обоснована повторяемость (цикличность) высолообразования на поверхности наружных стен зданий из штучных материалов. Приведены расчеты объемных изменений твердофазных продуктов в реакциях гидратации и карбонизации щелочей, протекающих при высолообразовании.

Т.Н. КУХТА

Повышение долговечности полимерного покрытия асбестоцементных листов при использовании гидрофобизатора58

Показано, что предварительная обработка асбестоцементных листовых материалов водной эмульсией силан/силоксанов способствует повышению качества и долговечности окрашивания порошковыми полимерными красками.

В.А. ЦЕПАЕВ, М.В. КОЛОБОВ

Изменчивость геометрических параметров пиломатериалов61

Приведены результаты статистической обработки измерений линейных размеров обрезных сосновых досок. Установлен нормальный закон распределения геометрических параметров исследуемых пиломатериалов и определены основные статистические показатели их эмпирических распределений.

А.М. ИБРАГИМОВ, А.А. ТИТУНИН

Применение математической теории теплопроводности для проектирования ограждающих конструкций из клееного бруса64

Представлена математическая модель, отражающая зависимость коэффициента теплопроводности клееного бруса от сучковатости ламелей. Предложены рекомендации по снижению расходов на отопление дома из клееного бруса, спроектированного с учетом обоснованного коэффициента теплопроводности.

А.С. БОЧАРНИКОВ, М.А. ГОНЧАРОВА, А.В. ГЛАЗУНОВ

Герметики на эпоксидной основе с ферромагнитным наполнителем66

Приведены сведения о составах и свойствах герметизирующих материалов на эпоксидной основе с наполнителем из конвертерного шлака и продуктов обработки металлов абразивными материалами, изготовленных под воздействием внешнего локального магнитного поля. Разработанные составы предназначены для герметизации трещин в ограждающих конструкциях сооружений на поверхности металл-бетон.

Г.А. ЛАВРУШИН, А.А. ПОПОВ, Л.А. СЕРЕБРЯКОВА, Е.Г. ЛАВРУШИНА

Закономерности накопления повреждений в иглопробивных нетканых материалах68

Приводится математическое моделирование процессов накопления повреждений в иглопробивных нетканых материалах из вторичного сырья для случаев длительного нагружения.

Новости70

О.Е. ХАРО, Н.С. ЛЕВКОВА, кандидаты техн. наук,
ФГУП «ВНИПИИСтромсырье» (Москва)

Нерудные материалы для дорожного строительства

Планы дорожного строительства в цифрах, указывающие масштаб развития дорожной сети, определили и повышенный интерес нерудников к основному потребителю.

Ранее соотношение между дорожным и гражданским строительством определялось 40:60 или, по данным некоторых экспертов, даже 70:30, вероятно, в зависимости от регионов. В 2008 г., по данным Госкомстата, было произведено 428 млн м³ щебня, следовательно, дороги «съели» около 250 млн м³ нерудных строительных материалов (НСМ), включая около 25 млн м³, потребляемых при строительстве железных дорог. Нерудные материалы из природного камня, к которым относятся щебень из различных видов горных пород, песок природный, песок из отсевов дробления, песок дробленый, щебеночно-гравийно-песчаные смеси, минеральный порошок, широко используются в конструкциях дорожных одежд (в цементобетонных и асфальтобетонных покрытиях) и основаниях автомобильных дорог и аэродромов, при устройстве насыпей и откосов.

Большое внимание при производстве щебня для строительства дорог I и II категорий и изготовления асфальтобетона и цементобетона уделяется выбору исходной горной породы. Проведенные исследования определили целесообразность применения для этих целей габброидных пород (габбро-диабазов, габбро-норитов, габбро-диоритов и др.). Щебень этих пород обладает высокой прочностью (1200–1400 МПа) и морозостойкостью (F300, F200), низкими показателями истираемости (И1), шероховатой поверхностью, определяющей отличное сцепление с вяжущими и битумом, а при поверхностной обработке дорог улучшающей сцепление колес с покрытием. Поэтому антигололедные посыпки (фрикционные минеральные материалы) целесообразно производить из этих видов пород. Месторождения прочных изверженных пород распространены крайне неравномерно. При этом некоторые из них имеют небольшой объем запасов. К наиболее распространенным высокопрочным изверженным породам относятся граниты, гранито-гнейсы и т. п. породы. Наиболее богаты месторождениями прочных изверженных пород Республика Карелия, Ленинградская, Свердловская и Челябинская области. Фактически перечисленные материалы являются дальнепривозными и дорогостоящими, в том числе из-за постоянно растущих тарифов железнодорожных перевозок. В зависимости от удаленности предприятий величина тарифа составляет в среднем 73% от цены продукции, по данным обследования в 2007 г. 8 крупных предприятий, эксплуатирующих месторождения высокопрочных изверженных пород, и ежегодно повышается. Удорожание продукции не стимулирует снижения цены у производителей, так как тариф растет и сегодня, во время кризиса «съедая» возможности предприятий к увеличению объема поставок, не говоря уже о растущих тарифах энергетиков, нефтяников и других монополистов.

К 2010 г. планировалось строительство дорог с объемом поставок 455,6 млн м³ НСМ. И хотя многие проек-

ты заморожены, Московская область сохраняет темпы подготовки к строительству Центральной кольцевой автомобильной дороги (ЦКАД) Московской области с целью открытия движения в 2015 г. По планам строительства порядка 500 км и реконструкции около 700 км дорог в Московской области понадобится почти 50 млн м³ НСМ, не считая верхнего слоя асфальтобетонного покрытия, для производства которого понадобится не менее 10 млн м³ щебня. Эти ориентировочные расчеты дают представление об объемах необходимых поставок НСМ для современного дорожного строительства.

Для сохранения минерально-сырьевой базы РФ необходимо максимально использовать НСМ, получаемые из текущих отсевов производства щебня, отвалов и техногенных месторождений. Эти материалы, прошедшие все стадии измельчения, при расसेве могут дать до 15% щебня фракций 5–10 мм и 10–15 мм, стандартные фракции дробленого песка (наиболее востребованной фракции 2,5–5 мм и отсева дробления от 0,071 до 5 мм в заданной пропорции), а также минеральный порошок, получаемый измельчением отсевов дробления щебня из карбонатных и изверженных пород или из аспирационных систем.

Отметим также, что дорожники предпочитают для дорог I и II категорий не смеси фракций, а узкофракционированные материалы 5–10 мм, 10–15 мм и 15–20 мм, а также песчаные фракции 2,5(2)–5 мм, необходимые для верхних слоев покрытия асфальтобетона, а также для производства фрикционных минеральных материалов, используемых в качестве противогололедных. Кроме стандартных фракций щебня из изверженных горных пород для дорожного строительства специалисты ОАО «СоюздорНИИ» считают целесообразным для асфальтобетона выпуск щебня более узких фракций 5–7,5 мм и 7,5–10 мм, с формой зерен I и II групп.

Дорожники постоянно повышают требования к используемым нерудным строительным материалам, в том числе к прочности, морозостойкости, долговечности исходных горных пород, зерновому составу, форме зерен, соотношению компонентов в смесях и т. д. Несомненно, эти требования обоснованы при строительстве федеральных и муниципальных главных дорог. По данным Росавтодора на 01.01.2005 г., протяженность сети автомобильных дорог общего пользования России составила 600,6 тыс. км, из которых на федеральные дороги пришлось 47,1 тыс. км, на территориальные — 553,5 тыс. км, то есть протяженность федеральных дорог составляет 5,4% от общей протяженности сети, но на них приходится 45–50% всех грузоперевозок автомобильным транспортом.

В то же время большинство предприятий нерудной промышленности переходит на выпуск продукции, необходимой для строительства дорог I и II категорий. Эта продукция более дорогая, так как требует дополнительных стадий переработки, более затратна и, кроме того, ведет к большим потерям минерального сырья. Только получение щебня 1-й и 2-й групп по содержанию зерен пластинчатой и игловатой форм увеличивает объем от-

ходов (отсевов дробления) в 1,5–2 раза. Развитие новых технологий, например на основе использования повышенного содержания щебня, отсева дробления и минерального порошка (щебеночно-мастичная смесь), позволяет удешевить и улучшить дорожные сети. К сожалению, расчет экономической целесообразности выполнения этих жестких требований для дорог различных категорий в масштабах всей страны не производился. Однако очевидно, что покупка основного дальнепривозного материала (НСМ) становится для многих неподъемной. Факты сокращения количества ведомственных и частных дорог наблюдались уже в 2006 г. из-за нехватки средств у владельцев. Вследствие этого страна остается без ранее действующих дорог. Эти тенденции проявляются при кризисе еще острее.

Эти данные свидетельствуют о том, что экономика России будет подорвана кризисом еще в большей степени, если намеченная подпрограмма «Автомобильные дороги» не будет обеспечена финансированием. А уже сегодня известно, что заморожено строительство большого количества автомобильных дорог общего пользования и частных из-за отсутствия бюджетных денег и инвесторов.

Число предприятий НСМ различной мощности до кризиса составляло около 10 тыс. Открывались в предкризисный период новые карьеры, что связано не только с ростом объемов дорожного и других видов строительства, но и с истощением минерально-сырьевой базы. По данным М.И. Лопатникова, более 52% разведанных месторождений изверженных и прочных метаморфических пород Европейской части России и Урала являются малыми и очень малыми (менее 5 млн м³) и «не могут рассматриваться в качестве сырьевой базы крупных предприятий, вывозящих значительные объемы продукции за пределы региона».

Одно из перспективных направлений расширения минерально-сырьевой базы — использование отходов строительства, а именно щебня из бетона сносимых зданий и сооружений. Многие развитые страны активно применяют их в дорожном строительстве. По мнению немецких специалистов, конструкция дорожной одежды, выполняемая из этих материалов, должна быть толщиной не менее 1 м. Экономически целесообразно применять вторичные ресурсы для дорог более низких категорий.

ФГУП «ВНИПИИстромсырье» провел комплексные исследования качества щебня, песка и пылевидной составляющей из строительных конструкций и изделий разрушаемых пятиэтажек и по заказу Мосстройкомитета совместно с СоюздорНИИ разработали нормативные документы ТУ «Смесь щебеночно-песчаная из отходов переработки бетонных и железобетонных изделий и конструкций для устройства оснований автомобильных внутриквартальных дорог и тротуаров города Зеленограда». На основании требований ТУ было дано разрешение на пересмотр проекта дорожной одежды с включением в него вторичных материалов. Совместно с фирмой «Дорога» было проведено обследование участка длиной 500 м с покрытием песчано-щебеночной смесью. Состояние дороги после года эксплуатации свидетельствовало о целесообразности применения указанных нерудных материалов из бетонного лома для устройства щебеночных оснований подъездных и малонапряженных дорог. Дорожное строительство является не только самой материалоемкой областью использования вторичных заполнителей, но и одной из наиболее экономически выгодных для их применения.

Ключевые слова: нерудные материалы, дорожное строительство, щебень, асфальтобетон.



**8–10
сентября
2010 г.
Казань**

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

Телефоны:
(495) 557-30-11

E-mail: gips@rescom.ru

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

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

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

Тематика конференции:

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

В рамках конференции состоится:

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

Генеральный информационный спонсор: журнал СТРОИТЕЛЬНЫЕ
МАТЕРИАЛЫ



ДОРОГАМ РОССИИ -



СПЕЦИАЛЬНЫЕ ВЫСОКОКАЧЕСТВЕННЫЕ МАТЕРИАЛЫ

8 декабря 2009 г. в Москве состоялась научно-техническая конференция «ДОР-СМ: материалы для дорожного строительства». Ее организовала редакция журнала «Строительные материалы»® при поддержке Федерального дорожного агентства РОСАВТОДОР. Спонсором мероприятия выступило ООО «Дортрансстрой» (Уфа).



Попов В.А., начальник управления научно-технических исследований «РОСАВТОДОР» (Москва)

Несмотря на финансово-экономический кризис и приближающиеся новогодние праздники, в конференции приняли участие более 50 руководителей и специалистов предприятий по производству материалов для дорожного строительства, ведущих отраслевых научно-исследовательских институтов, представителей машиностроительных и инжиниринговых компаний из Москвы, Санкт-Петербурга, Воронежа, Липецка, Сочи, Саратова, Калуги, Самары, Московской, Тульской, Калужской, Белгородской областей, Чеченской Республики и Республики Бурятия. Было заслушано 23 доклада, из которых более половины были непосредственно посвящены вопросам материальной базы дорожного строительства.

В выступлении начальника управления научно-технических исследований Федерального дорожного агентства «РОСАВТОДОР» **В.А. Попова** было отмечено, что в настоящее время строительство дорог в России ведется ускоренными темпами. Стремительно увеличивается транспортный поток, возрастает осевая нагрузка на полотно. При этом на рынок выходят все новые производители материалов. В этой ситуации для специалистов отрасли чрезвычайно актуально обсуждать технические новинки и опыт их применения при личных встречах, обмениваться мнениями по различным отраслевым вопросам.

Одной из самых острых проблем отрасли является состояние нормативной базы в области дорожных материалов. Она сильно устарела и нуждается в обновлении и расширении. В.А. Попов отметил, что ни в одной стране мира специалисты не удовлетворены уровнем действующей в этом государстве нормативной документации. Это обуславливается тем, что подготовленные документы должны пройти ряд процедур – согласование, утверждение и т. д., которые занимают достаточно длительное время. Параллельно ведутся новые разработки, которые необходимо было бы учесть в этих нормативных документах.

Владимир Аркадьевич привел пример, показывающий, что отсутствие единой нормативной документации на материалы для дорожного строительства приводит к применению нескольких методик испытаний, разрабатываемых разными производителями однородных материалов. В результате получается, что один и тот же материал разных производителей формально может обладать совершенно разными свойствами.

Единый документ существует только для покрытий аэродромов. Когда была сделана попытка внедрить его и в дорожное строительство, то выяснилось, что предлагаемые методы испытания возможно проводить максимум в двух точках России.

С теми же самыми проблемами сталкиваются производители геосинтетических материалов. В настоящее время в «РОСАВТОДОР» ведется работа по трем темам: классификация геосинтетиков, требования к ним и методы испытания. Рабочие встречи со специалистами выявили ряд диаметрально противоположных точек зрения, так что работа предстоит не простая.

Еще одной острой проблемой в нашей стране является ремонт асфальто-бетонных покрытий. Ремонтный материал должен обладать свойствами, близкими к ремонтируемому основанию: определенной адгезионной прочностью, паро- и водопроницаемостью. Однако единых аргументированных требований к ремонтным материалам в настоящее время не сформулировано. Специалистами «РОСАВТОДОР» ведется работа в этом направлении. Однако результатом такой работы могут стать документы только рекомендательного характера.

ФЗ «О техническом регулировании» дает право разрабатывать стандарты организации, которые обязательны к исполнению лишь для ее членов. Для остальных участников рынка они носят рекомендательный характер. Только в том случае, если заказчик внесет какой-либо стандарт организации в техническое задание на проведение работ, его требования будут обязательны к исполнению.

Владимир Аркадьевич также рассказал о деятельности «РОСАВТОДОРА» в области научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ (НИОКР). В частности, в 2009 г. запланированы работы на 2010, 2011, 2012 гг. Бюджетное финансирование составляет 266 млн р. ежегодно. Отмечено, что из года в год в этот план



Подрез Г.А., начальник отдела дорожных сооружений и транспортной безопасности ФГУ «Управление федеральных автомобильных дорог на территории Республики Бурятия Федерального дорожного агентства» (Улан-Удэ)



Артамонов А.В., заместитель генерального директора ООО «Фельс Известь» (Калужская область)

попадают практически одни и те же организации. В.А. Попов пригласил участников конференции принять активное участие в НИОКР «РОСАВТОДОР».

Ряд докладов был посвящен нерудным заполнителям для дорожного строительства. Председатель секции «нерудные строительные материалы» РНТО строителей, канд. техн. наук **Г.Р. Буткевич** вновь поднял вопрос об экономической и технической целесообразности массового и повсеместного использования щебня из изверженных пород. Он обратил особое внимание участников конференции на то, что в 32 из 46 субъектов РФ, находящихся на территории европейской части России, месторождения изверженных пород отсутствуют. При этом часть дальнепривозного щебня может быть успешно заменена высокопрочным щебнем из валунов местных песчано-гравийных месторождений.

Эту тему развил **М.И. Лопатников**, канд. геогр. наук, ведущий научный сотрудник ВНИПИИстромсырье. Он отметил, что до недавнего времени применению щебня из валунов препятствовала существовавшая в ГОСТ 8267–93 норма определения марки щебня по прочности. В 2009 г. эта проблема была устранена, в стандарт внесены необходимые изменения. Таким образом, расширение области применения щебня из валунов должно стать стимулом для организации его производства, что позволит более рационально использовать природные ресурсы.

Зав. отделом исследования нерудных строительных материалов и стандартизации ВНИПИИстромсырье канд. техн. наук **Н.С. Левкова** отметила, что дополнительным источником нерудных материалов для дорожного строительства могут быть отсевы дробления плотных горных пород. Из них можно получать мелкий щебень, песок, минеральный порошок и др.

Применению гидратной извести в асфальтобетонных смесях был посвящен доклад заместителя генерального директора ООО «Фельс Извесь» **А.В. Артамонова**.

Главный инженер ООО «Аgrimэкс» **А.А. Ронов** представил новую добавку «Зайкосойл». Она является продуктом нанотехнологии, что в настоящее время очень модно и концептуально. «Зайкосойл» существенно повышает адгезию битума к каменному материалу и водостойкость при длительном водонасыщении, повышенной температуре, уменьшает образование колеи дорожнего покрытия. «Зайкосойл» может быть использован в качестве адгезионной добавки при использовании гравия.

Большой интерес производителей вызвали доклады, посвященные технологическому оборудованию. Технический директор компании «Техприбор» **М.В. Векслер** представил ударно-шаровые мельницы для переработки нерудных материалов. Доклад руководителя отдела горной техники ООО «Бобкэт Центр» **Я.И. Красова** был посвящен мобильному заводу Macs Plant по производству нерудных строительных материалов. Для его развертывания необходима площадь примерно 139×128 м. Инновационная схема компоновки элементов позволяет создавать множество конфигураций и получать различные продукты. Завод оснащен сверхмощной щековой дробилкой JS 3054 (1372×762 мм) компании Cedarapids, конусной дробилкой MVP450, трехдековым грохотом EJay, имеет свой электрогенератор.

Важную проблему переработки старого асфальтобетона затронул генеральный директор ОАО АБЗ-4 «Капотня» **А.П. Лупанов**. Предложенный способ включает двухстадийное дробление асфальтобетона. Первая ступень – дробление и рассев на фракции 5–20 мм и 0–5 мм. Вторая ступень – измельчение фракции 0–5 мм в опытно-промышленной установке с электромагнитным приводом, где в качестве мелющих тел используются сферические магниты размером 10–15 мм. Критерием эффективности измельчения является показатель скорости измельчения. Наиболее эффективное измельчение происходит в течение первых 5–10 мин.

Использование в качестве добавки в асфальтобетонные смеси полученного гранулята, пластификатора и ПАВ в количестве 10–20% позволяет обеспечить свойства материала, сопоставимые со свойствами асфальтобетонных на новых материалах, а также экономит примерно 120 р. на 1 т продукции.



Кочетков А.В., д-р техн. наук, ООО «Зиракс» (Москва), сделал доклад о материалах для устройства покрытий деформационных швов



Смирнов Н.В., директор по науке и технологии ООО НПГ «ИНФОТЕХ» (Москва), представил вязущие и резиноасфальтобетоны марки БИТРЭК



Морозов Н.М., КазГАСУ, рассказал о научных разработках в области высокопрочных цементных бетонов для дорожных покрытий, сделанных на кафедре строительных материалов, изделий и конструкций (зав. кафедрой В.Г. Хозин)



Вопросы к докладчику: Лупанов А.П., генеральный директор ОАО АБЗ-4 «Капотня» (Москва)



Сотрудники ВНИПИИстромсырье среди участников конференции



Антоновский Д.М., представительство фирмы HUESKER Synthetic GmbH, предложил методику расчета долговременной прочности геосинтетических материалов



Корочкин А.В., канд. техн. наук, главный инженер филиала «Автодорпроект» ГУП МО «МОДЦ», рассмотрел различные цементно-бетонные конструкции дорожных покрытий



Активный участник дискуссий Шашков И. Г., Военный авиационный инженерный университет (Воронеж)



Ведущий научный сотрудник НИИЖБ, канд. техн. наук Яacobсон М.Я. и заведующий сектором дорожного строительства ГУП «НИИМосстрой», д-р техн. наук Руденский А.В.

Начальник отдела дорожных сооружений и транспортной безопасности ФГУ Упрдор «Южный Байкал» **Г.А. Подрез** рассказала об особенностях проведения ремонтных работ на дорогах Республики Бурятия. Из-за резко-континентального климата обычная технология заделывания трещин не эффективна и приводит к большим материальным затратам, так как возникает необходимость ежегодного ремонта одних и тех же участков дороги.

В течение нескольких лет ремонт дорожных покрытий ведется путем устройства поверхностной обработки. Сначала проводили обработку на битумах, затем на эмульсиях. В 2009 г. была применена новая технология с устройством поверхностной обработки с добавлением стекловолокна. Для этого используется оборудование, аналогичное «Чипсиллер» (Франция), с устройством для резки стекловолокна на фрагменты 10–12 см и его распределения, а также синхронным распределением вяжущего и щебня. В резательную машину заправляются катушки стекловолокна массой примерно по 17 кг, длина нити 8600 м.

На первом этапе производится разлив вяжущего, затем тонким слоем рассыпается беспорядочно ориентированное стекловолокно, после чего производится второй разлив вяжущего и рассыпание щебня.

При соединении битумного вяжущего со стекловолокном образуется композит, который хорошо работает как на сжатие, так и на растяжение. Применение армированного вяжущего позволяет сдерживать «отражение» старых трещин. Стоимость 1 м² обработки со стекловолокном составляет 130 р.

На конференции также были представлены различные материалы для устройства и ремонта дорог, методики прогнозирования долговечности, как отдельных материалов, так и всей дорожной конструкции. Ряд докладов вызвал оживленные дискуссии.

В перерывах между заседаниями специалисты живо обсуждали состояние дорожной отрасли в целом и соответствие ее материальной базы текущим и перспективным потребностям. Традиционно на мероприятиях, проводимых журналом «Строительные материалы»[®], встречаются производственники, ученые, производители оборудования, представители органов исполнительной власти. Издание специального номера журнала «Строительные материалы»[®] в качестве сборника пленарных докладов позволяет существенно расширить круг специалистов, вовлеченных в обсуждение и решение поднятых вопросов.

По мнению участников конференции встречи в таком формате весьма продуктивны, поэтому должны стать регулярными.

Со своей стороны редакция благодарит коллег за активную работу и приглашает на конференцию «ДОР-СМ-2010».

Т.А. Юмашева, инженер



Зав кафедрой технологии строительства производства Грозненского государственного нефтяного университета Муртазаев С.Ю. и главный редактор журнала «Строительные материалы»[®] Юмашева Е.И.

В.М. ГОРИН, канд. техн. наук, генеральный директор, С.А. ТОКАРЕВА, директор, М.К. КАБАНОВА, канд. техн. наук, вед. науч. сотр., ЗАО «НИИКерамзит» (Самара)

Высокопрочный керамзит и керамдор для несущих конструкций и дорожного строительства

Современный уровень развития автодорожной сети в России не соответствует растущим потребностям государства и заметно отстает от уровня передовых зарубежных стран. Почти треть федеральных автомобильных дорог работает в системе хронической перегрузки. Это не только прямые экономические потери, но и одна из причин высокого уровня аварийности.

На сегодняшний день страна нуждается в сети современных автомагистралей и скоростных дорог, требуется реконструкция 26 тыс. км автомобильных дорог федерального значения.

В федеральной-целевой программе «Развитие транспортной системы в России (2010–2015 гг.)» заложены планы на реконструкцию действующих и строительство новых автодорог, для чего необходимо обеспечить среди прочих факторов применение качественных строительных материалов. Следует отметить, что многие регионы страны не имеют природных каменных материалов либо характеристики их не соответствуют необходимым требованиям.

Чрезвычайно актуальным является получение строительных материалов высокого качества для современного дорожного строительства.

С учетом вышеизложенного закономерным является возрастающий интерес к керамдору (керамзит дорожный – разновидность керамзита, обладает повышенной средней плотностью и высокой прочностью), что также объясняется необходимостью прокладывать дороги к новым месторождениям нефти и газа в целом ряде регионов страны, где отсутствуют месторождения качественных каменных материалов, которые требуются для возведения современных автомобильных дорог.

НИИКерамзит располагает обширным опытом использования технологии керамзитового производства для получения высокопрочного гравия либо щебня [1, 2]. Этот опыт послужил серьезной базой, на основании которой разрабатывалась технология керамдора.

Известно, что конструкционные легкие бетоны дают технико-экономическую эффективность при изготовлении несущих конструкций в жилищном, гражданском, промышленном строительстве, а также в дорожном строительстве и в мостостроении.

Получение высокопрочного заполнителя для конструкционных легких бетонов было важнейшим направлением в работах института НИИКерамзит. На основе высокопрочного керамзита получают легкие высокопрочные бетоны марок М300–400–500. Модернизация технологии производства керамзита позволяет повысить его прочность R_{II} до 10 МПа и получать керамзитобетон марки 600.

В рамках этого направления особое место занимали работы по керамдору. С 1967 г. проводились разработки технологии получения керамдора. Ряд работ выполнялись в содружестве с Союздорнии (Ленинградским филиалом).

Проводилось изучение различных видов сырья, разработка и оптимизация технологических параметров получения керамдора. Было установлено, что на базе технологии керамзитового производства может быть получен материал для дорожного строительства с плотной, спеченной керамической структурой, высокой прочностью и низким водопоглощением. Были разработаны специальные технологические приемы и оборудование для того, чтобы получать керамдор с оптимальными характеристиками.

Проведенные испытания показали, что разработанные материалы соответствуют требованиям, предъявляемым к гравию и щебню для дорожного строительства. Испытания свойств керамдорового гравия проводились по ГОСТ 8269.0–97 «Щебень и гравий из плотных горных пород и отходов промышленного производства для строительных работ. Методы физико-механических испытаний».

Свойства керамдора

| | |
|---|-----------------|
| Плотность зерен, кг/см ³ | 1,8–2,3; |
| Насыпная плотность, кг/м ³ | 850–1300; |
| Водопоглощение, % | 3 (не более 5); |
| Прочность при сжатии в цилиндре, МПа | 6–7 (до 9–10); |
| Дробимость | |
| (потери массы при сжатии в цилиндре), % | не более 10–15; |
| Показатели износостойкости | |
| (истираемость), % | не более 25–30; |
| Марка по морозостойкости | F 100–300; |
| Коэффициент размягчения | 0,9. |

В 1988 г. специализированным проектно-конструкторским бюро (СПКБ) института НИИКерамзит была разработана документация на строительство цеха дорзобного заполнителя в Омской области.

В Омске проводились работы по получению из местных суглинков высокопрочного керамзита (дорзит). Дорзит успешно использовался в асфальтобетонных смесях для дорожных покрытий [3].

Большой эффект дает применение высокопрочного плотного заполнителя типа керамдора при строительстве аэродромных полос, а также дорог в районах со сложными климатическими условиями.

Известен весьма впечатляющий зарубежный опыт по использованию высокопрочного гранулированного керамического материала (аналог тяжелому керамзиту) для строительства дорог, мостов в США, Японии, Норвегии, Германии, Финляндии и других странах [4, 5].

В нашей стране имеется многосторонний опыт применения высокопрочного керамзитобетона при строительстве автодорожных мостов, аэродромных покрытий (легкие бетоны М300–500), сборных плит для автомобильных дорог, что дает экономический эффект 12–15% [6, 7].

В настоящее время на Новочебоксарском индустриально-строительном комбинате – ОАО «ИСК» отработывается производство дорожных плит из высокопроч-

ного керамзитобетона. Плиты прошли успешную проверку и могут использоваться в дорожном строительстве (рис. 1, 2).

Преимущества легких конструкционных бетонов на плотном высокопрочном керамзите, в том числе керамдорбетона, состоят в их высокой морозостойкости, трещиностойкости. Кроме того, они имеют более высокую стойкость в условиях пожара по сравнению с аналогичными бетонами на тяжелых заполнителях. Это обусловлено близкими значениями коэффициентов термического расширения у заполнителя и бетонной матрицы. В результате достигается повышенная эксплуатационная надежность и долговечность.

Большой объем исследовательских и опытно-экспериментальных работ, выполненных в НИИЖБ, МИСИ, НИИСтром и др., показал, что конструкционные керамзитобетоны марок прочности М300–500 средней плотностью 1500–1800 кг/м³ обладают повышенной деформативностью (по сравнению с тяжелыми бетонами), высокими показателями ударной вязкости, повышенной предельной нагрузкой трещинообразования, пониженной теплопроводностью и равными с тяжелыми бетонами показателями истираемости [6].

Конструкционный керамзитобетон обладает высокой морозостойкостью. Проводили испытания морозостойкости путем периодического замораживания (–20°С) и оттаивания образцов, насыщенных обычной и морской водой. Даже после 300–400 циклов образцы из легкого керамзитобетона высоких марок сохранили свой первоначальный вид (без разрушений); потеря прочности не превышала 15 % (работы В.Г. Батракова, Л.И. Карпиковой и др.) [8].

Известны также результаты работ НИИЖБ, где исследован конструкционный керамзитобетон М300–350. После 600 циклов замораживания–оттаивания прочность бетонов возросла (на протяжении данного испытания в бетоне преобладали конструктивные процессы, связанные с продолжающейся гидратацией вяжущего и явлениями самозалечивания).

За счет введения в керамзитобетонную смесь специальных добавок можно повысить морозостойкость керамзитобетона в 2–3 раза.

Проводились натурные испытания конструкционного керамзитобетона в условиях Дальнего Севера (в естественных условиях на Кольском заливе на специальном стенде). В результате испытания в зоне переменного уровня моря керамзитобетон выдержал более 1000 циклов переменного замораживания и оттаивания.



Рис. 1. Керамзитобетонная плита для дорожного покрытия (керамзитобетон М 400)

Примечателен факт, опубликованный компанией «Джорджия» (США): судно «Сэлма», построенное из бетона на керамзитовом заполнителе во время Первой мировой войны и затопленное в Техасской гавани, было обследовано через 34 года. Бетон при этом хорошо сохранился и арматура не испортилась; прочность керамзитобетона за это время увеличилась с 300 до 100 МПа [4].

Таким образом, большой объем исследований опытных и промышленных испытаний свидетельствует, что высокопрочный керамзитобетон обладает высокими эксплуатационными качествами при работе в сложных условиях, что является важным обстоятельством для использования в дорожном строительстве. Теплоизолирующая способность и низкотемпературная трещиностойкость дают этому материалу преимущество в районах с жесткими климатическими условиями.

Целесообразность применения высокопрочного керамзитобетона в аэродромных покрытиях была подтверждена исследованиями, выполненными в НИИЖБ, МАДИ, Союздорнии. Они дали основание для строительства первого в отечественной и зарубежной практике монолитного аэродромного покрытия из конструкционного керамзитобетона М300.

Конструкционный керамзитобетон марок М300–400 в сборных аэродромных предварительно напряженных плитах покрытия дает положительную эксплуатационную и технико-экономическую эффективность благодаря повышенной трещиностойкости, морозостойкости, долговечности (при этом уменьшаются изгибающие моменты на 18–20%; снижается количество стержневой арматуры на 12–15%) [9].

Известен длительный положительный опыт эксплуатации отечественных мостов из керамзитобетона. Примером тому служит спроектированный и построенный в нашей стране по предложению МАДИ первый в Европе предварительно напряженный балочный пятипролетный мост из керамзитобетона марок М300–500.

С применением керамдора изготавливали опытные участки дорог, которые успешно эксплуатировались в течение длительного времени.

Керамдор применяется в различных слоях дорожной конструкции:

- керамдор используется в составе асфальтобетонной смеси для верхнего слоя дорожной одежды (водопоглощение керамдора должно быть не более 5%);
- в качестве минеральной составляющей в битумо-минеральной смеси;
- в составе цементобетона (в цементно-минеральных смесях);
- в составе слоя основания (керамдор, укрепленный малыми дозами цемента);
- в качестве основания дорожных одежд в виде неукрепленного керамдора.



Рис. 2. Испытания керамзитобетонной дорожной плиты под нагрузкой



Рис. 3. Гравий для дорожного строительства

Производство керамдора наиболее эффективно развивать в первую очередь в регионах, где отсутствуют природные заполнители для дорожного строительства и требуется дорогостоящая транспортировка на большие расстояния.

Проведенные работы по керамдору показали, что важнейшее значение имеет использование в качестве сырьевой базы техногенного сырья – крупнотоннажных отходов. Необходимо указать, что при этом решается важнейшая экологическая задача обезвреживания и утилизации большого объема отходов. Решается проблема предотвращения загрязнения окружающей среды, а также получения полезных высококачественных материалов – гравия, щебня для дорожного строительства.

НИИКерамзитом были выполнены детальные исследования по нескольким видам техногенного сырья, проведена разработка технологических регламентов по опытно-промышленным и промышленным линиям для выпуска керамдора.

Результаты этих работ настолько перспективны, что в короткие сроки построена опытно-промышленная линия.

Технологическая линия позволяет получать щебень либо гравий. Сырьем служат крупнотоннажные отходы. Фракционный состав выпускаемого гравия можно изменять в широких пределах: 5–10, 10–20, 20–40 мм, а также получать фракцию менее 5 мм (песок). Насыпная плотность для смеси фракций 5–15 мм – 1050 кг/м³, прочность в цилиндре $R_{ц}$ – 5,9 МПа. Гравий соответствует требованиям к материалам для дорожного строительства (рис. 3).

Таким образом, керамзитовая технология является той принципиальной основой, на которой при определенной ее модернизации может быть организовано производство керамдора. При этом:

– может быть использован широкий круг сырьевых материалов, в том числе природное и техногенное сырье (глины, суглинки, отходы разработки полезных ископаемых, золы ТЭС);

– такое производство может быть организовано во многих регионах страны;

– технология позволяет получать материал с заданными свойствами в виде гравия или щебня; можно регулировать показатели плотности, прочности, фракционного состава и таким образом снабжать дорожное строительство керамдором, отвечающим требованиям для использования в различных слоях дорожных конструкций.

Ключевые слова: керамзит, керамдор, легкие бетоны, керамзитобетон.

Список литературы

1. Сб. «Проблемы повышения прочности пористых заполнителей» // Тезисы докладов. НТО «Стройиндустрия», Куйбышев, 1972. 71 с.
2. Горин В.М., Токарева Т.А., Кабанова М.К. Состояние и перспективы производства и применения керамзита и керамзитобетона в стройкомплексе России // Строит. материалы. 2005. № 8. С. 26–27.
3. Прокопец В.С., Галдина В.Д., Подрез Г.А. Асфальтобетоны на основе пористых заполнителей Западной и Восточной Сибири // Строит. материалы. 2009. № 11. С. 26–28.
4. Онацкий С.П. Производство керамзита. М.: Стройиздат, 1987. 330 с.
5. Кондращенко В.И., Ярмаковский В.Н., Гузенко С.В. О применении конструкционных легких бетонов в мостостроении. // Транспортное строительство. 2007. № 9. С. 10–13.
6. Житкевич Р.К., Кац К.М. Высокопрочный легкий бетон. Всесоюзный семинар «Эффективные конструкции из легких бетонов» // Тезисы докладов. Госстрой СССР, М., 1980. С. 73–75.
7. Исаев В.Ф. и др. Керамзитобетон в мостостроении. Тезисы докладов III Всесоюзной конференции по легким бетонам. М.: Стройиздат, 1985. С. 146–147.
8. Бужевич Г.А., Горчаков Г.И. Долговечность легких бетонов на пористых заполнителях. Всесоюзная конференция по легким бетонам // Тезисы докладов. Гостройиздат, М.: 1970. С. 61–73.
9. Деллос К.П. Несущие специальные конструкции из легких бетонов. Всесоюзный семинар «Эффективные конструкции из легких бетонов» // Тезисы докладов. Госстрой СССР, М.: 1980. С. 100–103.

А.Е. АКИМОВ, инженер (andrey_rs@mail.ru), В.В. ЯДЫКИНА, д-р техн. наук, А.М. ГРИДЧИН, д-р техн. наук, Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

Применение токов СВЧ для повышения характеристик дорожных битумов

Наиболее распространенным способом улучшения качества битумов, в частности повышения их адгезии к каменному материалу, является введение добавок – поверхностно-активных веществ (ПАВ). Этот способ имеет ряд недостатков: необходимость закупки дорогостоящих ПАВ, соблюдения их точной дозировки и температуры приготовления асфальтобетонной смеси, дооборудования асфальтобетонного завода емкостями для хранения ПАВ, дозаторами и смешивающей установкой. Существуют альтернативные методы повышения адгезии: активация битума ультразвуком, магнитным полем, токами высокой и сверхвысокой частоты и другими физическими воздействиями [1–4].

В статье приведены результаты исследования возможности применения токов сверхвысокой частоты (СВЧ) для улучшения качества дорожных битумов. Исследования проводили на битуме марки БНД 60/90 Рязанского НПЗ. Свойства битума приведены в табл. 1.

В работе использовали минеральные материалы: гранит Кременчугского месторождения, кварцитопесчаник Лебединского ГОКа Курской магнитной аномалии, известняк Елецкого месторождения Липецкой области, шлак Оскольского электрометаллургического комбината. В качестве источника СВЧ-волн применяли микроволновую печь «Самсунг» со стандартной частотой излучения 2,45 ГГц и максимальной мощностью 850 Вт.

Для установления времени обработки битума в поле СВЧ было рассмотрено изменение адгезии битума к каменному материалу. Оптимальное время воздействия СВЧ-энергии определяли по максимальному приросту адгезии. Время обработки битума в СВЧ-поле составляло 0,5–4 мин при мощности 850 Вт. Сцепление битума с минеральным материалом определяли методом адсорбции красителя метиленового голубо-

го [5]. График изменения адгезии битума представлен на рис. 1. Видно, что сцепление активированного СВЧ-полем битума возрастает с поверхностью известняка на 61%; гранита – на 105%; кварцитопесчаника – на 88% и шлака – на 95%.

Причиной повышения адгезионных свойств битума в результате СВЧ-обработки является интенсификация разрушения надмолекулярных комплексов битума, способствующая увеличению контакта полярных групп асфальтенов с поверхностью каменных материалов, как это имеет место при ультразвуковой обработке битума. Возможно также изменение химического состава битума, приводящее к увеличению реакционной способности после СВЧ-обработки.

Известно, что основное влияние на сцепление битума с каменными материалами оказывает наличие в вяжущем асфальтогеновых и нафтеновых кислот, а также ароматических и других ненасыщенных соединений, входящих в состав асфальтенов и смол [5].

Поэтому представляет значительный интерес изучение изменения количества этих компонентов в составе битума под воздействием СВЧ-поля.

Результаты проведенных исследований свидетельствуют об увеличении количества более вязких компонентов в составе битума. Это происходит из-за окислительно-полимеризационных процессов, протекающих под воздействием энергии СВЧ-поля и приводящих к изменению состава вяжущего.

Предположение подтвердилось результатами ИК-спектроскопических исследований на приборе ФСМ 1202 (рис. 2).

Сравнение спектров поглощения битума до и после обработки в течение 2 мин показало, что воздействие СВЧ-поля приводит к повышению количества ароматических углеводородов, о чем свидетельствует

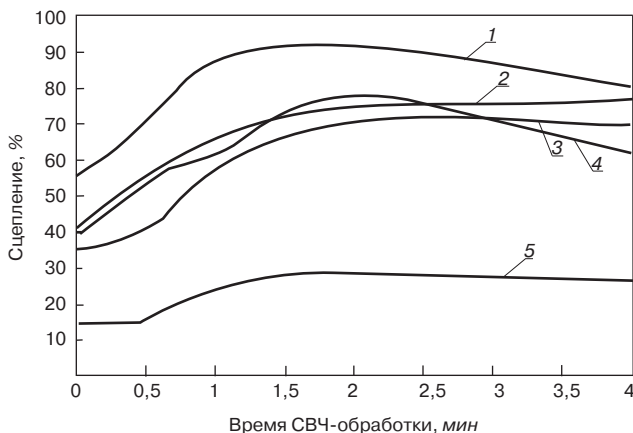


Рис. 1. Изменение адгезии (сцепления) битума СВЧ-обработкой в зависимости от вида наполнителя: 1 – известняк; 2 – кварцитопесчаник; 3 – гранит; 4 – шлак; 5 – песок

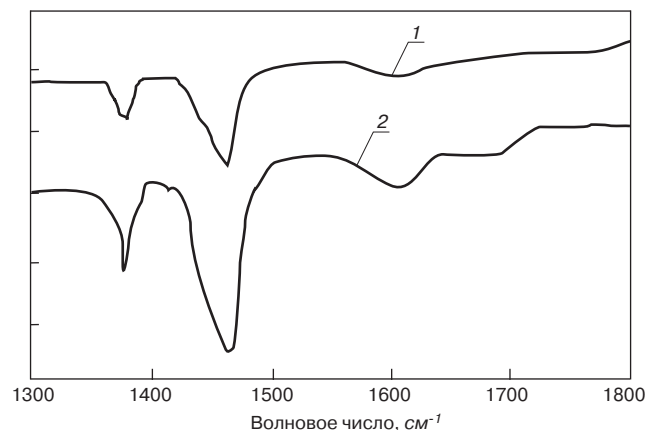


Рис. 2. Инфракрасные спектры битума до (1) и после (2) СВЧ-обработки

Таблица 1

| Показатель | Требования ГОСТ 22245–90 | Фактические параметры |
|---|--------------------------|-----------------------|
| Глубина проникания иглы, 0,1 см | 61–90 | 78 |
| Температура размягчения по методу КиШ, °С | Не ниже 47 | 48,5 |
| Температура хрупкости по Фраасу, °С | Не выше -15 | -17 |
| Температура вспышки, °С | Не менее 55 | >100 |
| Растяжимость, см | >230 | 250 |
| Индекс пенетрации | -1 – +1 | -0,87 |

увеличение полосы валентных колебаний бензольных колец (1600 см^{-1}). В результате обработки возрастает также количество кислотных групп (полоса поглощения 1700 см^{-1}).

Изменение кислотного числа вяжущего подтвердило, что при воздействии СВЧ-поля в течение 2 мин происходит повышение содержания кислот в битуме до $3,5\text{ мг/г}$ (на 37%). Рост кислотного числа связан с процессами окисления концевых гидроксильных групп до кислотных. При увеличении времени обработки до 4 мин количество кислот снижается до $2,3\text{ мг/г}$. Дальнейшее облучение приводит к значительному снижению кислотного числа и активности битума из-за окисления кислотных групп до альдегидных или эфирных (рис. 3).

Полученные данные по изменению кислотного числа коррелируют с показателями роста адгезии, так как основным компонентом битума, повышающим сцепление с каменными материалами, особенно с оснóвными, являются асфальтогеновые и нафтеновые кислоты.

Произошедшие в составе битума изменения влияют на процессы структурообразования при контакте с минеральными материалами. Проследить взаимодействие активированного и неактивированного битума с

минеральными порошками различной природы позволил метод конической пластометрии. Обработанный СВЧ-энергией при установленном оптимальном времени битум смешивали с минеральным порошком, затем определяли предельное напряжение сдвига, возникающее при погружении тарированного конуса в смесь

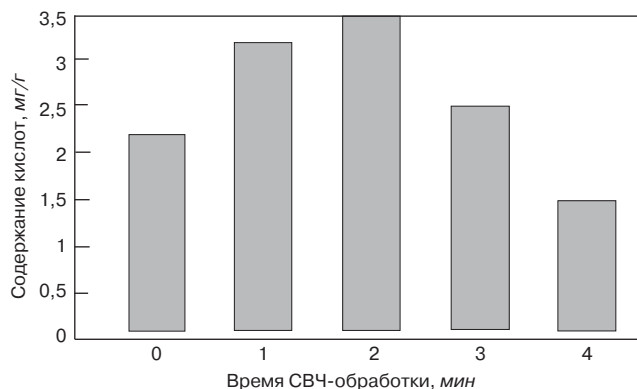


Рис. 3. Зависимость изменения содержания кислот в битуме от времени обработки в СВЧ-поле

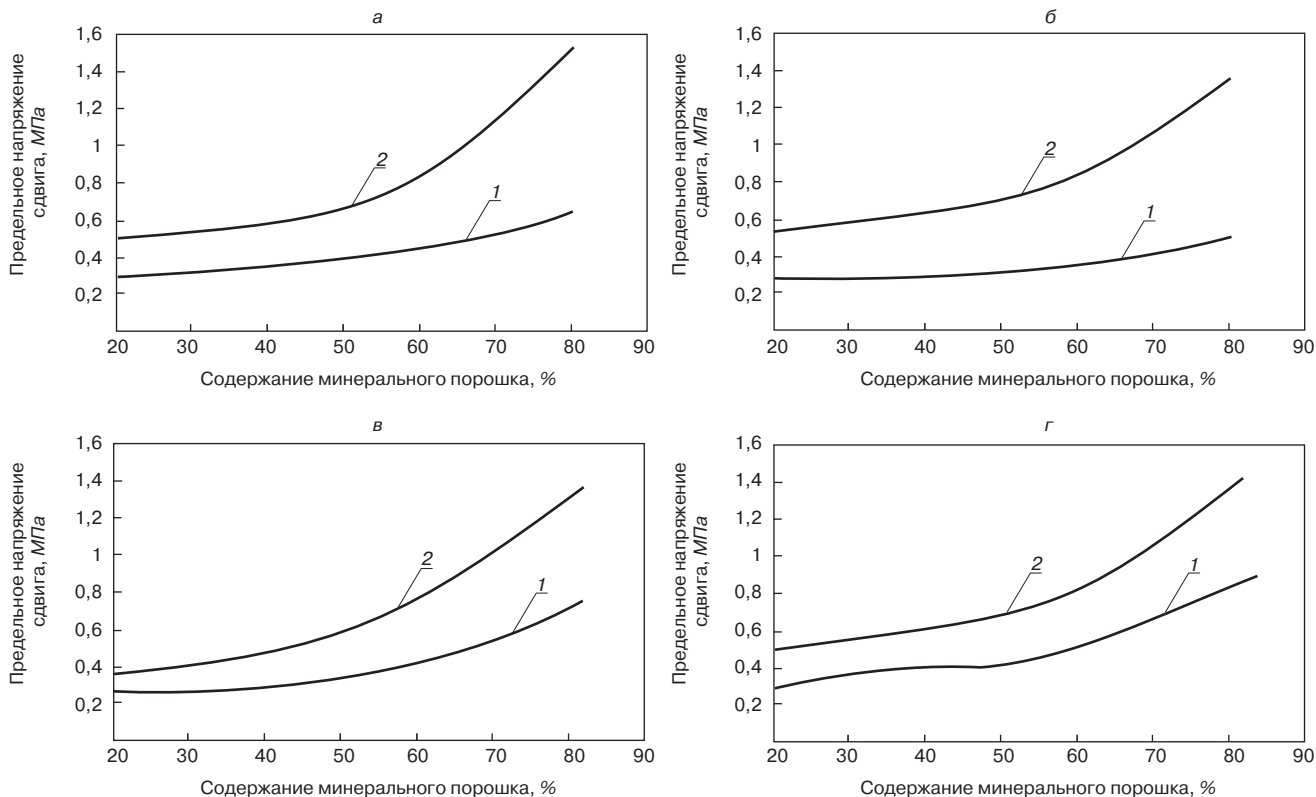


Рис. 4. Изменение предельного напряжения сдвига в смеси битума с минеральным порошком: а – кварцитопесчаник; б – гранит; в – шлак ОЭМК; г – известняк; 1 – битум до СВЧ-активации; 2 – битум после СВЧ-активации

Таблица 2

| Время обработки, мин | 0 | 0,5 | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Предел прочности при сжатии, МПа (при 20°C / при 50°C) | | | | | | |
| Известняк | 2,1/1,1 | 2,3/1,3 | 2,6/1,5 | 3,7/1,9 | 3/2 | 2,5/2,2 |
| Шлак | 1,5/0,7 | 1,7/0,9 | 2/1,2 | 3,2/1,5 | 2,5/1,6 | 2,2/1,7 |
| Гранит | 1,1/0,5 | 1,3/0,6 | 2,5/0,8 | 2,6/1,3 | 2,4/1,4 | 2,2/1,6 |
| Кварцитопесчаник | 1,6/0,8 | 1,8/1,2 | 2,2/1,3 | 2,8/1,6 | 2,9/1,7 | 3,1/1,7 |

вяжущего и минерального порошка. Результаты представлены на рис. 4.

Из графиков видно, что применение СВЧ-обработки битума значительно улучшает его взаимодействие с минеральными порошками. Происходит рост предельного напряжения сдвига до 70% на кварцитопесчанике, до 40% – на граните и известняке, более чем в 2 раза на шлаке. Результаты свидетельствуют о том, что битум, активированный СВЧ-энергией, значительно эффективнее переходит в пленочное состояние.

Повышение адгезионных свойств битума СВЧ-активацией подтверждено испытаниями образцов асфальтовяжущего и результаты представлены в табл. 2.

Исследования показали, что СВЧ-обработка битума приводит к росту прочности асфальтовяжущего со всеми видами изучаемого минерального сырья. Прирост прочности при 20°C для образцов на известняке составил 76,2%, на шлаке – 113%, на граните – 136%, на кварцитопесчанике – 76%, что коррелирует с результатами изменения адгезии.

Таким образом, после кратковременного воздействия СВЧ-поля на битум происходит изменение его состава, приводящее к повышению адгезии к каменным материалам как из кислых, так и из основных пород,

улучшается структурирование битума минеральными порошками различной природы. Предложенный способ активации битума излучением СВЧ-диапазона позволяет получить органические вяжущие и асфальтобетон повышенного качества.

Ключевые слова: СВЧ-энергия, битум, адгезия, асфальтобетон, ИК-спектроскопия.

Список литературы

1. *Генцлер И.В., Карпетян А.С.* Влияние ультразвука на органические вяжущие // Изв. вузов. Строительство. 2001. № 1. С. 36–39.
2. *Шадрин Б.К.* Омагничивание битумов // Изв. вузов. Строительство. 2003. № 6. С. 12–16.
3. *Вендриховски В.А.* Влияние радиоволн на сцепление битума с каменными материалами // Строит. материалы. 1995. № 8. С. 29–30.
4. *Бурминский Н.И., Барачова Е.М.* Перспективы использования СВЧ-технологии для приготовления дорожных битумов // Изв. вузов. Строительство. 1999. № 2–3. С. 114–115.
5. *Колбановская А.С., Михайлов В.В.* Дорожные битумы. М.: Транспорт, 1973. 263 с.



**СТРОЙ
МЕХАНИКА**

МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ «СТРОЙМЕХАНИКА»

+7 (4872) 701 400



Винтовые конвейеры серии «ВК»



Дисковые затворы



Предохранительные клапаны



Ленточные транспортеры серии «ЛК»



Рукавные фильтры



Шибрные затворы



Система аэрации силоса



Пережимной клапан SMA



Датчик уровня цемента серии SH

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

УДК 624:666.972.6

И.В. ЮДИН, зам. генерального директора, Новочебоксарский ДСК (Республика Чувашия);
В.Н. ЯРМАКОВСКИЙ, канд. техн. наук, советник РААСН, зав. лабораторией,
НИИЖБ им. А.А. Гвоздева (Москва)

Инновационные технологии в индустриальном домостроении с использованием конструкционных легких бетонов

В последние 10–15 лет выполнен комплекс научных исследований, накоплен значительный потенциал конструкторско-технологических и проектных разработок, реализация которых обеспечивает возрождение и реновацию мощностей индустриального домостроения (КПД, ДСК) в стране на новом, более качественном уровне. Имеются весьма убедительные, подтверждающие этот тезис примеры. Одним из них является опыт развития домостроительного комбината (ДСК) в г. Новочебоксарск.

Это предприятие начинает свою историю в 1964 г., в то время, когда быстро растущему городу было необходимо резкое увеличение темпов жилищного строительства. Именно в те годы были возведены первые полносборные пятиэтажные дома по 486 и 121 сериям. Ежегодно предприятие вводило в строй до 280 тыс. м² жилья, а также до 40 тыс. м² школ и детских садов. Комбинат активно развивался, и вскоре мощностей предприятия стало достаточно не только для удовлетворения в жилье Чувашской Республики, но также и для строительства в соседних регионах – Нижегородской, Ульяновской, Московской, Ярославской областях, республиках Татарстан и Марий Эл.

Учитывая перспективность конструкционного легкого бетона [1, 2], его качественный потенциал, а также возрастающую востребованность продукции ДСК, на предприятии были построены корпуса по производству высокопрочного керамзитового гравия. В настоящее время действуют три вращающиеся печи по обжигу сырьевых гранул. Общая производительность 210 тыс. м³ керамзитового гравия (марок по прочности П300–П350 по ГОСТ 9757–90) в год.

Экономические перемены в стране в 90-е гг. заставили задуматься домостроительные комбинаты России, в т. ч. и ДСК Поволжья, о необходимости внедрения новых, наиболее прогрессивных технологий, обеспечива-

ющих выпуск высококонкурентоспособной продукции, обеспечивающей снижение материалоемкости, стоимости строительства и требуемое энергосбережение при эксплуатации зданий.

Так, в 1993 г. Новочебоксарским ДСК была закуплена во Франции технологическая линия по производству железобетонных элементов каркаса типа Saret. Применение в жилых зданиях такого каркаса открывало широкие просторы для архитектурно-планировочных решений как самого дома в целом, так и отдельно взятых квартир. Каркас имеет смешанную конструктивную схему, в частности сборно-монолитную, с продольными и поперечными ригелями, и предназначен для применения в строительстве многоэтажных жилых, общественных и вспомогательных зданий промышленных предприятий.

Сборно-монолитный каркас (СМК) состоит из трех основных железобетонных элементов: колонн, ригелей и плит несъемной опалубки для монолитной несущей части перекрытий. Дополнительно в него могут включаться диафрагмы жесткости. Возможен вариант выполнения перекрытий сборными в виде многопустотных предварительно напряженных плит.

Колонны выполняются секционными. Длина секции колонны ограничивается технологическими возможностями транспортировки и монтажа (L = 17 м). Характерно уменьшение площади сечения колонн по мере роста этажа. Секции колонн стыкуются между собой специальным разъемом штепсельного типа без применения сварки. В каркасе малоэтажных (до 5 этажей) зданий устанавливаются бесстыковые колонны.

Сопряжение колонн с ригелями и перекрытиями производится с помощью соединительных элементов без применения сварочных работ. Для этого в месте сопряжения плиты перекрытия и ригеля арматурный каркас колонны не бетонируется. Это позволяет в про-



Рис. 1. Общий вид пролета цеха Новочебоксарского ДСК с длинными ($l = 104$ м) стендами безопалубочного формирования предварительно напряженных плит пустотного настила из керамзитобетона класса по прочности В30, марки по плотности D1800



Рис. 2. Формующие агрегаты двух технологических линий (длинных стендов) для формирования конструкций из керамзитобетона с предварительно напрягаемой арматурой



Рис. 3. Отформованные на длинном стенде пазогребневые многопустотные стеновые перегородки из керамзитобетона класса В7,5, марки D1400

цессе сборки каркаса пропускать арматуру сквозь колонну по выступающим хомутам ригеля. При омоноличивании сопряжения образуется жесткий узел, обеспечивающий достаточную устойчивость каркаса.

Ригели изготавливаются с предварительно напряженной арматурой. Сборно-монолитные перекрытия состоят из сборных железобетонных предварительно напряженных плит толщиной 60 мм, служащих несъемной опалубкой для устройства несущей части плиты перекрытия. Толщина последней устанавливается в зависимости от пролета и нагрузки, а в теле плиты устанавливается дополнительная арматура, обеспечивающая при омоноличивании неразрезность диска перекрытия.

Преимущества каркаса в сравнении с традиционными несущими каркасами зданий серии ИИ-02 и ИИ-04 следующие:

- возможность реализации любого планировочного решения по архитектурному замыслу декоративного оформления зданий при использовании сборно-монолитного каркаса и несущих наружных стен, опирающихся на междуэтажные перекрытия;
- возможность планировки квартиры как в период проектирования, так и в процессе строительства и эксплуатации зданий; при этом электрические, канализационные, водопроводные и газовые сети до границы квартиры остаются неизменными;
- возможность изготовления всех элементов каркаса (колонн, ригелей) различной длины, ширины и высоты в одной и той же опалубке;
- возможность свободной планировки конструктивной системы здания;
- отсутствие сварных стыков при сборке каркаса как при стыковке колонн с ригелями, так и при наращивании колонн;
- высокая сейсмоустойчивость зданий;
- монтаж одного этажа одноподъездного дома по технологии СМК осуществляется всего за одну смену бригадой из 5 человек.

Следует отметить, что домостроители не стали ограничиваться простым заимствованием зарубежной технологии по сборно-монолитному каркасу. Так, начиная с 2003 г. по заказу комбината НИИЖБ начал выполнение комплекса научно-исследовательских работ, конечной целью которых являлось определение технической возможности и технико-экономической эффективности замены элементов сборно-монолитного каркаса из тяжелого бетона на плотных (привозных с Урала) природных заполнителях на равнопрочные

конструкционные легкие бетоны, изготавливаемые на высокопрочном керамзитовом гравии собственного производства.

В результате проведенных исследований были разработаны конструкционные керамзитобетоны классов по прочности на сжатие В25–В35, марок по плотности D1750–D1850, характеризующиеся следующими основными преимуществами по сравнению с равнопрочными тяжелыми бетонами:

- меньшая плотность (в среднем на 25%);
- более высокий (на 0,05–0,13R_{пр}, или на 12–23%) уровень нижней границы области микротрещинообразования бетона R_v; соответственно выше граница перехода линейной ползучести в нелинейную; отсюда большая эффективность использования в конструкциях предварительного напряжения арматуры;
- более высокий (на 0,08–0,16 R_{пр}, или на 16–25%) уровень верхней границы области микротрещинообразования бетона R_v; соответственно выше предел длительной прочности бетона;
- выше на 2–5 марок морозостойкость бетона;
- ниже в 2,5–4 раза коэффициент теплопроводности бетона;
- выше на 30–50% предел огнестойкости бетона;
- выше на 17–25% коэффициент динамического упрочнения и на 15–26% больше предельная деформативность в режиме ударного нагружения, что особенно важно для забивных свай фундаментного ростверка здания.

Кроме перечисленных выше преимуществ в свойствах керамзитобетона, которые были определены количественно, весьма важно отметить и следующее: в бетоне на керамзитовом гравии вообще и на керамзите комбината в частности практически исключено развитие такого опасного для тяжелого бетона вида внутренней коррозии, как щелочная, вызываемая взаимодействием щелочных оксидов R₂O цемента с реакционно-способным (аморфным) кремнеземом крупного заполнителя; последний практически отсутствует в керамзитовом гравии в отличие от природных плотных заполнителей.

Учитывая вышеизложенное, необходимо в дополнение к вышеуказанным преимуществам сборно-монолитного каркаса типа Saret отметить, что выполнение его в легкобетонном варианте позволяет обеспечить:

- уменьшение массы здания до 25%, что дает возможность: снизить расход стальной арматуры на 10–12% в



Рис. 4. Возведение несущего каркаса типа Saret из сборных керамзитобетонных элементов (секционных бесстыковых колонн, l = 14–17 м, и ригелей пролетом до 12 м) при строительстве склада готовой продукции химзавода в Казани (2006 г.)

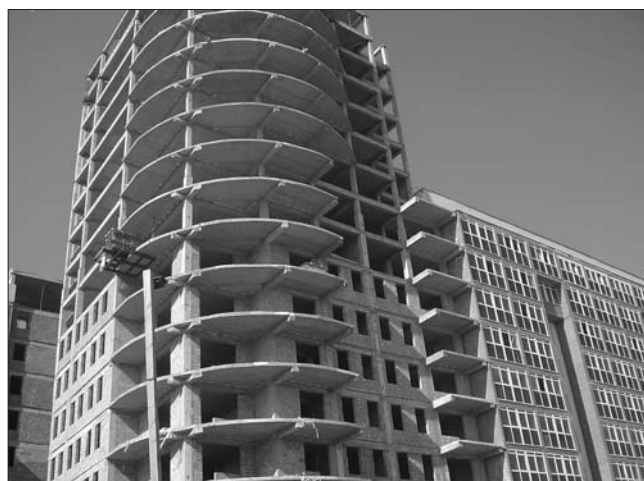


Рис. 5. Строительство 16-этажного жилого дома в Нижнем Новгороде, р-н Верхние Печоры, с несущим каркасом Saret из сборных керамзитобетонных элементов (2006 г.)

нижележащих конструкциях и фундаментах; снизить расходы на устройство фундаментов и расходы на возведение здания в целом; уменьшить или даже исключить необходимые затраты на укрепление оснований под зданиями при слабых (просадочных) грунтах; все это особенно эффективно для развивающегося строительства высотных зданий в мегаполисах;

- снижение теплоотдачи здания или повышение до 15–20% уровня его тепловой защиты за счет соответствующего повышения в целом теплотехнической однородности наружных стен, контактирующих с элементами несущего каркаса из существенно менее теплопроводных в сравнении с тяжелыми бетонами конструктивных легких бетонов; отсюда повышение энергоэффективности здания за счет снижения энергозатрат на его отопление;
- повышение пожаробезопасности здания за счет более высокой огнестойкости легкого бетона в сравнении с равнопрочным тяжелым;
- повышение надежности эксплуатации конструктивной системы здания за счет исключения возможности внутренней коррозии бетона, в частности наиболее реальной и опасной — щелочной;
- повышение сейсмостойкости здания, обусловленное вышеуказанным снижением массы его конструктивной системы и соответственно уменьшением сейсмического воздействия на фундамент.

В настоящее время Новочебоксарский ДСК производит не только элементы каркаса из бетона классов по прочности на сжатие В25–В35 на высокопрочном керамзите, но и сваи из керамзитобетона классов В25–В30, марки по морозостойкости F300. Соответствующие рекомендации и заключения выданы специалистами НИИЖБ и НИИОСП. Такие сваи, как показывает опыт, имеют следующие основные преимущества в сравнении с их аналогами из тяжелого бетона: они более технологичны при устройстве ростверка фундамента здания (за счет большей ударной вязкости легкого бетона) и более долговечны в эксплуатации (за счет большей морозостойкости легкого бетона).

Учитывая установленную таким образом перспективность выполнения элементов конструктивных систем зданий в легкобетонном варианте, комбинат стал расширять область их применения в городах Чувашии и по регионам РФ. Так, в 2005–2007 гг. были возведены здания с каркасом типа Saret, выполненным в варианте из бетона на керамзитовом гравии комбината в городах Нижнем Новгороде, Екатеринбурге, Казани, Московской области.

Добившись определенных положительных результатов в области развития крупнопанельного домостроения, на комбинате в 2007–2008 гг. производилась очередная реконструкция и модернизация производства. В эти годы была закуплена и установлена технологическая линия фирмы Elematic (Финляндия) по изготовлению на длинном (L = 105 м) стенде методом непрерывного (безопалубочного) формования с применением керамзитобетона: предварительно напряженных многопустотных панелей перекрытий; перегородок высотой на этаж (толщиной 68 и 90 мм); наружных стеновых панелей. Далее на этом стенде освоено безопалубочное формование выполняемых также из керамзитобетона забивных свай и ригелей.

Следует отметить, что при выполнении методом безопалубочного формования панелей перекрытий, армируемых напрягаемой прядевой арматурой или высокопрочной проволокой ВР-2 взамен стержневой арматуры Ф12–Ф14 в традиционных аналогах панелей такого назначения, получена экономия арматуры более 25%.

Установка нового бетоносмесительного узла на комбинате и адресная подача бетона позволили значи-

тельно увеличить мощность предприятия по панельно-домостроению (на 200 тыс. м² жилой площади в год) и довести ее до уровня 360 тыс. м² в год. После модернизации и установки новых опалубочных форм с магнитным креплением бортов появилась возможность выпускать как наружные, так и внутренние стеновые панели новых типоразмеров.

На комбинате помимо индустриального строительства многоэтажных зданий созданы все условия для развития малоэтажного домостроения. На технологических линиях ДСК производятся керамзитобетонные блоки и перемычки для наружных стен малоэтажных домов, а также широкий спектр следующих изделий и конструкций: плиты перекрытий, лестничные балки, площадки, марши, кольца и крышки колодцев, фундаментные блоки и т. д.

Подводя итог, можно сказать, что в настоящее время Новочебоксарский ДСК владеет многими прогрессивными технологиями, необходимыми для индустриального строительства жилья. Волжская 121-я серия является прекрасным решением для социально доступного и комфортного жилья. Сборно-монолитный каркас в этой серии позволяет воплотить в жизнь разнообразные объемно-планировочные решения как здания в целом, так и квартир, а выполнение его элементов из конструктивных легких бетонов открывает широкие возможности для возведения высокоэнергоэффективных (классов А и В по СНиП 2–23–2003), надежных в эксплуатации зданий при снижении материалоемкости и стоимости строительства.

Использование опыта Новочебоксарского ДСК во внедрении инновационных технологий в индустриальном домостроении при преимущественном использовании конструктивных легких бетонов может стать одним из рациональных вариантов одновременного решения вопросов увеличения темпов и качества строительства при выполнении требований по энергоресурсосбережению как на стадии строительства, так и на стадии эксплуатации зданий, а также требований по снижению материалоемкости и стоимости строительства при одновременном удовлетворении требований по разнообразию архитектурно-планировочных решений зданий.

Ключевые слова: индустриальное домостроение, керамзит, легкий бетон.

Список литературы

1. Железобетон в XXI веке. Состояние и перспективы развития бетона и железобетона в России: Монография (коллектив авторов) / Под ред. К.В. Михайлова). М.: НИИЖБ, 2001. С. 390.
2. Ярмаковский В.Н., Бремнер Т.У. Легкий бетон: настоящее и будущее // Строительный эксперт. 2005. № 20. С. 5–7. № 21. С. 5–7.

ПОДПИСКА
НА ЭЛЕКТРОННУЮ ВЕРСИЮ
журнала «Строительные материалы»®



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

Г.И. ГАЗАЛЕЕВА, д-р техн. наук, С.П. ИВАНОВА, ООО «Уралмаш-Инжиниринг»
МК Уралмаш (Екатеринбург)

Новые дробильно-сортировочные комплексы МК Уралмаш для получения щебня I группы фракции 25–60 мм

Строительство современных высокоскоростных железных и автомобильных дорог основано на использовании для устройства железнодорожного полотна щебня фракции 25–60 мм с содержанием зерен лещадной формы (пластинчатых и игловатых) не более 18%, а для высоких марок асфальтобетона – на использовании фракций 20–10 мм и 5–10 мм с содержанием зерен лещадной формы до 10%.

МК Уралмаш предлагает для получения щебня фракции 25–60 мм I группы (так называемый кубовидный щебень) новую конусную дробилку ККД-500/60, работающую в стесненных условиях «под завалом». Конструктивно эта дробилка является дробилкой с крутонаклонным конусом (рис. 1) и имеет все преимущества конусных дробилок крупного дробления:

- большое приемное отверстие, возможность работать «под завалом»;
- гидравлическое регулирование разгрузочной щели с помощью нижнего гидроцилиндра с фирменной пестовой опорой качения, нечувствительной к кромоочным контактам и условиям смазки;
- эксцентриковый узел с центрированным нагружением, обеспечивающий равномерное распределение нагрузки на подшипники эксцентрика, что увеличивает срок их службы;
- механизация трудоемких операций обслуживания, снижающая эксплуатационные затраты заказчика.

По желанию заказчика дробилки могут быть оборудованы системой автоматического поддержания высотного положения дробящего конуса и при наличии АСУ ТП дробильного передела – АСУ, включающей в том числе автоматизированное регулирование разгрузочной щели.

Новая дробилка позволяет сводить разгрузочную щель до 55 мм, имеет максимальную производительность до 380 т/ч. Для обеспечения «шапки» материала над дробилкой она оборудуется дополнительным бункером и системой автоматического регулирования подачи материала. Гранулометрические составы до и после

дробления, полученные при опробовании этой дробилки на порфиритах, представлены на рис. 2 и табл. 1. Из данных табл. 1 следует, что фракция 25–60 мм после дробления имеет содержание пластинчатых зерен 8,07%.

Для получения щебня фракций 5–10(15) мм, 10–20 мм МК Уралмаш предлагает дробилки КМД-1750Т7-Д и КМД-2200Т7-Д (рис. 3), работающие в стесненных условиях при постоянном завале дробильной камеры.

МК Уралмаш включил дробилки ККД-500/60 и КМД-1750Т7, КМД-2200Т7 в технологические схемы дробильных комплексов для производства кубовидного щебня для баллаستировки железнодорожных путей, дорожного и гражданского строительства. Такие комплексы МК Уралмаш в союзе с ОАО «Дробмаш» выпускает со сдачей технологии «под ключ». Разработаны проекты комплексов для Орского, Хребетского, Камнереченского и других щебеночных заводов.

Схема комплекса для Орского щебеночного завода приведена на рис. 4., планировка комплекса с привязкой к местности дана на рис. 5, баланс продуктов переработки приведен в табл. 2.

Выбор технологической схемы сделан на основании предоставленных исходных данных, практики работы действующих предприятий, в том числе Орского щебеночного завода, пожеланий специалистов завода и наиболее прогрессивных технических решений как по предлагаемому оборудованию, так и по его компоновке. Схема выбрана таким образом, чтобы улучшить форму зерна выпускаемых фракций и снизить их запыленность (содержание мелочи). В связи с этим увеличен выход фракции 25–60 мм. Достижение кубовидной формы зерна обеспечивается работой конусных дробилок ККД-500/60 и КМД-1750Т7-Д «в стесненных условиях» с регулировкой количества подаваемого в дробилку исходного материала автоматизированной системой.

При составлении схемы учтены всевозможные варианты получения как рядового, так и кубовидного щебня различных марок по ГОСТ 7392–02, ГОСТ 8267–93,

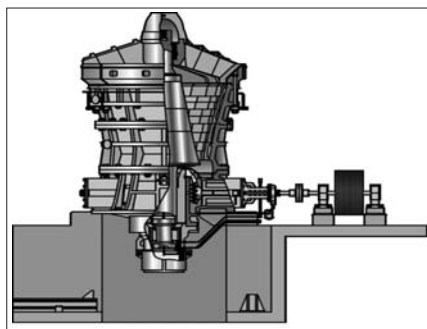


Рис. 1. Общий вид конусной дробилки ККД-500/60

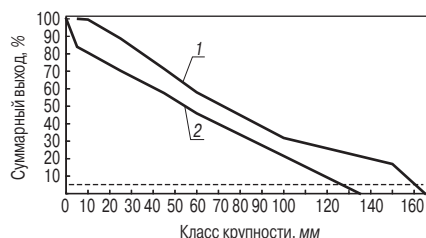


Рис. 2. Гранулометрический состав (по плануграмме) и продукта (по рассеву) ККД 500/75 ($S_{xx} = 75$ мм). Филиал «Производство полиметаллов» ОАО «Уралэлектромедь», г. Кировоград (сафьяновская руда): 1 – питание (планограмма); 2 – продукт (рассев)

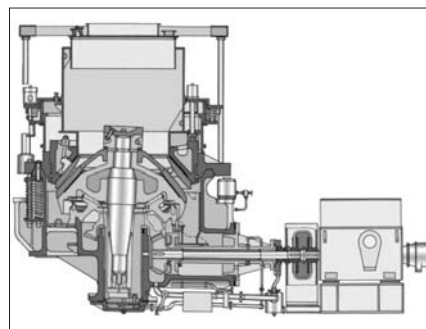


Рис. 3. Общий вид дробилки КМД-2200Т7-Д

Таблица 1

| Крупность, мм | Выход | | Содержание зерен пластинчатой и игловатой формы, % |
|---------------|------------|------------|--|
| | Частный, г | Частный, % | |
| 100-130 | 8960 | 21,53 | 7,9 |
| 60-100 | 10147,1 | 24,38 | |
| 45-60 | 4822,9 | 11,59 | 4,4 |
| 25-45 | 5330 | 12,81 | 11,4 |
| 10-25 | 4285 | 10,29 | 14,2 |
| 5,5-10 | 1415 | 3,4 | 8,8 |
| 0-5,5 | 6655 | 16 | - |
| Сумма | 41615 | 100 | - |

Таблица 2

| Наименование продукции | Влажность, мас. % | Выход, мас. % | | Насыпная плотность, т/м³ | Выпуск продукции Вариант 1 | | | Выпуск продукции Вариант 2 | | | Выпуск продукции Вариант 3 | | |
|---|-------------------|--------------------|----------|--------------------------|----------------------------|--------------|---------------|----------------------------|--------------|---------------|----------------------------|---------------|---------------|
| | | от исходного сырья | от щебня | | т/ч | тыс. т в год | тыс. м³ в год | т/ч | тыс. т в год | тыс. м³ в год | т/ч | тыс. м³ в год | тыс. м³ в год |
| Исходная горная масса крупностью 0-1200 мм | до 2-5 | 100 | - | 1,89 | 500 | 3700 | 1960 | 500 | 3700 | 1960 | 500 | 1960 | 1960 |
| Товарный щебень Фракция 25-60 мм | 38 | 47,5 | 1,33 | 380 | 2812 | 2114 | 190 | 1406 | 1057 | 190 | 1057 | 1647 | |
| Фракция 40-70 мм | 12 | 15 | 1,33 | | | | 60 | 444 | 334 | 60 | 334 | 466 | |
| Фракция 20-40 мм | 15 | 19 | 1,31 | | | | 75 | 555 | 423 | 75 | 423 | | |
| Фракция 10-20 мм | 8 | 10 | 1,3 | 25 | 185 | 142 | 40 | 296 | 226 | 70 | 398 | | |
| Фракция 5(3)-10 мм | 7 | 8,5 | 1,3 | 15 | 111 | 85 | 35 | 259 | 197 | 65 | 370 | | |
| Итого товарного щебня | | 80 | 100 | 1,32 | 420 | 3108 | 2341 | 400 | 2960 | 2237 | 385 | 2159 | 2113 |
| Полупная продукция Песок из отсевов дробления фр. 0-5 ПЩС 0-20 мм | | 10 | 50 | 1,42 | 30 | 222 | 156 | 50 | 370 | 260 | 65 | 338 | 423 |
| | | 10 | 50 | 1,42 | 50 | 370 | 260 | 50 | 370 | 260 | 50 | 260 | 260 |
| Всего готовой продукции | | 100 | | 1,34 | 500 | 3700 | 2757 | 500 | 3700 | 2757 | 500 | 2757 | 2536 |

Число часов работы 7400 ч/г; $K_{\text{н}} = 0,85$

Таблица 3

| Инвестиции, тыс. р. | Годовой выпуск товарной продукции (в текущих ценах), тыс. р. | Простая (бухгалтерская) прибыльность проекта за первый год, % | За 3 года существования проекта | | |
|---------------------|--|---|---|---------------|----------|
| | | | NPV* без учета реализации оборудования, тыс. р. | NPV*, тыс. р. | IRR**, % |
| 206 508,62 | 1 115 550 | 75,62% | 283 620,75 | 392 939,18 | 19,9% |

DRP***, лет
1,618

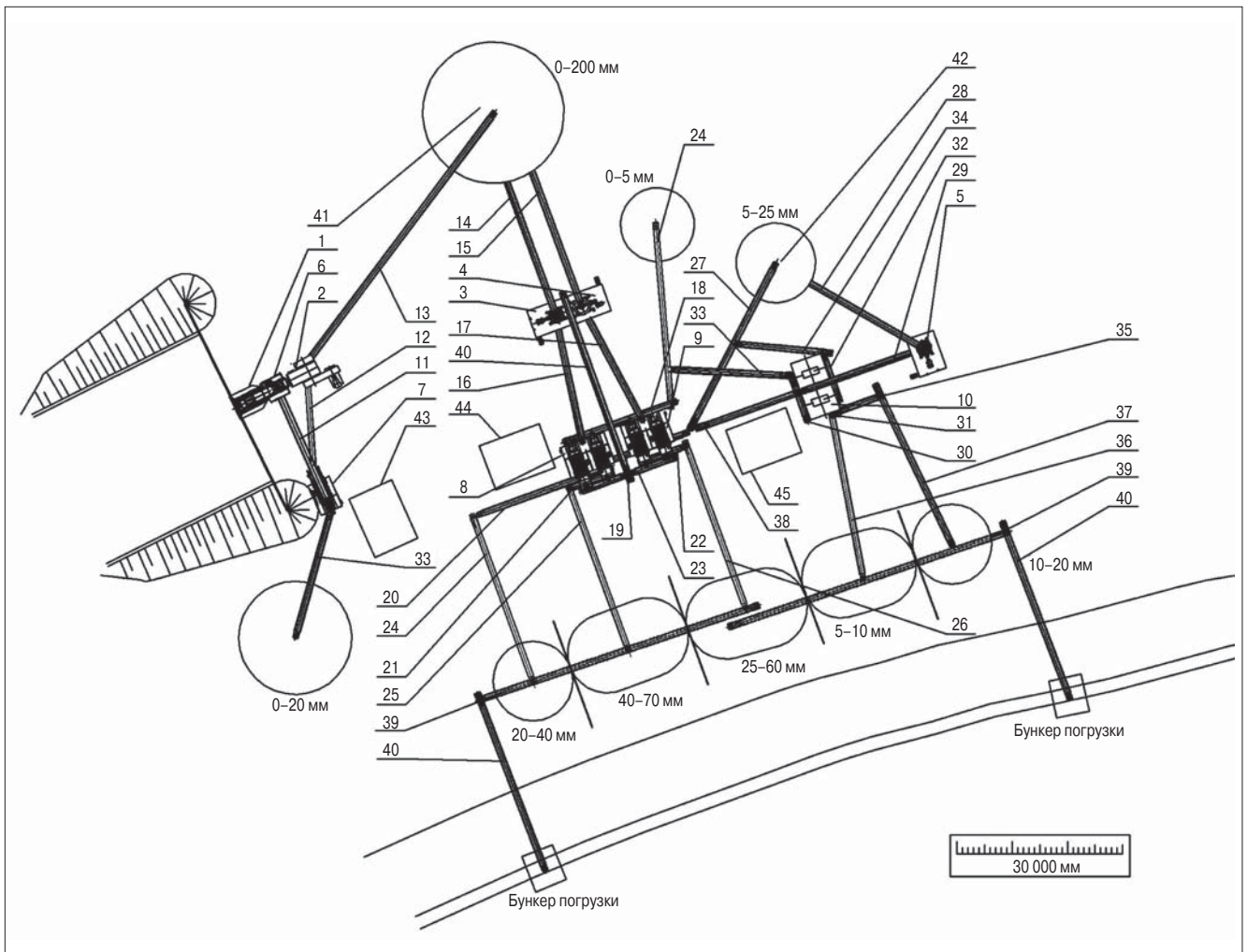


Рис. 5. Предварительная планировка нового комплекса

фракций 10–20(15) мм. Третий надрешетный продукт – щебень фракции 5–10(5–15, 3–10) мм. Все виды мелкого щебня при работе дробилки КМД-1750Т7-Д имеют кубовидную форму – содержание зерен пластинчатой и игловатой форм у фракций щебня третьей стадии составляет – 8–15%.

10. Все виды щебня направляются как в новые бункеры, построенные над новой веткой железнодорожных путей, так и в конусы, прилегающие к железнодорожному полотну. Отгрузка предполагается ж/д и автотранспортом. Отсев отгружается автотранспортом. Выход отсева минимальный для данного исходного материала и составляет 16–23%.

11. В предложенной схеме заложена более дешевая установка оборудования на рамы и бетонные блоки. Схема складирования предполагает использование для погрузки ж/д транспорт таким образом, что кроме бункерной погрузки под конусами возможно строительство подземных галерей и наклонных галерей для погрузки.

12. Схема предполагает установку ленточных конвейерных весов на всех погрузочных и конечных конвейерах. Весы входят в комплектацию завода.

13. Аспирация завода предусматривает покрытие всех конвейеров, грохотов и дробилок, отсос пыли от технологического оборудования и перегрузочных пунктов. Аспирационные установки в количестве трех штук, которые кроме типового оборудования включают очистку запыленного воздуха после прохождения циклонов в рукавных фильтрах и направление пыли конвейерным транспортом в бункер отсева.

14. Перед всеми дробилками предусмотрены магнитные детекторы и магнитоуловители.

15. Завод снабжен единым пультом управления, с которого осуществляется пуск и останов, сопровождающиеся звуковой сигнализацией, а также регулирование рабочих параметров.

16. Предложенная технологическая схема позволяет получать 2,1 млн м³ щебня фракций 25–60 мм, 40–70 мм, 20–40 мм, 10(15)–20 мм, 5–20 мм, 5(3)–10 мм и 470 тыс. м³ природных и дробленых отсеков. При этом коэффициент использования оборудования составляет $K_{и} = 0,85$.

Таким образом, использование новой дробилки ККД-500/60 МК Уралмаш в комплексе с конусными дробилками мелкого дробления КМД-1750Т7-Д позволило разработать оптимальную технологическую схему дробильного комплекса открытого типа с гибким переключением технологии для получения требуемых фракций кубовидной формы. В результате проведенных расчетов показатели экономической эффективности проекта представлены в табл. 3.

При первоначальных инвестициях по истечении трех лет реализации проект генерирует внутреннюю норму доходности на уровне 19,9%. Внутренняя эффективность проекта достаточна для того, чтобы окупить вложенные в проект средства за 1,6 года. Это снижает риски инвестора по сравнению с проектами, срок окупаемости которых выше.

Ключевые слова: щебень, дробилки, фракции.

Реклама



ООО «Ас-Тик КП»

ПОСТАВКА ПОЛИМЕРНЫХ ПРОТИВОНАЛИПАЮЩИХ ФУТЕРОВОЧНЫХ ПЛАСТИН – ППФП-Астики
для экскаваторного, транспортного и технологического оборудования

Проблема налипания материала на рабочие поверхности оборудования решена!



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



ППФП-Астики обладают:

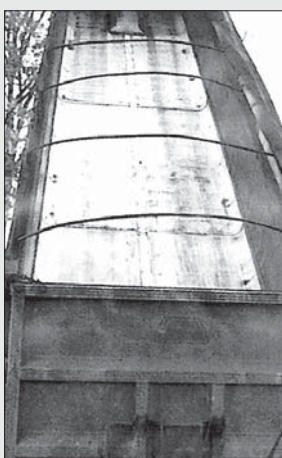
- ◆ низким коэффициентом трения;
- ◆ высокой гидрофобностью, износостойкостью, ударопрочностью, химической стойкостью;
- ◆ широким температурным диапазоном эксплуатации.

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



Эффективность ППФП-Астики подтверждается долговременной успешной эксплуатацией в качестве облицовки рабочих поверхностей:

- приемно-питающих и перегрузочных устройств вскрышных роторных экскаваторов, бункеров для хранения огарок, приемных бункеров гипса, гранул, чаш грануляторов, циклонов и др.
- на предприятиях цементной промышленности России: ОАО «Себряковцемент», ОАО «Новоросцемент», ОАО «Осколцемент», ОАО «Ангарскемент», ОАО «Магнитогорский ЦОЗ»; Республики Молдова: «Lafarge Ciment (Moldova)» S.A., ЗАО «Рыбницкий цементный комбинат» (Приднестровье);
- весовых бункеров-дозаторов и бункеров отечественного и импортного производства на предприятиях керамической промышленности России: ЗАО ПКФ «Воронежский керамический завод», ОАО «Завод керамических изделий» (Екатеринбург);
- силосов вылеживания известково-песчанной смеси, бункеров песка и весовых дозаторов в ЗАО «Ковровский завод силикатного кирпича»;
- перегрузочных узлов, приемных бункеров, плужковых сбрасывателей и др.
- на предприятиях промышленности черной и цветной металлургии России: ОАО «Михайловский ГОК», ОАО «Качканарский ГОК «Ванадий», ОАО «Сибирь-Полиметаллы» и др.; Республики Казахстан: АО «Жайремский ГОК».



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

ООО «Ас-Тик КП»

Тел.: (499) 764-37-67 Тел./факс: (495) 718-48-12 E-mail: astik_kp@mail.ru

В.Г. КУЗНЕЦОВ, президент, Т.Н. НОВИКОВА, генеральный директор,
И.П. КУЗНЕЦОВ, начальник отдела маркетинга и сбыта, ООО «Ас-Тик КП» (Москва)

Повышение эффективности использования технологического оборудования при транспортировании и перегрузке увлажненного железорудного концентрата и офлюсованных сырых окатышей

Опыт эксплуатации технологического оборудования по выпуску железорудных концентратов, офлюсованных сырых окатышей и других сыпучих материалов свидетельствует о том, что при их транспортировании и перегрузке происходит интенсивное налипание на рабочие поверхности перегрузочных узлов, бункеров, течек, дозаторов и прочее.

В результате большого количества проведенных экспериментальных натурных исследований и выполненных на их основании аналитических расчетов по определению пропускной способности приемной части бункеров и перегрузочных устройств (для ширины лент конвейеров в диапазоне 1200–2800 мм, высоты падения потока материалов на ленту 0,816 – 5,1 м, углов наклона приемного конвейера к горизонту 0°–20°, коэффициентов внутреннего трения материалов 0,5–0,9) и оценке запаса производительности конвейерных линий по перегрузке [1, 2] установлено, что при транспортировании и перегрузке увлажненных липких материалов пропускная способность устройств снижается до 60% и более, а зачастую происходит и полная их заштыбовка. Кроме того, возрастает количество внеплановых простоев, связанных с расчисткой устройств, уменьшаются в целом производственные возможности выпуска готовой продукции и ее качество.

С целью устранения налипания увлажненного железорудного концентрата, бентонита, известняка, сырых окатышей на рабочие поверхности технологического оборудования на дробильно-обогательном комплексе (ДОК) и фабрике окомкования (ФОК) ОАО «Михайловский ГОК» с высокой эффективностью применяются полимерные противоналипающие футеровочные пластины – Астики (ППФП-Астики) различной износостойкости и долговечности, выпускаемые по ТУ 2246-001-22711279–2008.

Следует отметить, что области эффективного применения продукции ППФП-Астики и полуфабрикатов из них на предприятии постоянно расширяются, а именно: подложки под ленту конвейерную, разделители грузопотоков плужковых сбрасывателей, борта – уплотнители лент конвейеров, направляющие цепи роликового укладчика, ножи-очистители и др. В связи с этим перед выпуском пластин для конкретных горно-геологических и горнотехнических условий эксплуатации технологического оборудования согласно специально разработанным оперосным листам, по методике ООО «Ас-Тик КП» [3] подбирается нужное для производства полимерное сырье и рассчитывается оптимальная толщина пластины с учетом межремонтного цикла.

Такой принцип выпуска ППФП-Астики позволяет комплексно и в полной мере использовать все основные эксплуатационные свойства полимерного материала и тем самым эффективно решать задачи, связанные с устранением налипания сырьевых материалов на рабочие

поверхности технологического оборудования, повышением срока его службы и уменьшением финансовых издержек производства [4, 5].

В результате использования ППФП-Астики существенно уменьшены, а в некоторых случаях и полностью исключены залипания и подвисания железорудного концентрата, бентонита, известняка и сырых окатышей на рабочих поверхностях перегрузочных узлов и бункеров, увеличена в среднем в 1,6 раза их пропускная способность, значительно сокращены внеплановые остановки конвейеров, повышена стабильность нагрузки на технологические линии, ликвидирован тяжелый ручной труд, применявшийся при расчистке узлов, подверженных налипанию увлажненных сыпучих материалов. Одновременно выполненная техническими службами фабрики модернизация технологического оборудования с использованием ППФП-Астики позволила внести определенный вклад в увеличение производительности труда при работе на увлажненных сырьевых материалах и подъеме производительных мощностей до проектных.

Положительный опыт повышения эффективности использования технологического оборудования ДОКа и ФОКа ОАО «Михайловский ГОК» за счет применения ППФП-Астики рекомендуется к широкому внедрению как на родственных предприятиях, так и на других выпускающих разнообразные сырьевые концентраты и др. сыпучие материалы основных горнодобывающих и перерабатывающих отраслей народного хозяйства России, стран СНГ и Балтии.

Список литературы

1. Авигодор Г.А., Ковригин В.А., Кузнецов В.Г., Шендеров А.И. и др. Пропускная способность узла перегрузки. Добыча угля открытым способом: Сб. ЦНИЭИуголь. 1979. № 12. С. 6–8.
2. Кузнецов В.Г., Ильченко С.В., Россихин Г.В. Устранение налипания увлажненного доломита на стенки накопительных бункеров. Промышленность строительных материалов Москвы. 1990. Вып. 6. С. 30–32.
3. Кузнецов В.Г., Кузнецов И.П. Определение толщины полимерной противоналипающей футеровочной пластины для различных условий эксплуатации оборудования // Строит. материалы. 2007. № 5. С. 13–14.
4. Кузнецов В.Г., Кузнецов И.П., Копылов С.В., Ситников Н.С. и др. Правильный подбор полимерных противоналипающих футеровочных пластин – залог эффективной эксплуатации технологического оборудования // Горный журнал. 2008. № 4. С. 80–81.
5. Кузнецов В.Г., Кузнецов И.П., Копылов С.В. Оценка экономической эффективности внедрения полимерных противоналипающих футеровочных пластин // Строит. материалы. 2006. № 9. С. 48.

Д.В. БАРЗИЛОВИЧ, начальник управления технического регулирования в строительстве Минрегионстроя Украины; В.Г. ТАРАСЮК, заместитель директора по научной работе, Л.А. ШЕЙНИЧ, заведующий отделом ГП НИИСК Минрегионстроя Украины (Киев)

Особенности развития строительной нормативной базы Украины

После распада СССР Украина создает и развивает национальную нормативную базу в строительстве с учетом присущих ей особенностей формирования нормативно-правового поля и правовых механизмов.

Для обеспечения инновационного развития строительства на Украине ее нормативная база должна учитывать требования к этому роду деятельности в нормативных базах стран ее соседей, в первую очередь Евросоюза и России, чтобы быть интегрированной в межгосударственное нормативное пространство. Приближением к этому является нормативная база Евросоюза, ориентированная на возможность ее применения в политически независимых странах с рыночным укладом экономики и направленная на создание общего базиса для обеспечения инженерного взаимодействия. Ее формирование проходило на базе комплексного анализа существовавших национальных систем нормативных документов, и в первую очередь нормативной системы бывшего Советского Союза.

Краеугольным камнем в системе нормативных документов государств-членов ЕЭС, который формирует общие требования к безопасной и надежной эксплуатации строительных материалов, изделий, зданий и сооружений, является Директива Совета Европы 89/106ЕЭС. Ее основные положения вошли в Технический регламент строительных изделий, зданий и сооружений, который был утвержден Постановлением Кабинета министров Украины от 20 декабря 2006 г. №1764.

В соответствии с принятым Техническим регламентом основными требованиями к зданиям и сооружениям являются:

- обеспечение механического сопротивления и устойчивости;
- соблюдение требований пожарной безопасности;
- обеспечение безопасности жизни человека, его здоровья, защиты окружающей среды;
- обеспечение безопасности эксплуатации;
- защита от шума;
- экономия энергии.

Выполнение этих требований обеспечивается качеством как самих зданий, так и строительных материалов и изделий. Качество зданий, сооружений, строительных материалов оценивают специальными процедурами, которые устанавливают соответствие экспериментально установленных показателей свойств показателям, которые приведены в соответствующих нормативных документах.

Характеристики свойств, которые обеспечивают выполнение основных требований Технического регламента и Директивы Совета Европы 89/106ЕЭС, приведены в соответствующих разъяснительных документах. Так, требования обеспечения механической прочности и стойкости строительных конструкций и изделий нашли отображение в государственных строительных нормах ДБН В.1.2-6–2008 «Система обеспечения надежности и безопасности строительных объектов. Основные требования к зданиям и сооружениям.

Механическое сопротивление и стойкость». Этот документ упорядочивает требования к показателям свойств как самих зданий и сооружений, строительных конструкций, так и строительных материалов, сырьевых материалов для их производства. Например, вводятся такие показатели, как срок эксплуатации бетона, железобетона, содержание вредных веществ – хлора в бетоне, сырьевых материалах, добавках для него; определяется влияние добавок для бетона на коррозию арматуры, которая находится в напряженном состоянии и т. д.

Для обеспечения безопасности эксплуатации зданий и сооружений в 2009 г. на Украине введен в действие Закон «О строительных нормах». Этот закон определяет правовые и организационные нормы разработки, согласования, утверждения, регистрации и применения строительных норм. В соответствии с этим законом строительные нормы являются подзаконным нормативным актом технического порядка, который содержит обязательные требования для выполнения в сфере строительства, градостроения и архитектуры. Разрабатывают государственные строительные нормы и сопровождают их на всем жизненном цикле базовые организации, к которым относятся научно-исследовательские или научно-технические (проектные) организации.

Действие этого закона распространяется на все объекты хозяйствования независимо от форм собственности, которые осуществляют строительную, градостроительную деятельность и обеспечивают изготовление продукции строительного назначения.

Этот закон определяет принципы государственной политики в сфере нормирования в строительстве:

- создание безопасных условий для жизни и здоровья человека;
- открытость, прозрачность и демократичность процедуры разработки, согласования и утверждения строительных норм;
- доступность информации о действующих строительных нормах;
- соответствие строительных норм современным достижениям науки и техники;
- соответствие строительных норм требованиям законодательства, международных норм и правил.

К субъектам нормирования в строительстве принадлежат центральный орган исполнительной власти по вопросам строительства и архитектуры; министерства, другие центральные органы исполнительной власти, к полномочиям которых относятся вопросы нормирования в строительстве.

К полномочиям центрального органа исполнительной власти по вопросам строительства и архитектуры в сфере строительства относятся:

- обеспечение реализации государственной политики в сфере нормирования в строительстве;
- разработка, утверждение, внесение изменений к государственным строительным нормам и отмена их действия;

- согласование технических заданий на разработку государственных строительных норм;
- согласование проектов отраслевых строительных норм;
- регистрация государственных и отраслевых строительных норм;
- обеспечение гармонизации государственных строительных норм с соответствующими международными нормативными актами;
- организация работы по созданию и обеспечения функционирования центрального фонда строительных норм;
- организация работы по проверке государственных строительных норм на соответствие требованиям законодательства, обеспечению их взаимной согласованности и актуализации через систему базовых организаций;
- представительства Украины в соответствующих международных специализированных организациях по нормированию в строительстве;
- организация работы по распространению, официального представления государственных и отраслевых строительных норм.

Из этого закона, в частности, следует, что государственные стандарты, на которые есть ссылки в нормах, также становятся обязательными для применения в соответствующих направлениях.

При сближении отечественной нормативной базы с европейской необходимо учитывать действующую на Украине в течение длительного времени достаточно эффективную нормативную базу. Механический перенос европейских требований может привести к несогласованности требований нормативных документов. Поэтому на переходный период целесообразно установить плавное внедрение европейских требований с учетом их

постепенного вхождения по отдельным показателям и одновременного существования нормативных документов с европейскими и отечественными требованиями. Таким примером может служить разработка ДСТУ БВ.2.7-170:2008 «Строительные материалы. Бетоны. Методы определения средней плотности, влажности, водопоглощения, пористости и водонепроницаемости» вместо соответствующих ГОСТ 12730.0-78, ГОСТ 12730.1-78, ГОСТ 12730.2-78, ГОСТ 12730.3-78, ГОСТ 12730.4-78, ГОСТ 12730.5-84. Так, в новом ДСТУ сохранены методы испытаний, которые используются в настоящее время, но также приведены методы определения средней плотности и водонепроницаемости согласно европейским требованиям.

Повышение согласно европейским нормам требований к бетонам, в частности к добавкам в бетоны, приводит не только к повышению требований к показателям свойств, которые раньше использовались, но и к появлению требований к показателям свойств, которые раньше не относились к обязательным. Так, ранее не было обязательным приведение ИК-спектров добавок, определение коррозии арматуры в бетоне под напряжением. Не использовались такие понятия, как классы влияния окружающей среды на бетон, семейство бетонов, бетон расчетного состава и др. Как следует из этого примера, существует разрыв между информацией, приведенной в строительных нормативных документах на основе европейских требований, и информацией, которой владеет большинство инженерно-технического персонала страны. Этот разрыв увеличивается недостаточной материальной базой лабораторий. Указанный разрыв можно ликвидировать с помощью поддержки государства, заинтересованных организаций, издания монографий, учебников, проведения соответствующих конференций и семинаров.



Российские промышленные эллиптические шаровые мельницы «Активатор» интенсивного помола.

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

Результаты активации цемента и помола материалов - на нашем сайте.



смешение компонентов пенобетона

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

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

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

Новосибирск, Софийская 18, оф 107
630056, Новосибирск 56, а/я 141
Факс: 8 (383) 325-18-49
Тел: 8 913 942 94 81
e-mail: belyaev@activator.ru

Реклама

Один в поле не воин: необходимость объединения отрасли назрела



21 декабря 2009 г. состоялась встреча руководителей отраслевых объединений промышленности строительных материалов России. В ней приняли участие руководители некоммерческой ассоциации производителей и потребителей природных строительных материалов «Недра», Союза производителей бетона, научно-технической общественной организации «Ассоциация «Железобетон», Союза производителей керамзита и керамзитобетона, Ассоциации производителей керамических стеновых материалов, Национальной ассоциации производителей автоклавного газобетона, Союза производителей извести. На встречу также были приглашены руководитель инициативной группы по созданию ассоциации производителей силикатного кирпича и президент «Корпорации стройматериалов».

Инициатором данной встречи выступила редакция журнала «Строительные материалы»®, который до 1992 г. являлся официальным информационным органом Министерства промышленности строительных материалов СССР, традиционно был проводником государственной тех-

нической политики и связующим звеном между отраслевой наукой, машиностроением и предприятиями отрасли.

В годы социально-экономических преобразований существенно изменилась структура органов исполнительной власти и управления промышленностью. Вопросы развития промышленности строительных материалов (ПСМ) в значительной степени делегированы отраслевым объединениям, создание которых интенсивно идет последние 3–5 лет. Практически со всеми отраслевыми объединениями редакция тесно сотрудничает.

В последнее время стало очевидным, что наряду с узкоотраслевыми проблемами каждое отраслевое объединение ПСМ вынуждено заниматься стратегическими задачами, общими для всех подотраслей промышленности. Выявление и обсуждение общих стратегических задач и возможных форм сотрудничества при их решении стало целью состоявшейся встречи.

Президент Ассоциации производителей керамических стеновых материалов **В.А. Терехов** отметил, что ситуация в ПСМ в целом тревожная. При этом финансово-экономический кризис явился не причиной, а усугубляющим фактором состояния отрасли. Он отметил, что развитие ПСМ должно быть увязано с государственной стратегией жилищного и промышленно-гражданского строительства. Различные концепции, стратегии и планы разрабатывались неоднократно, однако реализованы не были. Негативные последствия имело распространенное заблуждение среди ряда руководителей Госстроя РФ и других органов исполнительной власти, что развитие рыночных отношений обеспечит развитие необходимых подотраслей промышленности. В настоящее время *реальные объемы производства ПСМ ниже, чем приводятся в официальных статистических данных.*

В СССР действовала система социалистического разделения труда, в том числе в рамках СЭВ: оборудование для кирпичной, стекольной, силикатной, цементной и других подотраслей выпускалось в Чехии, Венгрии, Болгарии, Германии, Украине, Белоруссии, но только не в России. Таким образом, в настоящее время *Россия практически не имеет машиностроительной базы ПСМ.*

Так сложилась следующая проблема отрасли: жесткая зависимость предприятий от поставок импортного оборудования, запасных частей, сервисных услуг. Это влечет за собой сложности получения кредитов и дороговизну их обслуживания (страхования, гарантии, высокие процентные ставки и т. д.), различные таможенные выплаты, в ряде случаев двойное налоговое обложение. В результате модернизация предприятий затягивается на длительный срок, существенно повышается себестоимость продукции, а соответственно и ее цена. Все это ведет к снижению конкурентоспособности.



В.А. Сергеев

Серьезную опасность для промышленности представляет новый Закон «Об энергосбережении», многие положения которого являются популистскими и недостаточно проработанными. При этом нет ясности, на каком уровне какие организации будут контролировать его исполнение. Промышленность строительных материалов априори является энергоемкой. Многие предприятия могут испытать негативные последствия поспешных действий региональных администраций в рамках этого закона.

В.А. Терехов отметил также, что многих проблем отрасли, особенно технических и технологических, можно было бы избежать при сохранении научного потенциала отраслевых научно-исследовательских институтов. К сожалению, практически все отраслевые институты или перестали существовать, или не соответствуют современным требованиям промышленности. Научные иссле-



В.Н. Герашенко, В.А. Терехов



Н.В. Сомов



Г.И. Гринфельд

дования в основном ведутся на базе вузов, что полностью отрывает науку от практики. При этом учебные планы вузов формируются чиновниками и практически не учитывают потребности ПМС.

Едва ли не единственным примером, подтверждающим правило, является судьба головного отраслевого института НИИКерамзит (Самара), на базе которого был создан Союз производителей керамзита и керамзитобетона. Президент НО «СПКиК», генеральный директор НИИКерамзит **В.М. Горин** отметил, что в настоящее время в союз входят 40 заводов по производству керамзита и керамзитобетонных изделий, научно-исследовательский и проектный институты. Благодаря консолидации усилий всех субъектов отрасли в последние годы выпуск керамзита постоянно растет, предприятия осваивают новые марки керамзита, востребованные в высотном строительстве, дорожном строительстве, сельском хозяйстве и т. д. Новая керамзитовая печь, разработанная НИИКерамзит, позволяет снизить общее энергопотребление на 25%, а газа – на 40%.

Директор Союза производителей извести **Р.Ф. Галияхметов** среди общепромышленных проблем назвал взаимоотношения с естественными монополиями, в частности с РЖД и Газпромом. Он отметил, что даже подотраслевое объединение предприятий не может сколько-нибудь существенно повлиять на политику этих монополистов. При этом в предоставлении достаточного количества вагонов и оптимизации тарифов на железнодорожные перевозки заинтересованы и цементники, и нерудники, и гипсовики. Газ также требуется подавляющему большинству предприятий промышленности строительных материалов, где используются тепловые агрегаты (стекловаренные печи, печи обжига кирпича, автоклавы, парогенераторы, газовые вагранки и т. д.). Таким образом, налицо задачи, в решении которых перспективно объединение нескольких ассоциаций.

Р.Ф. Галияхметов поддержал тезис В.А. Терехова о необходимости ослабления зависимости российских производителей от зарубежных поставщиков оборудования и технологий и повышения международной конкурентоспособности российских предприятий.

Он также отметил, что совместными усилиями необходимо создать **базовые учебники** нового поколения для вузов.

В.А. Сергеев, руководитель направления «Специализированное машиностроение» ассоциации «Недра», рассказал, что при правильной расстановке приоритетов и организации работы внутри ассоциации можно добиться определенных успехов. Например, в ассоциации «Недра» успешно осуществляется страховая и финансовая поддержка предприятий, которые ведут техническое перевооружение. Он также отметил, что практически все предприятия ПСМ являются прямыми или косвенными пользователями недр (имеют в своем составе сырьевые карьеры или закупают природное сырье). В связи с этим целесообразно объединить усилия в направлении совершенствования законодательства по недропользованию (Закон РФ «О недрах», Лесной кодекс, Водный кодекс, разработка проекта Горного кодекса и др.).

Вице-президент ассоциации «Железобетон» **В.Р. Фаликман** отметил, что изменения законодательства последних лет поставили строительные материалы вне нормативно-технического регулирования и вне государственных гарантий. Распространенное заблуждение, что для гармонизации нормативно-технической базы ПСМ с европейскими стандартами достаточно перевести еврокоды и ввести их положения в российские нормы, приводит к тому, что не ведется необходимая исследовательская и методическая работа. А ведь на создание современной нормативно-технической базы европейским странам потребовались многие годы, в некоторых странах эта работа еще продолжается.

Он также отметил, что в силу ряда обстоятельств крупные производители железобетонных изделий, предприятия КПД не принимают активного участия в работе отрасли, часто их действия противоречат здравому смыслу, однако подчинены решениям собственников.

Президент Союза производителей бетона **А.В. Ночный** отметил, что одной из основных задач союза является создание цивилизованных конкурентных отношений на рынке товарного бетона. С широким развитием монолитного и каркасно-монолитного строительства товарный бетон стал чрезвычайно востребованным товаром, к сожалению, «скоропортящимся». Поэтому и коррупционированность этого сегмента рынка достаточно высока. Учитывая, что конструкции, изготавливаемые по монолитной технологии, во многом определяют надежность и безопасность здания, качество бетона, а не его цена или другие аргументы должны определять позицию производителя на рынке. Однако даже в Москве около половины бетоносмесительных заводов не имеют специализированных лабораторий.

Выступления руководителей отраслевых ассоциаций и союзов показали, что объединение подотраслей идет с большим трудом. Как правило, в ассоциации входит небольшая часть наиболее технически развитых предприятий, руководители которых осознают необходимость консолидации усилий по решению ряда общих вопросов.

Президент «Корпорации стройматериалов» **Е.В. Филиппов**, подводя итоги встречи, заострил внимание коллег, что жизненно важные проблемы отрасли невозможно решить на уровне отдельных ассоциаций по нескольким причинам. Одна из них, возможно, важнейшая – отсутствие в органах законодательной и исполнительной власти специалистов в области строительства и промышленности строительных материалов. По образному выражению Евгения Васильевича, «если мы и докричимся, то нас некому услышать». Это выносит на обсуждение еще ряд задач объединенных усилий.

В итоге было принято решение проводить встречи руководителей отраслевых объединений промышленности строительных материалов на регулярной основе, расширить круг приглашаемых участников, в том числе представителей органов исполнительной и законодательной власти. Также решено расширить присутствие представителей отраслевых объединений ПСМ в экспертном совете ФАС (координатор В.А. Сергеев), в подкомитете ТК 465 (координатор В.Р. Фаликман).

Тему и сроки проведения следующей встречи руководители отраслевых объединений обсудят в рабочем порядке. Журнал «Строительные материалы»® будет держать своих читателей в курсе событий.



В.М. Горин



Р.Ф. Галияхметов



А.В. Ночный



В.Р. Фаликман



Е.В. Филиппов

М.С. ПЕРОВА, магистр, Ю.Н. ХАКИМУЛЛИН, д-р техн. наук,
Казанский государственный технологический университет

Анализ рынка эластомерных композиций для герметизации стеклопакетов

В последние годы в России производство стеклопакетов и современных энергоэффективных окон с использованием стеклопакетов превратилось в активно развивающуюся отрасль строительной индустрии. Существует широкий ассортимент материалов на основе эластомеров для герметизации межстекольного пространства.

Материалы, используемые для герметизации, должны противостоять внешним факторам, таким как совместное воздействие ультрафиолетового облучения, воды, колебаний температуры и агрессивных атмосферных загрязнений, например кислотных дождей. Кроме того, они должны обладать технологичностью при их нанесении.

При изготовлении стеклопакетов по ГОСТ 24866-99 «Стеклопакеты клееные строительного назначения» для непосредственного скрепления листов стекла с металлическим профилем в качестве герметика для первой зоны герметизации стеклопакетов применяют многокомпонентную систему, содержащую бутилкаучук (БК) и другие каучуки бутиленового ряда, смолы, обеспечивающие композиции быструю и надежную адгезию к распорной рамке при температуре свыше 100°C, снятие поверхностной липкости при более низких температурах, а также низколетучие пластификаторы, активные и неактивные наполнители, стабилизаторы и другие целевые добавки. Первая зона герметизации стеклопакетов является наиболее важной, ответственной за качество межстекольного пространства в стеклопакете. Герметик первой зоны герметизации является основной преградой проникновению внутрь стеклопакета водяных паров из атмосферы.

При изготовлении газонаполненных стеклопакетов он одновременно препятствует диффузии газа. Бутиловый герметик при температуре более 110°C равномерно наносится экструзионным способом по обеим сторонам дистанционной рамки. Герметик должен ложиться без пропусков, в виде полосы (ленты) и не содержать в своей массе пузырьков воздуха. После опрессовки толщина герметика на рамке составляет 0,3–0,5 мм.

Герметик для стеклопакетов должен обладать высокой газо-, паронепроницаемостью; хорошей адгезией к стеклу и дюралюминию, способностью сохранять в процессе эксплуатации форму и механизированно перерабатываться при 110–150°C. Диапазон температур эксплуатации -40 – +90°C.

В табл. 1 приведены сравнительные характеристики газо- и влагонепроницаемости наиболее распространенных герметиков, применяемых в настоящее время для герметизации первого и второго контуров при производстве стеклопакетов согласно ГОСТ 24866–99.

Как следует из представленных данных, герметики на основе БК и полиизобутилена (ПИБ) значительно превосходят по проницаемости к аргону и воде герметики

на основе жидкого тиокола, полиуретановых и силиконовых олигомеров. Поэтому для герметизации первого контура используют исключительно невысыхающие герметики на основе БК и ПИБ (табл. 2).

Основными поставщиками бутиловых герметиков на российский рынок являются фирмы Teroson и Kömmerling (Германия), Fenzi (Италия), Tremco (США). Из отечественных производителей необходимо отметить ООО «ЗГМ» (г. Дзержинск Нижегородской обл.). Все герметики отличает высокая паронепроницаемость. Несмотря на невысокий уровень значений адгезии, связанной с прочностью самого герметика, характер разрушения на границе герметик – субстрат когезионный. Это позволяет обеспечить герметичность стеклопакета в условиях эксплуатации.

Окончательная фиксация и придание стеклопакету механической прочности достигается за счет применения химически отверждающихся герметиков. Основная функция второй зоны герметизации – придание стеклопакету конструктивной прочности. При этом следует учитывать, что стеклопакет в процессе эксплуатации подвержен термическим, вибрационным, ветровым и другим воздействиям. Вторичный контур наряду с хорошими прочностными и адгезионными характеристиками должен обладать эластичностью для компенсации выше указанных воздействий.

В связи с этим наряду с полисульфидными, полиуретановыми и неотверждающимися герметиками на основе БК (hotmelt) для герметизации второго контура также возможно использование и силиконовых герметиков с высокой газо- и влагонепроницаемостью. Наиболее широко в настоящее время для герметизации второго контура используются двухкомпонентные полиуретановые и полисульфидные герметики.

До 90-х гг. XX века на рынке преимущественно использовались полисульфидные герметики. Качество полиуретановых герметиков в то время не позволяло занять

Таблица 1

| Эластомер | Аргон, л/(м ² ·сут·бар) | Вода, г/(м ² ·сут) |
|-----------------------------------|------------------------------------|-------------------------------|
| Полиизобутилен (ПИБ) (1-й контур) | 0,01 | 0,1 |
| Жидкий тиокол | 0,03 | 3 |
| Бутилкаучук hotmelt | 0,03 | 1 |
| Полиуретановый: | | |
| – на основе олигобутадиендиола | 0,3 | 1 |
| – на основе полиэфира | 0,9 | 8 |
| Силиконовый: | | |
| – однокомпонентный | 30 | 13 |
| – двухкомпонентный | 10 | 16 |

Таблица 2

| Марка | GERO-TAPE 2280 | GERO-TAPE 2284 | GERO-BUTYL 2200 | Terostat-969 | Butylver | GD 115 | Гермус-М | Абрис С | Naftoterm BU-S | JS-680 |
|---|------------------------------|----------------|-----------------|----------------|---|------------------------------|---|--|---------------------------------------|------------------------------|
| Полимер | БК | БК | БК | ПИБ | ПИБ | ПИБ | БК и ПИБ | БК и ПИБ | ПИБ | - |
| Выпускаемая форма | двусторонняя липкая лента | шнур | для экструдера | для экструдера | для экструдера | для экструдера | для экструдера | лента, шнур | для экструдера | - |
| Плотность, г/см ³ | 1,47 | 1,45 | 1,15 | 1,25 | 1,1 | 1,05 | 1,2 | 1-1,2 | 1,1 | 1,3 |
| Прочность при сдвиге, МПа | 0,28 | | 0,04 | | 0,12 | 0,12 | 0,1 | 0,5-1,5 | 0,2 | |
| Прочность при отслаивании от стекла, Н/см | 27 | 10 | 35 | - | - | - | - | - | - | - |
| Пенетрация | - | - | - | - | 35 при 23°C | 35 при 23°C | 3,5 при 23°C | 3-40 | - | - |
| Водопроницаемость | <2,3 г/(м ² ·сут) | | - | - | не более 0,04·10 ⁻¹³ кг/(м·с·Па) | 0,17 г/(м ² ·сут) | не более 0,01·10 ⁻¹³ кг/(м·с·Па) | не более 2,2·10 ⁻¹¹ кг/(м·с·Па) | 0,03 г/(м ² ·сут) (h=1 мм) | <0,1 г/(м ² ·сут) |
| Диапазон эксплуатации, °С | -30 - +120 | -40 - +100 | -30 - +130 | -30 - +80 | - | - | - | -60 - +100 | -50 - +100 | - |

какую-либо значительную часть рынка. Это определялось не только их более высокой газопроницаемостью, но и технологическими аспектами использования.

За последние 20 лет качество полиуретановых герметиков претерпело существенные изменения, что позволило им на порядок увеличить свое присутствие на рынке.

Полисульфидные и полиуретановые герметики, использующиеся при производстве стеклопакетов, являются двухкомпонентными. Механизм отверждения полисульфидных олигомеров при окислении можно представить в виде:



В качестве окислителя обычно используется диоксид марганца [1]. Для тиоколовых композиций нарушение соотношений компонентов в пределах 1:9-1:11 влияет на скорость отверждения, но практически не влияет на конечные свойства герметиков. Благодаря этому тиоколовые герметики широко используются на небольших производствах стеклопакетов, где взвешивание и смешение состава осуществляется с помощью простых приспособлений.

Таблица 3

| Марка | Tenaglasf-2 | Thiover | Terostat-998R | GD-116 | Policad | СТИЗ-30 | Тиофест | Тиоком | Totalseal 3185 | IS442 | Elastosil IG 25 Wacker |
|---|--------------|--------------|---------------|--------------------------|-------------|--------------------|--------------|--------------|--------------------|--------------|------------------------|
| Полимер | Тиокол | Тиокол | Тиокол | Тиокол | Тиокол | Тиокол | Тиокол | Тиокол | Уретан | Уретан | Силикон |
| Плотность пасты, г/см ³ : - герметизирующей - отверждающей | 1,77 1,52 | 1,77 1,69 | 1,71 1,6 | 1,78 1,51 | 1,78 1,6 | 1,6 (смешанная) | 1,76 1,95 | 1,77 1,73 | 1,2 (смешанная) | 1,63 1,16 | 1,39 1,09 |
| Жизнеспособность, мин | 40-90 | 120-300 | 60±10 | 60 | - | 30-90 | - | - | 30-40 | 30-60 | 60 |
| Прочность в момент разрыва, МПа | 1 | 0,9 | 1,37 | 1,1+0,2 | - | 1 | 1,2±0,2 | 2,23 | - | >0,8 | 0,9 |
| Относительное удлинение, % | 50 | 50 | 145 | 125 | - | - | - | 103 | 200 | - | 100 |
| Адгезия, МПа**, к стеклу к дюралю | - - | - - | - - | Расплаивание 6+2 Н/мм | - - | 0,85 1,05 | - - | 2,63 2,75 | - - | - - | - - |
| Твердость Шора А, при 23°C | - | 50 | 45 | 42 | - | 50±4 | >45 | 46±5 | 40 | 45±5 | 42 |
| Паропроницаемость, г/(м ² ·сут) | - | 6,42* | - | - | 5 | - | 5±1 | - | - | - | - |
| Соотношение компонентов по массе | 100:8,5 | 100:9,5 | 100:10 | 100:8,5 | | 100:10 | 10:1 | | 100:6,5 | 100:7 | 100:10 |

* Для пленки толщиной 2 мм (тест ASTM-E-96).

** Характер разрушения когезионный.

Механизм отверждения полиуретановых герметиков можно представить в виде:



Отверждение происходит по реакции полиприсоединения без выделения низкомолекулярных продуктов с образованием уретановой связи.

Наиболее качественные полиуретановые герметики для стеклопакетов получают с использованием в качестве полиэфира олигобутандиендиола и изоцианата – 4,4'-дифенилметандиизоцианата. К недостаткам при применении полиуретановых герметиков следует отнести необходимость использования герметичной тары, ограниченный срок хранения (не более 6 мес) из-за трудноконтролируемого нарастания вязкости изоцианатсодержащего компонента и неустойчивости свойств при нарушении соотношения компонентов. Нарушение дозировки приводит к более существенному влиянию на жизнеспособность и конечные свойства герметика.

Это осложняет возможность использования полиуретановых герметиков при ручном режиме производства. Работа с полиуретановым герметиком предполагает высокую технологическую дисциплину на производстве, качественное и постоянно контролируемое смесительное оборудование.

И еще один немаловажный фактор – термическая стойкость полиуретановых герметиков на основе олигобутандиендиолов. Надо отметить, что по этому показателю резины на основе диеновых каучуков или олигомеров существенно уступают тиоколовым герметикам. Это связано с тем, что основная цепь таких герметиков состоит из повторяющихся звеньев бутадиена. В процессе эксплуатации старение полимеров на основе диеновых олигомеров приводит к дополнительному сшиванию, ухудшению эластических свойств – падению относительного удлинения и в конечном итоге к полной потере эластических свойств (охрупчиванию). К такому же эффекту приводит контакт таких составов с УФ-лучами, даже если в составе и присутствуют УФ-адсорберы. С учетом вышесказанного долговечность полиуретановых герметиков ниже, чем у тиоколовых.

Как следует из табл. 3, плотность герметизирующей и отверждающей паст, особенно в случае тиоколовых

герметиков, высока, что свидетельствует о том, что содержание полимера в герметике может составлять 20–30%. Соотношение герметизирующей и отверждающей паст в герметиках на основе полиуретана и полисульфида составляет в основном 10:1. Скорость отверждения таких герметиков высока, что связано с механизированной переработкой (жизнеспособность герметиков независимо от природы примерно одинакова и составляет 60+30 мин). Уже через 24 ч твердость герметиков превышает 40 единиц по Шору А, а значения прочности достигают 80–90% от предельных. Уровень деформационно-прочностных и адгезионных свойств таких герметиков значительно более высок, чем для герметиков первого контура. Минимально наблюдаемая прочность 0,5 МПа, а обычная 1 МПа. Все герметики отличают хорошие эластические свойства – минимальное относительное удлинение 50%. Характер разрушения на границе раздела герметик – дюраль или стекло когезионный. Все это обеспечивает конструкционную прочность и долговременную, не менее 10 лет эксплуатацию стеклопакета. Сравнительный анализ конечных свойств позволяет сделать выводы, что полиуретановые герметики превосходят тиоколовые по деформационно-прочностным свойствам и уступают по скорости отверждения, эластическому восстановлению, адгезии к дюралю.

В целом необходимо отметить, что качество полиуретановых герметиков с течением времени постоянно совершенствуется. Полисульфидные герметики по-прежнему обладают оптимальным комплексом параметров и в связи с этим – лучшим соотношением цена-технологичность. Поэтому наиболее требовательная часть производителей стеклопакетов и впредь будет ориентироваться на тиоколовые герметики.

Герметики на основе силиконов занимают особое место. Начало применения одно- и двухкомпонентных силиконовых герметиков относится к 70-м гг. XX века. Тогда же появилось понятие структурного остекления и структурного стеклопакета. Такие герметики обладают прекрасными механическими свойствами, устойчивостью к ультрафиолету и имеют отличную адгезию к стеклу. К преимуществам однокомпонентных силиконов, кроме того, можно отнести нейтральную вулкани-

Таблица 4

| Марка | Vostik P 5125 | ГСПК-Д | Hotver 2000 | HotMelt P5125 | Isomelt | IGK 711 | Нафотерм НМ96 |
|--|---------------|-------------|--|---------------|---------------------------|------------------------|---------------|
| Полимер | ПИБ | БК | БК | | БК | | |
| Плотность, г/см ³ | 1,15–1,19 | 1,15–1,25 | 1,16 | 1,15–1,19 | 1,17 | 1,17±0,03 | 1,14–1,2 |
| Прочность, МПа | – | 0,09 | – | – | – | – | 0,05 |
| Адгезия, МПа: – к стеклу – к дюралю | – – | 0,06 0,4 | – – | – – | Расслаивание 5 Н/мм*** | Расслаивание 5 Н/мм | – – |
| Твердость по Шору А, при 23°C | 60–65 | 50–65 | 50 | 60–65 | – | – | – |
| Паропроницаемость, г/м ² , при температуре 23°C и влажности 85% | 0,1** | 0,12 | 0,21 температура 38 °C, влажность 90% | 0,2 | 0,15 | 0,05 | 0,15 |
| Температура переработки, °C | 180–195 | 165–185 | 185–195 | 180–195 | 160–190 | 170–180 | 150–185 |
| Температура эксплуатации, °C | -40–+80 | 40–+70 | – | – | – | – | -30–+80 |

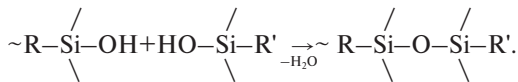
* Вязкость по Брукфильду при 200 °C–300 Па/с.

** Водопроницаемость 0,0015 г/м в сут (h пленки – 2 мм), вязкость 400 Па·с при 180°C.

*** После 48 ч складирования NK 23/50-2 DIN 50014U. Угол 90° при скорости 100 мм/мин. Материал: алюминий/стекло.

зацию, так как она не приводит к коррозии металла, широкий диапазон рабочих температур -60 – $+300^{\circ}\text{C}$, наибольшую по сравнению с другими герметиками долговечность, широкую цветовую палитру, широкий интервал температур применения (нанесение на поверхность при температуре от -30 до $+60^{\circ}\text{C}$).

Механизм отверждения силиконовых герметиков:



Однокомпонентные силиконовые герметики имеют невысокую скорость отверждения, что приводит к значительному увеличению времени изготовления стеклопакета (полная герметизация 20–30 сут). Поэтому для герметизации стеклопакетов чаще используются двухкомпонентные силиконовые герметики. Они характеризуются довольно большими значениями паро- и газопроницаемости по сравнению с другими герметиками, что влечет за собой увеличение слоя и значительное удорожание стеклопакета. Стеклопакеты, изготовленные с использованием силиконовых герметиков, как правило, дороги и обычно рекомендуются для структурного остекления, где большую роль играет их устойчивость к ультрафиолету.

За рубежом большое число фирм занимается выпуском герметиков для стеклопакетов на основе полисульфидных олигомеров. Среди них Kömmerling, Teroson, Bostik, Fenzi. В табл. 3 представлены свойства герметиков для второго контура герметизации стеклопакетов. Следует отметить, что все эти герметики отличаются довольно высокой прочностью. Минимально наблюдаемая прочность 0,5 МПа, а обычная – 1 МПа. Все герметики отличаются хорошей эластичностью: минимальное относительное удлинение 50%, обычное – 100%. Для таких герметиков характерна высокая скорость отверждения – жизнеспособность составляет 60 мин.

К неотверждаемым герметикам, используемым для второй зоны герметизации, относят герметики на основе БК, применяемые по технологии hotmelt.

Герметизация второго контура по технологии hotmelt была широко распространена в Европе в 70–80-е гг. XX в. В России до сих пор около 20% выпускаемых стеклопакетов производится по данной технологии. Такие герметики – это химически неотверждаемые, терморезистивные, однокомпонентные, представляющие собой химически стабилизированную наполненную дисперсию бутилкаучука и других синтетических эластомеров в среде высокомолекулярных смол, не содержащие растворителей. Состав композиции обеспечивает широкий интервал пластичности в температурном диапазоне работы стеклопакета, требуемые адгезионные свойства, а также химическую стабильность и светостойкость. Очевидные преимущества герметиков, перерабатываемых по технологии hotmelt, – недорогое, простое, машинное оформление процесса, возможность повторно использовать технологические отходы материалов, малый срок застывания (при нормальных условиях герметик схватывается в течение 2 мин), широкий диапазон температуры эксплуатации изделий (-40 – $+80^{\circ}\text{C}$), повышенная устойчивость к ультрафиолетовому излучению и окислительному старению, высокая газо-, паронепроницаемость, адгезия к дюралю и стеклу и вполне удовлетворительные деформационно-прочностные свойства.

Для нанесения таких герметиков используются hotmelt-экструдеры, представляющие собой нагреваемую до 160 – 200°C емкость, из которой по термоизолируемому трубопроводу подается расплав. Однако терморезистивные свойства составов типа hotmelt обуславливают

некоторые недостатки. При нагревании происходит размягчение слоя герметика, обуславливающего ухудшение механических свойств стеклопакета. Иногда наблюдается даже частичное стекание разогретой hotmelt-композиции вниз стеклопакета. При значительном охлаждении такой герметик существенно утрачивает эластичные свойства. Ветровое воздействие приводит к отрыву стекла от пластичной массы. Кроме того, вода в виде конденсата, замерзая в появляющихся микротрещинах, рвет их. Многократное повторение процесса приводит к разрушению герметика. В конечном итоге это негативно сказывается на качестве стеклопакета. С учетом указанных достоинств и недостатков, практически все ведущие фирмы-производители имеют в своем активе такие герметики.

В табл. 4 представлены свойства неотверждаемых герметиков на основе БК.

Таким образом, для герметизации первого контура стеклопакета применяются только однокомпонентные герметики невсыхающего типа на основе БК и ПИБ, что обусловлено их выдающейся газо-, паронепроницаемостью. Для герметизации второго контура с учетом эксплуатационных свойств преимущественно применяются отверждаемые двухкомпонентные полисульфидные и полиуретановые герметики.

Список литературы

1. *Хакимуллин Ю.Н.* Герметики на основе полисульфидных олигомеров: синтез, свойства, применение. М.: Наука, 2007. 301с.
2. *Хайруллин И.К., Поманская М.П., Кутыркин И.В.* Герметизирующие материалы в современном строительстве // Клеи. Герметики. Технологии. 2006. № 8. С. 32–35.

17-19 марта
Ростов-на-Дону

ВЫСТАВКА

СТИМЭкспо

СТРОИТЕЛЬСТВО, АРХИТЕКТУРА, ГОРОД-ЖКХ, ВОДА, ТЕПЛО

СТРОИТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И МАТЕРИАЛЫ

VERTOL EXPO
ВЫСТАВОЧНЫЙ ЦЕНТР

ГЕНЕРАЛЬНЫЙ ИНФОРМАЦИОННЫЙ СПОНСОР: Стройка группа газет

ГЕНЕРАЛЬНЫЙ ИНФОРМАЦИОННЫЙ ПАРТНЕР: BLIZKO REMONT

РОСТОВ-НА-ДОНУ, ПР. М. НАГИБИНА, 30
ТЕЛ./ФАКС (863) 268-77-68
SALES@VERTOLEXPO.RU; WWW.VERTOLEXPO.RU

К выходу монографии М.К. Ищука

Отечественный опыт возведения зданий с наружными стенами из облегченной кладки

М.: РИФ «СТРОЙМАТЕРИАЛЫ», 2009. 360 с.



Автор монографии М.К. Ищук, заместитель директора ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко, более тридцати лет занимается исследованием прочности каменных конструкций.

В монографии обобщен отечественный опыт возведения зданий с наружными стенами из облегченной кладки. С конца 1990-х гг. в России началось массовое строительство зданий с наружными облегченными стенами с лицевым слоем из кирпичной кладки. Это было связано с введением повышенных требований по обеспечению сопротивления стен теплопередаче.

Разработанная ЛЕНЗНИИЭП и ЦНИИСК в конце 1980-х гг. типовая серия 2.130-8 по проектированию наружных облегченных стен уже не соответствовала новым требованиям по сопротивлению теплопередаче и возросшей высоте зданий. Поэтому в первую очередь был перенят зарубежный опыт, на основе которого был разработан альбом ЦНИИЭПжилища, ставший фактически типовым. В то же время **российские условия возведения и эксплуатации наружных стен во многом отличаются от условий в других странах**. Сюда следует отнести и более суровый климат, и зачастую низкое качество строительства, дефицит многих качественных материалов, отсутствие достаточного опыта проектирования многослойных стен. Поэтому даже хорошо известные за рубежом технические решения требуют неформальной адаптации к местным условиям. Вместе с тем еще больший вред принесло внесение в зарубежные аналогии непродуманное их упрощение и замена более дорогих материалов на дешевые.

Таким образом, вследствие недостаточного опыта проектирования и возведения облегченных стен при строительстве многих зданий были допущены и, к сожалению, продолжают допускаться серьезные ошибки. Среди них следует отметить некачественную укладку утеплителя и отсутствие либо некачественное исполнение горизонтальных и вертикальных деформационных швов. Часть ошибок уда-

валось исправить еще в процессе строительства. Но значительная часть дефектов стала проявляться спустя несколько лет после окончания возведения. На ряде зданий произошло обрушение облицовки. Только в Москве количество зданий с выявленными дефектами лицевого слоя из кирпичной кладки составило несколько сотен. Если не предпринять меры по устранению дефектов, в дальнейшем число аварий может многократно увеличиться. Это может произойти как на уже возведенных зданиях, так и по мере строительства новых.

Это заставило власти Москвы и Московской области ввести существенные ограничения по возведению наружных стен с лицевым слоем из кирпича, которые равносильны их запрету. Можно ожидать, что этому примеру последуют и другие регионы.

В книге представлены результаты экспериментальных и расчетно-теоретических исследований наружных облегченных стен с лицевым слоем из кирпичной кладки. На основе анализа причин возникновения дефектов стен и проведенных исследований были разработаны инженерные методы расчета наружных многослойных стен на различные виды воздействий с учетом поэтапности и длительности возведения, включая температурно-влажностные.

Приведены конструктивные требования по назначению расстояний между вертикальными и горизонтальными деформационными швами, конструкции гибких связей, армированию кладки. Даны технические решения наружных стен как с горизонтальными деформационными швами, так и без них.

Большое количество фотографий и чертежей иллюстрируют как дефекты зданий, так и варианты технических решений, обеспечивающих возведение надежных и долговечных стен.

Монография рассчитана на работников проектных, строительных и контролирующих качество строительства организаций.

Приобрести книгу можно в издательстве

www.rifsm.ru

e-mail: mail@rifsm.ru rifsm@mail.ru

тел./факс: (495) 976-20-36, 976-22-08

В книжном магазине «Дом технической книги»
по адресу: 119334, Москва, Ленинский проспект, д. 40

СПЕЦИАЛЬНОЕ КОНСТРУКТОРСКОЕ БЮРО СКБ СТРОЙПРИБОР

ПРИБОРЫ НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ



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

Реклама

ИЗМЕРИТЕЛИ ПРОЧНОСТИ БЕТОНА, КИРПИЧА

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

автоматическая обработка
измерений



диапазон 3...100 МПа

УКС-МГ4 / УКС-МГ4 С
ультразвуковой

поверхностное и сквозное
прозвучивание



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

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

отрыв со скалыванием
и скалывание ребра

предельное
усилие 60 кН
диапазон 5...100 МПа



ПОС-2МГ4 П

испытание прочности
ячеистых бетонов



предельное
усилие вырыва 2,5 кН

**ПЛОТНОМЕРЫ ГРУНТОВ
ДИНАМИЧЕСКИЕ**

ПДУ-МГ4 "Удар"

и **ПДУ-МГ4 "Импульс"**

определение динамического
модуля упругости грунтов
и оснований дорог
методом штампа,
диапазон: 5...370 МН/м² ("Удар")
5...300 МН/м² ("Импульс")



**Прессы испытательные
малогабаритные**

**ПГМ-100МГ4 / ПГМ-500МГ4
/ ПГМ-1000МГ4**

с гидравлическим приводом
для испытания бетона,
асфальтобетона, кирпича
■ предельная нагрузка
100 / 500 / 1000 кН
■ масса 70 / 120 / 180 кг



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

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

ПСО-10МГ4 КЛ

испытание прочности
сцепления в каменной
кладке

предельное усилие
отрыва 15 кН



АДГЕЗИМЕТРЫ

ПСО-МГ4

испытание прочности
сцепления покрытия
с основанием

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



**ИЗМЕРИТЕЛИ
ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ**

ИТП-МГ4 "100" / "250" / "Зонд"

стационарный
и зондовый режимы



диапазон 0,02...1,5 Вт/м·К

АНЕМОМЕТРЫ, ГИГРОМЕТРЫ

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

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



ТГЦ-МГ4 / ТГЦ-МГ4.01
термогигрометр

диапазон 0...99,9 % / -30...+85 °С



**ИЗМЕРИТЕЛИ ПЛОТНОСТИ
ТЕПЛОВЫХ ПОТОКОВ И ТЕМПЕРАТУРЫ**

ИТП-МГ4.03 "Поток"

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

диапазон 10...999 Вт/м²
-40...+70 °С



ИЗМЕРИТЕЛИ ВЛАЖНОСТИ

ВЛАГОМЕР-МГ4

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



**ИЗМЕРИТЕЛИ ТОЛЩИНЫ
ЗАЩИТНОГО СЛОЯ БЕТОНА**

ИПА-МГ4

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



ТЕРМОМЕТРЫ

ТМР-МГ4 / ТЦЗ-МГ4 / ТЦЗ-МГ4.01

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



**ИЗМЕРИТЕЛИ СИЛЫ НАТЯЖЕНИЯ
АРМАТУРЫ**

ДО-40 / 60 / 80МГ4

метод поперечной оттяжки

диапазон контролируемых
усилий 2...120 кН

диаметр
арматуры 3...12 мм



**ИЗМЕРИТЕЛИ НАПРЯЖЕНИЙ
В АРМАТУРЕ**

ЭИН-МГ4

частотный метод

диаметр
арматуры 3...32 мм

диапазон 100...1800 МПа



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

С.И. КОЧЕТКОВ, инженер-геофизик, В.П. СНИСАРЬ, канд. геол.-мин. наук, Украинский научно-исследовательский геологоразведочный институт (УкрНИГРИ); Б.М. ДАЦЕНКО, канд. техн. наук, ЗАО с ИИ «Слобожанська Будивельна Керамика» (Киев, Украина)

Оценка долговечности керамического кирпича

Керамический кирпич в течение нескольких тысячелетий был и остается одним из самых распространенных видов строительных материалов, но в последнее время в периодических изданиях строительного профиля появились статьи касающиеся проблем использования лицевого керамического кирпича в современных многослойных конструкциях стен. Так, в публикации [1] констатируется факт множественных случаев обрушения или появления различных дефектов наружного слоя стен из керамического кирпича многослойных конструкций в Московской области. Только в Москве количество зданий с выявленными дефектами лицевого слоя из кирпичной кладки составило несколько десятков. Одной из основных причин признано некачественное выполнение строительно-монтажных работ, а применяемые проектные решения подвергнуты серьезной критике. В работе [2] анализируются причины появления дефектов лицевого слоя стен из керамического кирпича и акцентируется внимание на ошибках, допущенных при проектировании и строительстве.

По-видимому, ошибочные проектные решения и нарушения технологии производства строительных работ являются основными причинами появления дефектов стен, но следует также обратить внимание на свойства самого керамического кирпича, поскольку он является пористым материалом, способным изменяться под воздействием таких факторов окружающей среды, как колебания температуры, влажности, солевая агрессия и т. п. Эти воздействия могут сами по себе вызывать разрушение керамического материала или же усиливать результат воздействия ошибочных проектных решений или нарушений технологии кладочных работ.

Целью настоящей работы явилось установление возможности прогнозирования долговечности керамического кирпича на основе методов неразрушающего контроля путем изучения его акустических свойств. В ходе работы измерялись скорости распространения ультразвуковых колебаний (УЗК) в керамическом материале в трех взаимно перпендикулярных направлениях. Работа выполнялась в лаборатории петрофизики УкрНИГРИ, которая располагает необходимым оборудованием для изучения акустических, фильтрационных, адсорбционных и других свойств пористых материалов.

В работе [3] представлены результаты изучения анизотропии акустических свойств керамического кирпича в зависимости от температуры обжига при 850, 1000 и 1100°C. В образцах измерялись скорости распространения УЗК в трех взаимно перпендикулярных направлениях.

Абсолютные значения скорости волн варьируют от 1440 до 2934 м/с. Отмечается закономерное возрастание скорости УЗК с ростом температуры обжига, что является отражением снижения пористости материала вследствие его большей спекаемости при более высоких температурах. Характерна большая разница скоростей в зависимости от направления прозвучивания, что свидетельствует о высокой анизотропии упругих свойств исследуемого материала. Для направления,

перпендикулярного лицевой поверхности кирпича, характерны минимальные скорости, а для направления параллельного этой поверхности, — максимальные. Причем соотношение максимальной и минимальной скоростей, отражающее анизотропию свойств материала, закономерно изменяется в обеих сериях испытанных образцов: максимальное значение фиксируется при температуре обжига 850°C, снижается при 1000°C и затем снова немного возрастает при 1100°C.

Выполненные исследования показывают, что методом сквозного прозвучивания образцов кирпича можно получить данные о некоторых особенностях его структуры и этим можно воспользоваться при оценке долговечности кирпичных изделий, производимых на разных заводах и по разной технологии производства.

Исследуемые материалы. В качестве объекта исследования использованы не специально приготовленные лабораторные образцы, а товарные изделия украинских производителей, представленных на украинском рынке. Для испытаний в основном отбирались образцы лицевого и клинкерного кирпича.

Образцы № 1, 2, 3 представляют продукцию одного и того же кирпичного завода. Различие их свойств в основном обусловлено разным составом используемого сырья: в образце № 2 введено 15% шамота по сравнению с образцом № 1. Образец № 3 имеет шоколадно-коричневую окраску: для его производства использовалась глина с большим количеством плавней (Fe, K, Na), шмот и краситель на основе окислов марганца, который улучшает спекаемость керамического материала. Образцы № 4 и 5 производятся на другом заводе, имеют светлую красновато-желтую окраску. Шихта для производства образца № 5 содержит в своем составе 12% CaCO₃ (мел) в отличие от образца № 4. Температура обжига изделий № 4 и 5 на 30–40°C выше, чем образцов № 1, 2, 3. Образец № 6, близкий по составу шихты образцам № 1 и 4, отличается более высокой температурой обжига.

Образец № 7 представляет лицевой кирпич одного из испанских производителей, отличается содержанием шамота около 20% и предположительно высоким содержанием кальция в составе шихты. О температуре обжига достоверных данных нет.

Образцы № 8 и 9 представляют клинкерный кирпич с показателем водопоглощения до 6%.

Образцы с 1-го по 9-й получены пластическим способом формования, при котором происходит структурирование глинистой массы в шнековом экструдере и создаются предпосылки для высокой анизотропии акустических свойств получаемых изделий. Этот способ формовки обеспечивает лучшую спекаемость керамической массы по сравнению с полусухим прессованием и высокую производительность формовочного оборудования.

Образец № 10 — рядовой кирпич, производимый по технологии полусухого прессования.

Образец №11 представляет изделия, производимые по технологии формования Soft mate, разработанной голландской фирмой De Boer. По типу воздействующих усилий на формуемую массу в этой технологии фактически реализован ручной способ формовки низкопластичной глинистой массы, но машинным способом. Он отличается малой производительностью и более высокой себестоимостью производства по сравнению с пластическим способом формовки.

Метод и аппаратура исследования. Из отобранных образцов вырезались фрагменты лицевой поверхности кирпичей в виде параллелепипеда со сторонами 10–15 мм для определения скоростей распространения ультразвуковых колебаний в трех взаимно перпендикулярных направлениях:

V_1 – параллельно лицевой поверхности кирпича (вдоль оси шнека экструдера при формовании);

V_2 – перпендикулярно лицевой поверхности и перпендикулярно оси шнека;

V_3 – параллельно лицевой поверхности и перпендикулярно оси шнека;

$V_{ср.} = (V_1 + V_2 + V_3)/3$ – среднее значение скорости по трем направлениям;

K_a – коэффициент анизотропии, равный отношению V_1/V_2 .

Измерения производились на приборе УК-10ПМС, предназначенном для неразрушающего контроля физико-механических характеристик изделий из стеклопластиков, пластмасс, бетона и других материалов путем измерения времени распространения ультразвуковых колебаний (УЗК) методом поперечного прозвучивания в лабораторных и цеховых условиях. Прибор обеспечивает контроль изделий, скорость распространения продольных УЗК в которых находится в пределах от 300 до 15000 м/с.

Основными показателями качества кирпича, которые определяют марку изделия, являются предел прочности при сжатии и изгибе, водопоглощение и морозостойкость. Водопоглощение керамического черепка обусловлено открытой пористостью и в значительной степени зависит от степени спекания керамической массы. Считается, что кирпич с низким водопоглощением будет иметь высокие эксплуатационные характеристики. В общем случае эта тенденция верна, но нередко такая закономерность нарушается: известны факты, когда клинкерный кирпич с водопоглощением около 2% разрушался быстрее, чем кирпич с водопоглощением 20% [4]. В таких случаях чаще всего делается вывод, что данный кирпич не обладает морозостойкостью. Но истинные причины этого явления и эффективные способы контроля до сих пор не имеют однозначного решения.

Проблема оценки качества кирпичных изделий и особенно оценка их долговечности не так однозначны, как может показаться на первый взгляд. Стандартный тест на морозостойкость путем замораживания не в полной мере отражает воздействие факторов, способных привести к разрушению кирпича. Известно много случаев, когда лицевой кирпич с морозостойкостью 75 циклов и более разрушался после первой же зимовки. Не только расширение замерзающей воды, но и изменение размеров кирпича вследствие многократно повторяющихся циклов увлажнения-высушивания, адсорбционные процессы приводят к появлению внутренних напряжений и последующему разрушению материала. Кристаллизационное давление солей в пористой среде также является мощным разрушающим фактором. Способ испытания строительных материалов на морозоустойчивость путем пробы с глауберовой солью был предложен Брандом еще в 1840 г. и с тех пор неоднократно служил предметом исследований многих специалистов [5].

Проявления всех перечисленных выше факторов так или иначе связаны со структурой порового пространства керамического изделия и его неоднородностью и оказывают очень сильное влияние на долговечность кирпича.

В таблице представлены результаты измерений скорости распространения УЗК в образцах из товарного кирпича, представленного на рынке Украины.

Даже в хорошо спеченном, визуально однородном керамическом кирпиче с низким водопоглощением УЗК позволяют выявить наличие свилеватой текстуры материала, что хорошо видно путем сравнения скоростей распространения волн в одном и том же образце во взаимно перпендикулярных направлениях (колонки 2–4 табл.).

Максимальные скорости УЗК характерны для клинкерного кирпича (образцы 8 и 9), поскольку он имеет самую низкую пористость из всех представленных образцов. Иначе говоря, температура обжига и его длительность имеют решающее влияние на скорость УЗК в керамическом материале, которая статистически прямо пропорциональна пределу прочности кирпича при сжатии и обратно пропорциональна водопоглощению.

Что же касается коэффициента анизотропии, то здесь определяющее значение имеет способ формования кирпича, а также состав шихты. Для изделий пластического способа формования величина $K_a > 1$ (колонка 6, образцы 1–7 в табл.). Это свидетельствует о наличии в керамическом материале уплотненных пор и ослабленных поверхностей, ориентированных преимущественно параллельно лицевой поверхности кирпича.

Для изделий полусухого формования и технологии фирмы De Boer (псевдоручная формовка), представленных образцами 10 и 11, $K_a < 1$. То есть в этих изделиях уплотненные поры ориентированы перпендикулярно лицевой поверхности и параллельно постели кирпича.

Из вышеизложенного вытекает важное следствие для практики, а именно: после укладки в стену в кирпиче пластического способа формовки уплотненные поры и ослабленные поверхности ориентированы вертикально. Следовательно, под действием нагрузки вышележащих конструкций они всегда будут стремиться к расширению. В стене из кирпича ручной формовки вертикальная нагрузка, наоборот, препятствует развитию имеющихся в кирпиче уплотненных пор и трещин. Этими особенностями, по-видимому, и объясняется часто отмечаемая

| № образца | Скорость УЗК, м/с | | | $V_{ср.}$ | $K_a = V_1/V_2$ | $K_{ст.д.}$ |
|---|-------------------|-------|-------|-----------|-----------------|-------------|
| | V_1 | V_2 | V_3 | | | |
| Лицевой кирпич – пластический способ формования | | | | | | |
| 1 | 3100 | 2100 | 2700 | 2633 | 1,48 | 1779 |
| 2 | 3000 | 2200 | 2900 | 2700 | 1,36 | 2132 |
| 3 | 3500 | 2800 | 3450 | 3250 | 1,25 | 2600 |
| 4 | 3500 | 2500 | 2500 | 2833 | 1,4 | 2024 |
| 5 | 3900 | 2900 | 3700 | 3500 | 1,35 | 2593 |
| 6 | 3900 | 2800 | 2900 | 3200 | 1,39 | 2302 |
| 7 | 4050 | 3200 | 3400 | 3550 | 1,27 | 2795 |
| Клинкерный кирпич – пластический способ формования | | | | | | |
| 8 | 4200 | 2540 | 3800 | 3513 | 1,65 | 2129 |
| 9 | 4340 | 2930 | 4000 | 3757 | 1,48 | 2539 |
| Рядовой кирпич – формование способом полусухого прессования | | | | | | |
| 10 | 2000 | 2060 | 2060 | 2040 | 0,97 | 2103 |
| Кирпич голландского производства по технологии De Boer | | | | | | |
| 11 | 2200 | 2660 | 2800 | 2553 | 0,83 | 3076 |

многими исследователями прочность стен из старого кирпича, который обжигался в гораздо менее совершенных печах, чем современные, но конструкции из него нередко имели высокую прочность благодаря структуре пористости, характерной для ручного способа формовки.

В общем случае чем ниже пористость материала, тем более устойчив он будет против воздействий окружающей среды [6, 7]. Наличие слоистости, свилеватости, что находит отражение в значениях коэффициента анизотропии K_a , наоборот, снижает устойчивость керамического материала.

Для удобства анализа полученных данных по распространению УЗК в керамическом материале целесообразно ввести коэффициент структурной долговечности кирпича, который будет прямо пропорциональным средней скорости УЗК и обратно пропорциональным коэффициенту анизотропии:

$$K_{ст.д.} = V_{ср.}/K_a.$$

По коэффициенту $K_{ст.д.}$ наиболее долговечным из изученных материалов является образец голландского кирпича, производимого по технологии фирмы De Voeg, а наименее долговечным — образец 1, по которому имеется больше всего претензий от покупателей.

Обращает на себя внимание тот факт, что образцы 1, 2 и 3 (производятся на одном заводе) по прочностным показателям, водопоглощению и морозостойкости являются идентичными по классификации производителя и относятся к одной и той же марке. Но по коэффициенту структурной долговечности они различаются очень сильно.

То же относится и к образцам 4 и 5, производимым на одной и той же технологической линии. Шихта для образца 5 в отличие от образца 4 содержит в своем составе мел, что способствует лучшей спекаемости при обжиге и снижению K_a . Ввод в шихту мела также способствует получению черепка с меньшим влажностным расширением [8]. В пользу этого свидетельствует и тот факт, что на стенах зданий из кирпича, представленного образцом № 5, нигде не наблюдалось отслоения лицевой поверхности, даже в местах сильного замкания кладки.

Касательно роли мела в кирпичной шихте уместно будет цитата из [7]: «Повышенное содержание окиси кальция нежелательно, так как она понижает вязкость глины при спекании, уменьшает интервал плавкости, а углекислый газ (из $CaCO_3$) может увеличить пористость изделия. Окись магния менее вредна в этом отношении. Однако известны случаи изготовления клинкера из глины при содержании $CaCO_3$ в шихте около 16%. Будапештские мостовые выполнены из такого чрезвычайно износостойчивого клинкера (ростолита). Обжигают его в капсулах ввиду большой жидкоплавкости шихты и по очень замедленному режиму, в особенности при охлаждении. Аналогичны голландские глины. Голландские керамики даже предпочитают аллювиальные глины, содержащие 8–15% $CaCO_3$...».

Следует отметить, что ввод в шихту большего количества шамота также снижает анизотропию акустических свойств керамического материала и способствует большей его долговечности. То есть, изменением состава шихты и режима обжига изделий можно добиться значительного снижения анизотропии акустических свойств кирпичных изделий, получаемых пластическим способом формовки. Контролировать эти изменения можно путем исследования акустических свойств керамического материала.

Выводы

1. Исследование акустических свойств керамических стеновых материалов позволяет получить ценную информацию об особенностях их строения, необходимую для оценки долговечности изделий.

2. Предложенный коэффициент структурной долговечности кирпича $K_{ст.д.}$ хорошо согласуется с визуально наблюдаемыми фактами устойчивости или разрушения конкретных образцов кирпича. Однако его следует рассматривать только как один из множества показателей, которые наряду с показателем морозостойкости целесообразно учитывать при оценке долговечности керамического пористого материала.

3. Для большей обоснованности заключений о долговечности керамического материала следовало бы учитывать также показатели, отражающие интенсивность физико-химического взаимодействия в системе пористый керамический материал — вода, а именно: влажностное расширение, содержание водорастворимых солей в керамическом материале, адсорбционную активность черепка. Методы их определения предложены в работе [9], но до настоящего времени не отражены в нормативных документах Украины и России. В действующих стандартах предусмотрены показатели качества, в основном характеризующие свойства материала до его укладки в стену, а за послепродажное поведение материала ответствен лишь один показатель — морозостойкость, который не отражает всего многообразия факторов, могущих привести к разрушению кирпича.

4. Следует рассмотреть целесообразность определения в качестве опции коэффициентов влажностного расширения кирпича, содержания водорастворимых солей, изменения линейных размеров после повторного обжига — аналогично стандарту EN 771-1:2003 (Specification for masonry units. Clay masonry units), а также структурной долговечности материала, определяемой путем ультразвукового исследования акустических свойств кирпича.

5. В лаборатории петрофизики УкрНИГРИ накоплен большой опыт изучения пористых сред. Имеющееся лабораторное оборудование и методические разработки могут быть эффективно использованы для решения вопросов повышения долговечности пористых строительных материалов.

Ключевые слова: кирпич, анизотропия, акустические свойства, ультразвуковые колебания

Список литературы

1. *Пец Т.* Кирпичные фасады: два шага назад // Строит. материалы. 2009. № 6. С. 49.
2. *Ищук М.К.* Основные причины, вызывающие дефекты наружных стен с лицевым слоем из кирпичной кладки // Жилищное строительство. 2008. №3. С. 28–31.
3. *G. Cultrone, E. Sebastian, O. Cazalla, M. Nechar, R. Romero, M. G. Bagur* Ultrasound and mechanical test combined with ANOVA to evaluate brick quality// Ceramics International. 2001. № 21. P. 401–406.
4. *Соколов Я. А.* Лабораторные испытания и технико-химический анализ в производстве строительных материалов. М.—Л.: Гизместпром. 1941. 212 с.
5. *Соколов Я.А. Палагин В.С.* Морозоустойчивость кирпича. М.: Госстройиздат. 1946. 27 с.
6. *Беркман А.С., Мельникова И.Г.* Структура и морозостойкость стеновых материалов. М.—Л.: Госстройиздат. Ленинградское отделение. 1962. 167 с.
7. *Августиник А.И.* Керамика. Л.: Стройиздат. 1975. 591 с.
8. *Павлов В.Ф.* Физико-химические основы обжига изделий строительной керамики. М.: Стройиздат. 1977. 240 с.
9. *Книгина Г.И., Вершинина Э.Н., Тацки Л.Н.* Лабораторные работы по технологии строительной керамики и искусственных пористых заполнителей. М.: Высшая школа, 1985. 224 с.

Калининградской области необходимо развитие современных технологий строительства

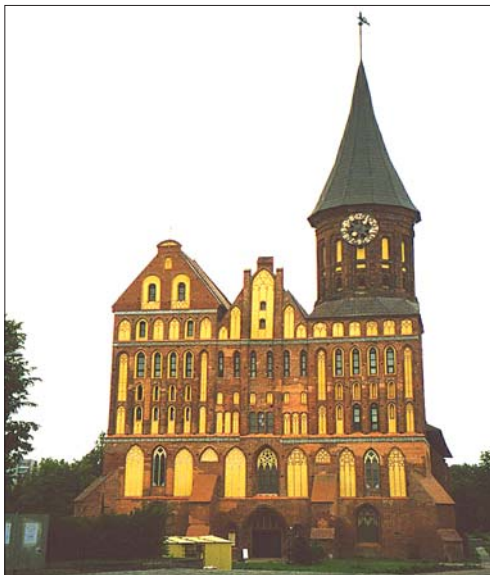
Калининградская область (административный центр — Калининград) — самая западная и самая маленькая область Российской Федерации. Является анклавом, а точнее его разновидностью — полуэксклавом Российской Федерации, то есть не имеет общей с Россией сухопутной границы. Площадь Калининградской области 15,1 тыс. км², включая Калининградский и Куршский заливы. Население — 937,4 тыс. чел. По состоянию на начало 2009 г. 76,5% населения проживает в 22 городах и 5 поселках городского типа. Из них в Калининграде — около 420 тыс. человек. В области насчитывается 1096 сельских населенных пунктов.

Строительный комплекс Калининградской области включает более 700 подрядных организаций, предприятий промышленности строительных материалов, проектные и другие фирмы, в которых работает около 48 тыс. человек.

В области разработана и осуществляется подпрограмма «Развитие строительной индустрии, промышленности строительных материалов». В состав ПСМ входит около 80 крупных и средних предприятий, которые производят более 60 видов строительных материалов и изделий, в том числе по выпуску КППД и сборных ЖБИ — 12 предприятий; стеновых материалов — 7; по добыче нерудных материалов — 10. Продукция отрасли потребляется в основном на внутреннем рынке.

В последние годы Калининградская область уверенно увеличивала ввод жилья, который в 2008 г. составил 800 тыс. м². Развитие мирового финансово-экономического кризиса коснулось и Янтарного края: в 2009 г. в области было построено 606,8 тыс. м² жилья.

В связи с сокращением темпов строительства в регионе снизились и объемы производства стройматериалов. По различным оценкам индекс производства строительных материалов в 2009 г. составил 40–45%.



Кафедральный собор — главная церковь Кенигсберга и главный исторический символ Калининграда, построенный в стиле балтийской готики, является одним из немногих кирпичных готических сооружений в России. Построен в 1333–1380 гг. Во время Великой Отечественной войны сильно пострадал, ныне восстановлен



Замок Балга — один из самых известных памятников средневековой рыцарской архитектуры в стиле кирпичной готики в Калининградской области. Строительство с использованием керамического кирпича начато около 1250 г. Неоднократно перестраивался. Во время Великой Отечественной войны сильно пострадал, сохранившиеся руины безнадзорны, местные жители используют кирпич замка для современного строительства

Чтобы правильно расставить акценты при оценке перспектив развития строительного комплекса Калининградской области, целесообразно обратиться к уцелевшим строительным вехам ее бурной и временами трагичной истории.

Замок Кенигсберг был основан немецкими рыцарями Тевтонского ордена на месте прусского городища Туангсте (Твангсте) в 1255 г. Первоначально замок был деревянным, но в 1257 г. началось строительство кирпичного замка. Со временем у его стен возникло поселение, которое тоже стали называть Кенигсбергом. Главная церковь города на острове Кнайпхофе (ныне остров Канта) — Кафедральный собор был построен в 1333–1380 гг. также из керамического кирпича.

В 1544 г. в городе открылся университет, названный впоследствии по имени герцога Альбрехта Альбертиной. Все фортификационные, культовые и государственные постройки возводились из керамического кирпича. Затем из кирпича стали строить дома богатых горожан.

В течение XIX в. проводилась модернизация оборонительных сооружений Кенигсберга. Было построено множество бастионов, рavelинов, оборонительных валов. Символично, что в 1821 г. из керамического кирпича было построено и здание Высшей строительной (технической) школы. Столица Пруссии имела все шансы сохраниться в истории примером города с семивековой кирпичной архитектурой от готики до современности.

Вторая мировая война разрушила его до основания. К 1945 г. Кенигсберг был практически стерт с лица земли. Вначале его утетила авиация союзников, затем безжалостно штурмовала Красная Армия. Исторический центр превратился в груды щебня.

В отличие от других архитектурных жертв той страшной войны — Гавра, Роттердама, Ковентри, Сталинграда, Кельна, разоренных, изувеченных, но бережно восстановленных, — столица Восточной Пруссии перестала существовать не только как градостроительный ансамбль, но и как сообщество горожан. Старинный европейский город, древняя столица — свидетель возвышения Пруссии, усиления ее влияния на судьбу всей Европы, в одночасье стал советским, получив имя «всесоюзного старосты», фигуры хоть и знаковой, но неоднозначной. Коренного населения в Калининграде почти не осталось, новой советской администрации восстанавливать немецкие руины было не с руки да и политически неправильно, а создать рядом нечто равноценное, как показало время, оказалось не по силам.

В результате уцелевший кирпич, черепица, брусчатка, металл из развалин исторического центра вывозились в другие разрушенные войной города для их восстановления. Поскольку дороги также были разрушены, наиболее доступными остались водные пути. Это объясняет, почему менее всего сохранились именно центральные, выходящие на реку кварталы Кенигсберга — Альтштадт, Кнайпхоф, Лёбенихт и Ластадиэ: в первую очередь разбирались руины, расположенные ближе к пристаням.

В настоящее время Калининград и Калининградская область стоят на пороге нового этапа своей архитектурной истории. Все чаще обсуждается возможность воссоздания архитектуры центральной части города. Как это будет происходить, пока не ясно. Скорее всего, регенерации по чертежам и фотографиям подлежат лишь особо ценные утраты (кирхи, ратуши, мосты), тогда как остальные здания будут некоей вольной интерпретацией довоенной застройки. Составить представление о том, как это будет выглядеть, можно по комплексу «Рыбной деревни» – псевдофахверковому новоделу со смотровой площадкой в виде маяка, построенной по проекту архитектора А.В. Башина прямо напротив Кафедрального собора.

И тут встает вопрос: какие материалы будут использованы при застройке города? Вопрос этот не праздный, так как историки до сих пор содрогаются, вспоминая «воссоздание» из монолитного бетона храма Христа Спасителя в Москве.

Особую остроту приобретает вопрос о развитии промышленности строительных материалов в регионе и по ряду других причин. Дальнейшая реализация национального проекта «Доступное и комфортное жилье – гражданам России» практически невозможна без внедрения в широкую практику строительства материалов нового поколения, с качественными, прежде всего теплотехническими, характеристиками, соответствующими современным требованиям к энергоэффективности зданий.

К таким материалам нового поколения относятся керамические пустотно-поризованные блоки, блоки из автоклавного газобетона, керамзитопенобетонные блоки на основе высокопрочного керамзита. Производством таких энергоэффективных материалов в Калининградской области появляются. В конце 2007 г. выпуск пустотно-поризованных блоков в Калининграде начало ООО «Балткерамика». Его производственная мощность около 30 млн шт. усл. кирпича в год.

В конце 2009 г. ООО «Пятый элемент» завершило в Краснознаменском муниципальном районе строительство кирпичного завода проектной мощностью 78 млн шт. усл. кирпича в год и приступило к отладке технологии. Продукция завода будет включать 15 видов керамического облицовочного и фигурного кирпича и крупноформатных пустотно-поризованных блоков.

Однако развитие производства современных строительных материалов порождает ряд проблем, решать которые придется самим производителям.

Одна из главных проблем – состояние нормативно-технической базы. Существующие нормативно-технические документы были разработаны десятки лет назад. Естественно, они отражали состояние промышленности и развитие строительных технологий тех лет. Со временем изменились, как качество и свойства строительных материалов, так и строительные технологии.

Другая причина – недостаточная осведомленность архитекторов и проектировщиков о новых материалах и технологиях, недостаток опыта применения в проектах новой продукции.

Эти проблемы накрепко связаны друг с другом. Ведь проектировщики привыкли руководствоваться ГОСТами, СНиПами, нормами проектирования, рекомендациями, методиками. Ранее разработка указанных документов было государственной прерогативой. ФЗ «О техническом регулировании» внес смятение не только в умы специалистов, но и в практику проектного дела. Тем не менее жизнь на месте не стоит, и проблемы надо решать. Решать сообща. Наиболее активными участниками работы по созданию современной нормативно-технической базы и внедрения новых материалов в практику строительства в последнее время стали производители строительных материалов.



«Рыбная деревня» – этнографический и торгово-ремесленный центр в Калининграде. Представляет собой квартал, застроенный зданиями в немецком стиле, стилизованными под архитектуру довоенного Кенигсберга. Архитектор А.В. Башин



Современные кирпичные здания Калининграда: а – жилой комплекс «Лесная корона»; б – блокированные дома по ул. Молодежная; в – жилой дом по ул. Лесная



А.И. Ананьев, заведующий лабораторией, долговечности, тепловоздушно-го режима ограждающих конструкций и свойств материалов НИИСФ РААСН (Москва)



А.Г. Ильин, генеральный директор ООО «Калининградстрой-Холдинг»: «Строителям нужны нормативные документы и четкие регламенты новых технологий строительства»



Н.Р. Телевяк, начальник департамента строительства правительства Калининградской области, отметил, что строительный комплекс области готов к восприятию новых технологий



О.И. Пономарев, заместитель директора, заведующий лабораторией ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко (Москва)

Развитию современных технологий строительства в Калининградской области был посвящен **технический семинар, организованный компанией «Пятый элемент» совместно с правительством Калининградской области и Ассоциацией производителей керамических стеновых материалов (АПКСМ)**. Для обсуждения насущных вопросов повышения качества, энергетической и экономической эффективности строительства собрались руководители и ведущие специалисты архитектурных, проектных и строительных организаций Калининграда и Калининградской области. Своим опытом применения современных материалов, в частности керамических пустотноразрывных блоков большого формата, при проектировании и строительстве приехали коллеги из Москвы и Санкт-Петербурга.

В выступлении исполнительного директора АПКСМ **В.Н. Герашенко** было отмечено, что в настоящее время производством керамических стеновых материалов в России занимается около 520 предприятий. Их технический уровень и производственная мощность различны. Номенклатура продукции составляет от одного до десятков видов изделий. В отрасли активно идет техническое перевооружение, ориентированное на выпуск широкой номенклатуры высококачественных изделий, которые могут быть использованы для возведения практически всех элементов дома от пола до кровли. Опыт зарубежных стран показывает, что создание полностью керамического дома – реальность.

Однако в нашей стране керамические строительные материалы используются в основном для возведения гладких стен. Поэтому одним из важнейших условия

развития производства керамических строительных материалов является активность архитекторов по их массовому внедрению в проекты конкретных объектов.

Широкая номенклатура облицовочных изделий позволяет возводить поистине архитектурные шедевры. Например, в кладке собора Василия Блаженного в Москве использовано 44 вида керамических стеновых изделий. В то же время имеется масса примеров эффектного решения фасадов с использованием 1–2 видов кирпича. Сохранившиеся здания в стиле кирпичной готики демонстрируют богатство орнаментальных деталей кладки и структуризацию плоскостей за счет использования красного и глазурованного кирпича, известковой побелки стен.

Начальник управления перспективного развития кирпичного объединения «Победа ЛСР» **А.С. Буланый** подробно прокомментировал новый ГОСТ 530–2007, который заменил ГОСТ 530–95 «Кирпич и камень керамические» и ГОСТ 7484–78 «Кирпич и камень керамические лицевые». Докладчик обратил особое внимание проектировщиков на обновленный перечень номинальных размеров, в который вошли кирпич «евро», кирпич модульный одинарный и камни крупноформатные, а также на справочные приложения, информирующие о теплотехнических характеристиках сплошных кладок.

Также были рассмотрены причины преимущественного выбора предписывающего подхода при расчете теплотехнического паспорта дома. Главными из них докладчик назвал относительную простоту; инертность сознания, заставляющую использовать устаревший, «освоенный» способ; отсутствие опыта расчета по потребительскому подходу; непонимание экономических



Кирпичный завод ООО «Пятый элемент» оснащен оборудованием фирмы «КЕЛЛЕР» с использованием промышленных роботов. Генеральный директор завода «Пятый элемент» А.С. Шахов: «Глина, вода, воздух и огонь превращаются в керамический кирпич благодаря пятому элементу – теплу человеческих душ»





Собор Покрова Божией Матери на Рву (храм Василия Блаженного) был построен в 1555–1561 гг. по приказу Ивана Грозного в память о взятии Казани и победе над Казанским ханством. Собор построен из кирпича. В XVI в. этот материал на Руси был достаточно новым: традиционным материалом для церквей были белый тесаный камень и тонкий кирпич-плинфа



Форт №5 «Фридрих Вильгельм III» (построен 1874–1877 гг.) – одно из пятнадцати крепостных сооружений внутреннего оборонительного обвода, созданного вокруг Кенигсберга в 70–90-х гг. XIX в. Это самый известный из калининградских фортов. Формально – музей. Известность и доступность сделали форт жертвой вандалов. Статус музея не помогает, реставрационные работы внутри не ведутся и не планируются. А.С. Буланый, начальник управления перспективного развития кирпичного объединения «Победа ЛСР» (Санкт-Петербург): «Кирпичные стены форта верой и правдой прослужили почти 150 лет, а теперь стали достоянием вандалов»

выгод использования потребительского подхода. А они есть. При потребительском подходе нормируется удельный расход тепловой энергии на отопление здания, а выбор теплозащитных свойств ограждающих конструкций остается на усмотрение заказчика. Таким образом, можно снизить стоимость строительства за счет оптимизации проектных решений.

Опыт проектирования многоэтажных кирпичных зданий с использованием пустотно-поризованных блоков поделился заместитель главного конструктора «ЛенНИИпроект» **А.С. Чугунов**.

С особым интересом архитекторы и проектировщики встретили доклады, посвященные теплофизическим требованиям к керамическим материалам и различным конструкциям каменной кладки, обеспечивающим строительство долговечных энергоэффективных наружных стен зданий. С этими докладами выступили заведующий лабораторией НИИСФ РААСН д-р техн. наук **А.И. Ананьев** и заведующий лабораторией ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко канд. техн. наук **О.И. Пономарев**.

Активное обсуждение темы показало, что сообщество проектировщиков в настоящее время не готово под свою ответственность осуществлять расчеты энергетической эффективности, надежности и долговечности конструкций с использованием новых материалов, обладающих новыми свойствами. Проектировщики настаивают на разработке и утверждении на государственном уровне документов в рамках ФЗ «О техническом регулировании», которые по статусу и методически соответствовали бы используемым ранее ГОСТам, СНИПам, сводам правил и т. д.

Существующее законодательство в области нормотворчества практически полностью перекладывает расходы и ответственность за разработку новой нормативно-технической документации на плечи тех, кому она необходима, оставляя за государством лишь контроль некоторых параметров, обеспечивающих безопасность. В связи с этим объединения производителей различных строительных материалов начали работу над новыми нормативными документами, пособиями по проектированию, альбомами технических решений. Перед аналогичной задачей оказались и производители керамических стеновых материалов. Чем быстрее и качественнее будет организована и выполнена эта работа, тем быстрее современные керамические материалы займут достойное место в массовом жилищном строительстве. Это будет особенно актуально в период выхода из кризиса при восстановлении темпов строительства.

Тамара Пец



Башня «Дер Дона» названа в честь прусского генерала Фридриха Карла цу Дона (1784–1859), участвовавшего в войне против Наполеона и с 1812 года находившегося на русской службе. Построена в 1853 г. В плане круглая, диаметр 34 м, высота 12 м, два этажа наземных и один подземный – подвалы. При строительстве башни использовался специальный фортификационный кирпич, проходивший многообжиговую закалку по принципу закалки стали (несколько циклов нагрев–отпуск). 9 апреля 1945 г. над башней «Дер Дона» было поднято красное знамя, обозначившее конец немецкой истории Кенигсберга. В настоящее время в ней располагается музей янтаря

УДК 666.7

В.Ю. МЕЛЕШКО, заведующий; Л.Н. МАХЛЕНКОВА, научный сотрудник НИЛ керамических материалов, Государственное предприятие Институт «НИИСМ» (Минск, Республика Беларусь)

Использование белорусских месторождений необогащенных каолинов в производстве керамических изделий

С расширением сырьевой базы производства гранитного щебня в республике возникла необходимость установления возможности использования вскрышных пород гранитов месторождений Дедовка Житковичского р-на Гомельской области и Ситница Лунинецкого р-на Брестской области. Геологические изыскания показали, что вскрышные породы месторождений гранитов представлены песком и первичными каолинами.

Запасы первичного каолина месторождения Дедовка по категориям C_1+C_2 составляют 2023 тыс. т, каолина месторождения Ситница по категориям C_1+C_2 – 2414,9 тыс. т.

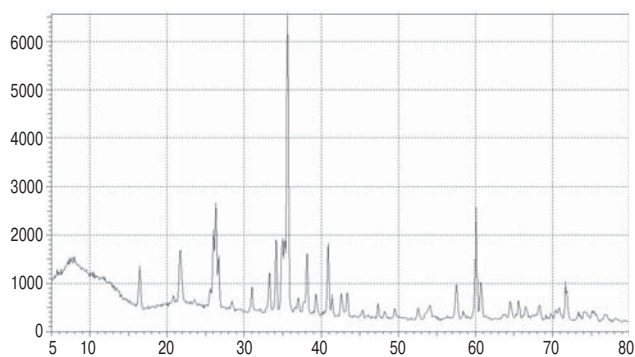


Рис. 1. Рентгеновская дифрактограмма опытного образца заводского состава

Для исследования были представлены следующие пробы: проба ПЗ-2 каолина Дедовки из куста скважины № 73^{к1-11} в интервале 36–65 м и проба ПЗ-3 каолина Ситницы из куста скважины № 166^{к1-35} в интервале 15,5–20,7 м.

Каолин месторождения Дедовка – глинистая порода серо-зеленого цвета с кусковатой отдельностью и шероховатым изломом. Каолин месторождения Ситница представляет собой глинистую породу светло-серого цвета с белыми и черными пятнами, для которой характерна кусковатая отдельность и чешуйчатый излом. Химический состав исследуемых проб данных каолинов представлен в табл. 1.

Для определения качественного состава кристаллических фаз был проведен рентгенофазовый анализ исходных необогащенных проб каолинов на дифрактометре типа ДРОН-3 на CuK_{α} -излучении, который показал, что в каолине месторождения Дедовка содержатся каолинит 40–45%, галлузит 10–15%, кварц 40–45%, кальцит 1–3%; в каолине месторождения Ситница присутствуют такие кристаллические фазы, как каолинит 30–35%, галлузит 10–15%, иллит 10–15%, кварц 35–40%.

Проведенные физико-химические исследования показали, что каолин месторождения Дедовка относится к группе неспекающегося непластичного полукислого и грубодисперсного глинистого сырья с низким содержанием красящих оксидов, имеет высокую степень запесоченности и высокое содержание крупнозернистых включений; каолин месторождения Ситница относится

Таблица 1

| Наименование месторождения | Содержание оксидов, % | | | | | | | | | | | |
|----------------------------|-----------------------|--------------------------------|--------------------------------|------------------|-------------------------------|------|------|-----------------|-------------------|------------------|------|--------|
| | SiO ₂ | Al ₂ O ₃ | Fe ₂ O ₃ | TiO ₂ | P ₂ O ₅ | CaO | MgO | SO ₃ | Na ₂ O | K ₂ O | ППП | Σ |
| Каолин Ситница | 72,31 | 16,03 | 2,12 | 0,49 | 0,06 | 0,43 | 0,83 | 0,44 | 0,33 | 2,82 | 4,39 | 100,25 |
| Каолин Дедовка | 74,78 | 15,31 | 0,63 | 0,2 | 0,06 | 0,43 | 0,38 | 0,43 | 0,2 | 3,3 | 3,39 | 99,68 |

Таблица 2

| Показатели | Каолин Дедовка | | Каолин Ситница | |
|---|----------------|------------|----------------|------------|
| Содержание Al ₂ O ₃ в прокаленном состоянии, % | 15,9 | | 16,8 | |
| Содержание тонкодисперсных фракций, % | < 0,01 мм | < 0,001 мм | < 0,01 мм | < 0,001 мм |
| | 14,28 | 5,82 | 32,24 | 19,54 |
| Содержание крупнозернистых включений, % | 31 | | 26 | |
| Содержание Fe ₂ O ₃ в прокаленном состоянии, % | 0,66 | | 2 | |
| Пластичность, % | 1,33 | | 6,6 | |
| Запесоченность, % | 59,6 | | 55,75 | |
| Содержание карбонатных включений (CaCO ₃ +MgCO ₃), % | 0,366 | | 1,474 | |

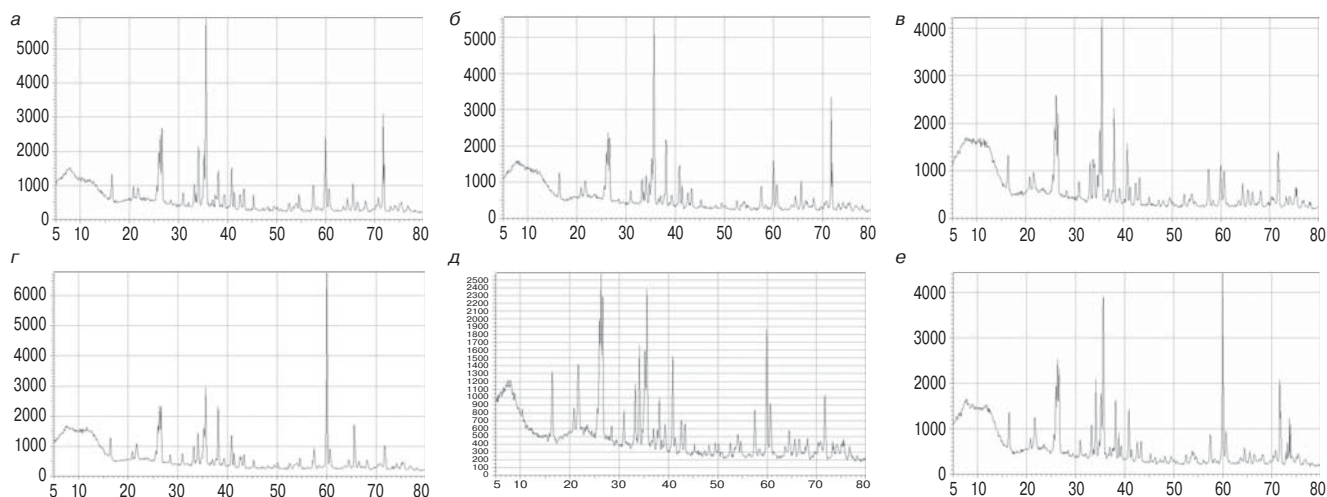


Рис. 2. Рентгеновские дифрактограммы опытных образцов алюмосиликатного огнеупора, содержащих: а – 20%, б – 30% и в – 40% каолина месторождения Ситница; г – 20%, д – 30% и е – 40% каолина месторождения Дедовка

к группе неспекающегося малопластичного полукислого и низкодисперсного глинистого сырья со средним содержанием красящих оксидов, также имеет высокую степень запесоченности и высокое содержание крупнозернистых включений. Показатели физико-химических исследований представлены в табл. 2.

Как видно из результатов исследования, по своим физико-химическим показателям данные первичные каолины в природном виде не могут быть использованы для производства таких керамических изделий, как фарфоро-фаянсовые, электротехнические и санстройфаянс, из-за высокой степени запесоченности, содержания красящих оксидов и отсутствия требуемых технологических свойств (пластичность, спекаемость).

В связи с этим первичные каолины месторождений Дедовка и Ситница подвергали мокрому обогащению (промывка через сито № 0063) и отбеливанию (химическое обогащение). После чего вновь были проведены физико-химические исследования каолинов: химический анализ, содержание тонкодисперсных фракций, количество красящих оксидов, пластичность. Результаты представлены в табл. 3, 4.

Полученные данные показывают, что и обогащенные каолины месторождений Дедовка и Ситница по

содержанию Al_2O_3 и Fe_2O_3 не соответствуют требованиям ГОСТ 21286–82 «Каолин обогащенный для керамических изделий. Технические условия», тем более что выход полезного продукта (концентрата) после обогащения составил: для каолина Дедовки – 40%, для каолина Ситницы – 32,8%, что является экономически нецелесообразным.

Так как первичные каолины месторождений Дедовка и Ситница на основании полученных данных в природном виде и после обогащения непригодны для производства фарфоро-фаянсовых и электротехнических изделий, было принято решение опробовать представленные каолины в качестве добавки к основному сырью для производства керамической плитки и производства алюмосиликатных огнеупоров.

Для установления возможности использования первичных каолинов Дедовки и Ситницы в качестве сырьевой добавки были проведены лабораторно-технологические исследования и изготовлены опытные образцы керамических плиток для внутренней облицовки стен (полов) и опытные образцы алюмосиликатного огнеупора (шамотного).

При изготовлении опытных образцов керамических плиток за основу были взяты составы масс и технология изготовления, используемые на ОАО «Березастройма-

Таблица 3

| Наименование месторождения | Содержание оксидов, % | | | | | | | | | | | |
|----------------------------|-----------------------|--------------------------------|--------------------------------|------------------|-------------------------------|------|------|-----------------|-------------------|------------------|-------|--------|
| | SiO ₂ | Al ₂ O ₃ | Fe ₂ O ₃ | TiO ₂ | P ₂ O ₅ | CaO | MgO | SO ₃ | Na ₂ O | K ₂ O | ППП | Σ |
| Каолин Ситницы | 51,68 | 31,26 | 1,97 | 0,82 | 0,12 | 0,41 | 0,92 | 0,52 | 0,24 | 1,64 | 10,57 | 100,2 |
| Каолин Дедовки | 55,79 | 29,33 | 1,09 | 0,58 | 0,12 | 0,4 | 0,41 | 0,18 | 0,13 | 2,49 | 9,57 | 100,09 |

Таблица 4

| Показатели | Каолин Дедовки | | Каолин Ситницы | |
|---|----------------|------------|----------------|------------|
| Содержание Al ₂ O ₃ в прокаленном состоянии, % | 32,6 | | 35,1 | |
| Содержание тонкодисперсных фракций, % | < 0,01 мм | < 0,001 мм | < 0,01 мм | < 0,001 мм |
| | 51,5 | 21,38 | 69,38 | 41,58 |
| Содержание Fe ₂ O ₃ в прокаленном состоянии после мокрого обогащения, % | 1,2 | | 2,2 | |
| Содержание Fe ₂ O ₃ после химического обогащения, % | 0,85 | | 0,91 | |
| Пластичность, % | 6,1 | | 11,6 | |

Таблица 5

| Показатели | Заводской состав | Содержание, % | | | | | | | |
|---------------------------|------------------|--|------|------|------|----------------|------|------|------|
| | | Образцы плиток для внутренней облицовки стен | | | | | | | |
| | | Каолин Дедовки | | | | Каолин Ситницы | | | |
| | | 20 | 30 | 40 | 50 | 20 | 30 | 40 | 50 |
| Усадка огневая, % | 1 | 2 | 2,4 | 2,4 | 2,7 | 1,9 | 2,2 | 2,3 | 2,8 |
| Водопоглощение, % | 15,7 | 15,8 | 16,2 | 16,6 | 16,7 | 17,5 | 16,8 | 16,5 | 16,5 |
| Прочность при изгибе, МПа | 15,5 | 18,7 | 18,5 | 16,7 | 16 | 15,9 | 16,2 | 17,5 | 17,6 |
| Образцы плитки для пола | | | | | | | | | |
| Усадка огневая, % | 5,6 | 1,3 | 1,5 | 1,7 | 2,6 | 1,6 | 1,8 | 2,2 | 3,6 |
| Водопоглощение, % | 2,5 | 0,1 | 0,5 | 1,5 | 2,1 | 2,8 | 1,2 | 1 | 0,7 |
| Прочность при изгибе, МПа | 36,2 | 36,2 | 31,2 | 30,5 | 27,1 | 24,3 | 31 | 33,3 | 37,2 |

Таблица 6

| Индекс образца | Условная концентрация, % | | | |
|----------------|--|----------------------|------------------------------|--------------------------------|
| | Химическая формула кристаллической фазы | | | |
| | Al ₆ Si ₂ O ₁₃ (муллит) | SiC (карбид кремния) | α-SiO ₂ (α-кварц) | SiO ₂ (кristобалит) |
| K | 26,6 | 13,3 | 14 | 7,6 |
| 2C | 24 | 19,6 | 25,6 | 20,7 |
| 3C | 31,4 | 19,9 | 11 | 2 |
| 4C | 29,7 | 48,2 | 18,6 | 3,5 |
| 2D | 24 | 25,9 | 12,5 | 6,3 |
| 3D | 15,1 | 37,8 | 10,6 | 2,9 |
| 4D | 29,3 | 42,4 | 15,8 | 3,3 |

Таблица 7

| Индекс образца | Содержание Al ₂ O ₃ , % | Содержание SiO ₂ , % | Пористость открытая, % | Предел прочности при сжатии, МПа |
|----------------|---|---------------------------------|------------------------|----------------------------------|
| K | 34,41 | 62,33 | 28,3 | 18,2 |
| 2D | 31,99 | 64,6 | 25,9 | 26,7 |
| 3D | 39,92 | 56,56 | 25,5 | 25,5 |
| 4D | 32,77 | 63,43 | 24,4 | 24, |
| 2C | 31,79 | 64,55 | 26,7 | 16,9 |
| 3C | 27,76 | 69,36 | 26,1 | 15,7 |
| 4C | 30,78 | 65,85 | 25,6 | 15,3 |

териалы» (Брестская обл.). Сырьевые шихты составляли на основе заводской рецептуры с заменой на каолины Дедовки и Ситницы глины ДНПК (Украина) от 20 до 50%.

Проведены испытания на водопоглощение и прочность при изгибе готовых опытных образцов плиток на соответствие требованиям технических нормативных правовых актов (ТНПА) для керамических плиток для внутренней облицовки стен и для полов. Результаты испытаний представлены в табл. 5.

При изготовлении опытных образцов алюмосиликатного огнеупора за основу был взят состав шихты для шамотного огнеприпаса и технология изготовления, применяемые на ОАО «Минский фарфоровый завод» с заменой Проснянского обогащенного каолина в количестве от 20 до 50% на исследуемые каолины.

Так как шамотным огнеупорам присуще жидкофазное спекание, в результате которого формируется структура огнеупора, представленная кристаллическими фазами (муллитом и кварцем) и стеклофазой сложного состава, для определения состава и количественного соотношения кристаллических фаз на дифрактометре типа Bruker (Германия) на CuK_α-излучении проведен рентгенофазовый анализ образцов алюмосиликатного огнеупора заводского состава и опытных образцов, содержащих каолины Ситницы и Дедовки. Рентгеновские дифрактограммы приведены на рис. 1, 2. Результаты качественного и количественного анализа приведены в табл. 6.

На обожженных образцах определяли физико-химические показатели: содержание Al₂O₃ и SiO₂, открытую пористость, предел прочности при сжатии (табл. 7). Для определения содержания Al₂O₃ и SiO₂ проводили энер-

годисперсионный микрорентгеноспектральный анализ на электронном микроскопе «JEOL» JSM – 5610 LV (Япония), оснащенный приставкой ED JED-2201.

Согласно данным результатам испытаний, приведенным в табл. 5 и 7, опытные образцы керамической плитки и алюмосиликатного огнеупора соответствуют СТБ 1354–2002 «Плитки керамические для внутренней облицовки стен. Технические условия», ГОСТ 6787–2001 «Плитки керамические для полов. Технические условия» и ГОСТ 390–96 «Изделия огнеупорные шамотные и полукислые общего назначения и массового производства. Технические условия». Таким образом, первичные каолины месторождений Дедовка и Ситница могут быть использованы в качестве сырьевой добавки в производстве керамической плитки и алюмосиликатного огнеупора.

При изготовлении керамической плитки в составе шихты можно заменять до 50 % привозной глины на местные первичные (необогащенные) каолины месторождений Дедовка и Ситница. При производстве огнеупоров (капселя) на ОАО «Минский фарфоровый завод» привозной обогащенный каолин также может быть заменен до 50% на местные первичные (необогащенные) каолины месторождений Дедовка и Ситница.

Полученные результаты физико-механических испытаний позволяют рассматривать первичные каолины месторождений Дедовка и Ситница как промышленно-перспективные.

Ключевые слова: каолин, месторождение, керамическая плитка, огнеупоры.

Г.В. НЕСВЕТАЕВ, д-р техн. наук, Ростовский государственный строительный университет;
А.Н. ДАВИДЮК канд. техн. наук (ktb@ktbbeton.ru), ОАО «КТБ ЖБ» (Москва)

Влияние некоторых гиперпластификаторов на пористость, влажностные деформации и морозостойкость цементного камня

Самоуплотняющиеся бетонные смеси предполагают применение эффективных гиперпластификаторов (ГП), в частности на основе поликарбоксилатов. Известно, что ГП могут оказывать влияние на процесс гидратации цемента, особенно в ранний период, что фиксируется при оценке тепловыделения цемента (рис. 1). Это влияние может отразиться на формировании поровой структуры, что предопределяет влияние ГП на прочность, деформации усадки и набухания, морозостойкость цементного камня.

Исследовано влияние некоторых ГП (Glenium 30, Glenium 51, Structuro 530, Melflux 2641, Melflux 2651, Melflux 5581, Бином-1) на формирование пористости, влажностные деформации и морозостойкость цементного камня, полученного из цементов Мальцовского (активность 43,1 МПа); Вольского (52,8 МПа); Белгородского (45,9 МПа); Себряковского (34,7 МПа) заводов. В табл. 1 приведены результаты, показывающие, что в присутствии ГП полная пористость цементного камня (при В/Ц = 0,27) может изменяться в пределах нескольких процентов в сторону как уменьшения, так и увеличения относительно эталона. Полная пористость цементного камня может быть определена как:

$$P = \left(\frac{k}{\rho_{\text{Ц}}} + k \frac{B}{\text{Ц}} \right) - \left(\frac{(1+n)\alpha}{\rho_{\text{ГЦ}}} + \frac{1-\alpha}{\rho_{\text{Ц}}} \right), \quad (1)$$

где $\rho_{\text{Ц}}$ – истинная плотность цемента, г/см³ (3,05–3,18); $\rho_{\text{ГЦ}}$ – истинная плотность полностью гидратированного цемента (цементного камня), 2,443 г/см³; α – степень гидратации цемента (в проектном возрасте примерно 0,45–0,7); $k = 0,95–0,97$ – относительный объем системы цемент + вода после проявления контракционной усадки; n – количество химически связанной воды при полной гидратации цемента (0,23–0,25 от массы цемента).

Принимая с некоторым допущением значения величин $n, k, \rho_{\text{Ц}}, \rho_{\text{ГЦ}}$, можно получить расчетные значения степени гидратации цемента по величине полной пористости цементного камня (табл. 1).

Поскольку ГП, влияя на процесс гидратации, могут изменять величину полной пористости, возможно их влияние на прочность цементного камня учитывая, что изменение пористости P влияет на предел прочности R :

$$R = R_0(1 - P)^X, \quad (2)$$

где $X = 2 - 6$.

Практически изменение пористости на 1% приводит к изменению предела прочности примерно на 4–5%, чему в принципе не противоречат представленные в табл. 1 фактические данные изменения пористости и прочности по результатам исследований [1]. Однако, поскольку изменение прочности в табл. 1 не всегда соответствует изменению пористости, это можно интерпретировать как факт, свидетельствующий о том, что на изменение прочности цементного камня в присутствии ГП помимо изменения объема пор влияют еще некоторые факторы (возможно, морфология новообразований, прочность контактов цементного камня), которые носят индивидуальный характер для пары цемент – ГП.

Изменение величины влажности цементного камня и величины усадки во времени развивается по общему закону, который в самом общем виде удовлетворительно описывается функцией:

$$\varepsilon_{SH,\tau}(W_\tau) = \varepsilon_{SH,120}(W_{120}) \cdot (a \ln \tau + b), \quad (3)$$

где $\varepsilon_{SH,\tau}$, $\varepsilon_{SH,120}$ – соответственно текущее значение усадки и значение в 120 сут; W_τ , W_{120} – соответственно

Таблица 1

| Гиперпластификатор | Полная пористость цементного камня, % (расчетная степень гидратации цемента); снижение (увеличение) прочности относительно эталона, % | | | |
|--------------------|--|--------------------|-------------------|-----------------|
| | М* | В* | С* | Б* |
| Нет | 26,3 (0,55) | 23,4 (0,61) | 29,87 (0,48) | 26,83 (0,545) |
| Glenium 51 | 26,6 (0,545); -24 | 23,1 (0,62); +7 | 29,97 (0,48); +18 | – |
| Glenium 30 | 24,9 (0,58); -10 | 23,8 (0,605); +1 | 30,3 (0,47); +7 | 28,4 (0,51); -7 |
| Structuro 530 | 27,0 (0,535); -6 | 22,48 (0,63); +5 | 31,2 (0,455); -10 | 32,4 (0,43); 0 |
| Melflux 2641 | 21,55 (0,65); +18 | 22,51 (0,63); +1 | – | – |
| Melflux 2651 | 25,22 (0,57); 0 | 22,69 (0,63); +1,5 | – | – |
| Melflux 5581 | 25,24 (0,57); -12 | 21,05 (0,66); 0 | – | – |
| Бином-1 | 29,1 (0,495); -50 | 26,5 (0,55); -45 | 33,9 (0,405); -31 | – |

* М, В, С, Б – соответственно цементы Мальцовского, Вольского, Себряковского, Белгородского заводов;
«-» снижение прочности; «+» увеличение прочности.

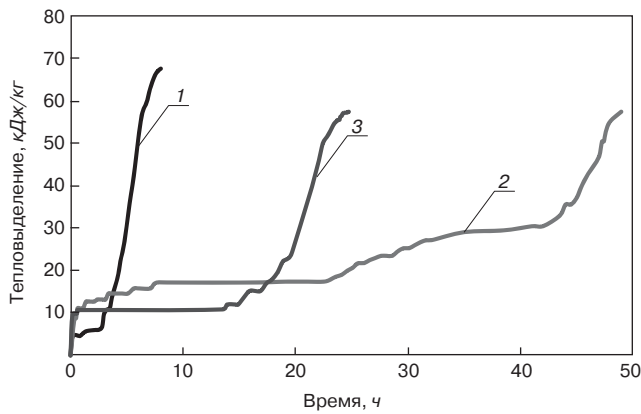


Рис. 1. Тепловыделение при гидратации вольского цемента с ГП: 1 – эталон (бездобавочный); 2 – с добавкой Structuro 530 (1%); 3 – с добавкой Glenium 51 (1%)

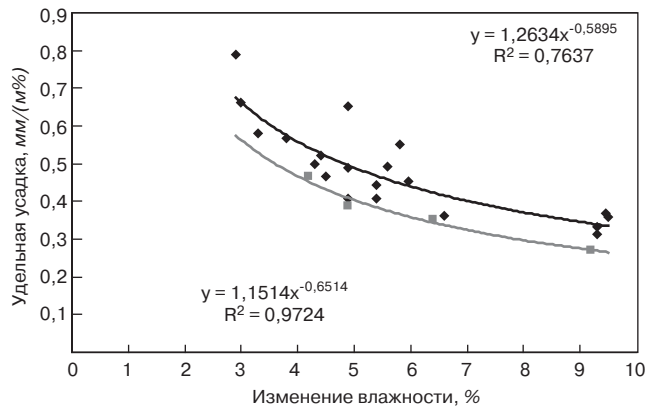


Рис. 2. Зависимость величины удельной усадки $\epsilon_{SH}/\Delta W$ от количества испарившейся из бетона воды ΔW за время измерения: \blacklozenge – цементный камень с ГП; \blacksquare – эталон

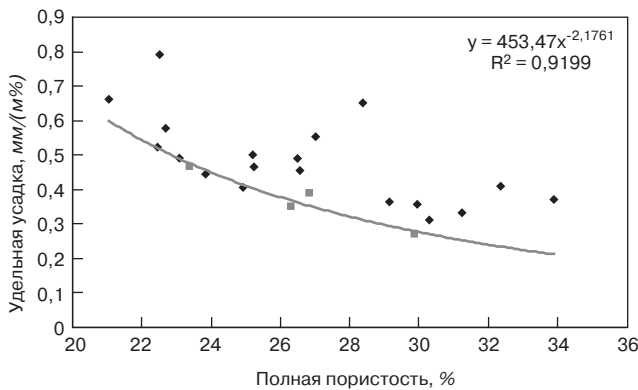


Рис. 3. Зависимость величины удельной усадки $\epsilon_{SH}/\Delta W$ от полной пористости цементного камня: \blacklozenge – цементный камень с ГП; \blacksquare – эталон

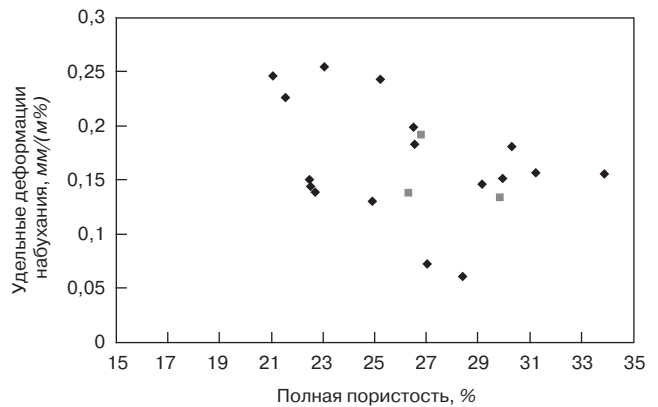


Рис. 4. Зависимость величины удельной деформации набухания $\epsilon_W/\Delta W$ от полной пористости цементного камня: \blacklozenge – цементный камень с ГП; \blacksquare – эталон

текущее значение влажности бетона и влажности в 120 сут; a, b – эмпирические коэффициенты.

Для практических целей возможно представление зависимости величины усадки цементного камня от изменения влажности, особенно в диапазоне от 70% влажности цементного камня до полного высыхания, в виде

$$\epsilon_{SH} = \beta \cdot \Delta W, \quad (4)$$

где значения коэффициента β для разных цементах (при $V/C = 0,27$) составляет ориентировочно $(0,27-0,47) \cdot 10^{-2}$. Введение гиперпластификаторов повышает, по некото-

рым данным, величину β до 2,5 раз. Увеличение деформаций усадки цементного камня с ГП подробно описано в [2]. Величина ΔW является косвенной характеристикой пористости цементного камня: чем больше ΔW , тем больше в цементном камне крупных пор. Для цементного камня с более крупной пористостью характерна меньшая величина удельной усадки при высыхании (рис. 2), поскольку более крупные капилляры обладают меньшим стягивающим эффектом. Как следует из рис. 2 и 3, цементный камень с ГП характеризуется в среднем большим значением величины β , в том числе при рав-

Таблица 2

| Добавка | Морозостойкость цемента, циклы (%) | | | |
|---------------|------------------------------------|----------|----------|----------|
| | В* | М* | С* | Б* |
| Нет | 35 (100) | 45 (100) | 25 (100) | 30 (100) |
| Glenium 30 | < 30 (< 85) | 40 (89) | 25 (100) | 25 (83) |
| Glenium 51 | < 20 (< 57) | 35 (78) | 15 (60) | – |
| Structuro 530 | < 15 (< 43) | 30 (67) | 15 (60) | 15 (50) |
| Бином-1 | 45 (128) | 45 (100) | 35 (140) | – |
| Melflux 2641 | 25 (71) | 17 (38) | – | – |
| Melflux 2651 | 10 (29) | 25 (56) | – | – |
| Melflux 5581 | 20 (57) | 15 (33) | – | – |

*М, В, С, Б – соответственно цементы Мальцовского, Вольского, Себряковского, Белгородского заводов.

| Цемент | В/Ц (ГП) | Общая контракция, мл/100 г цемента | Контракционная усадка, мл/100 г цемента | Контракционная пористость, мл/100 г цемента | Контракционная пористость, % от объема цементного камня |
|---------------------|---------------------|------------------------------------|---|---|---|
| Вольского завода | 0,27 | 3,74 | 1,35 | 2,39 | 4,07 |
| | 0,27 (Melflux 2641) | 3 | 0,77 | 2,23 | 3,8 |
| | 0,27 (Melflux 2651) | 3 | 0,79 | 2,21 | 3,76 |
| | 0,27 (Melflux 5581) | 3,2 | 0,96 | 2,24 | 3,82 |
| | 0,27 (Glenium 30) | 2,8 | 1,26 | 1,54 | 2,62 |
| | 0,27 (Glenium 51) | 2,2 | 1,17 | 1,03 | 1,75 |
| Мальцовского завода | 0,27 | 3,39 | 1,35 | 2,04 | 3,48 |
| | 0,27 (Melflux 2641) | 3 | 2,55 | 0,45 | 0,77 |
| | 0,27 (Melflux 2651) | 2,5 | 1,32 | 1,18 | 2 |
| | 0,27 (Melflux 5581) | 2,4 | 1,15 | 1,25 | 2,13 |
| | 0,27 (Glenium 30) | 3 | 1,59 | 1,41 | 2,4 |
| | 0,27 (Glenium 51) | 2,9 | 0,86 | 2,04 | 3,48 |

ной полной пористости, что свидетельствует о более мелкопористом его строении.

На рис. 4 представлена зависимость деформаций набухания при увлажнении цементного камня от величины полной пористости. Прослеживается некоторая тенденция роста удельной деформации набухания с уменьшением полной пористости цементного камня, т. е. повышением его плотности. Зависимость удельной деформации набухания от изменения влажности цементного камня не выявлена. Сопоставляя рис. 3 и 4, можно отметить, что удельная усадка в 2–3 раза превышает величину удельного набухания.

Морозостойкость цементного камня с ГП изучалась на образцах размером 40×40×160 мм, изготовленных из цементного теста с В/Ц = 0,27, твердевших 28 сут в воде,

далее 120 сут на воздухе. В качестве критерия морозостойкости использованы:

- изменение динамического модуля упругости, определенного по величине скорости прохождения ультразвука;
- величина деформаций остаточного после оттаивания расширения.

Между указанными критериями зафиксирована корреляция (рис. 5). Испытания проводились по второму методу ГОСТ 10060.0–95 (замораживание-оттаивание образцов в 5% растворе NaCl).

Представленные в табл. 2 значения свидетельствуют о существенном влиянии ГП на морозостойкость цементного камня, причем это влияние, как правило, негативное.

Представленные на рис. 6 данные показывают, что в меньшей степени негативное влияние проявил ГП Glenium 30, если не считать Бином-1, введение которого вызвало существенное торможение развития прочности бетона [1], в связи с чем повышенная морозостойкость может быть результатом эффекта самозалечивания за счет большего количества клинкерного фонда. Отметим, что выявленное влияние ГП на морозостойкость цементного камня не следует рассматривать как однозначно негативный результат, поскольку на морозостойкость бетона помимо морозостойкости цементного камня существенное влияние могут оказывать заполнители и воздухововлечение.

Влияние ГП на морозостойкость цементного камня связано с изменением объема контракционной пористости цементного камня (табл. 3), которая является резервной и положительно влияет на морозостойкость, в результате изменения кинетики формирования его структуры в ранний период в присутствии ГП.

Поэтому при использовании ГП в бетонах с требуемой высокой морозостойкостью в ряде случаев необходимо обеспечить дополнительную резервную пористость воздухововлечением. Условия для воздухововлечения в бетоне отличны от чистого цементного теста. Проблема заслуживает пристального внимания.

Ключевые слова: бетон, гиперпластификатор, морозостойкость, деформации.

Список литературы

1. Несветаев Г.В., Давидюк А.Н. Самоуплотняющиеся бетоны: прочность и проектирование состава // Строит. материалы. 2009. № 5. С 54–57.
2. Несветаев Г.В., Давидюк А.Н. Самоуплотняющиеся бетоны: усадка // Строит. материалы. 2009. № 8. С. 52–53.

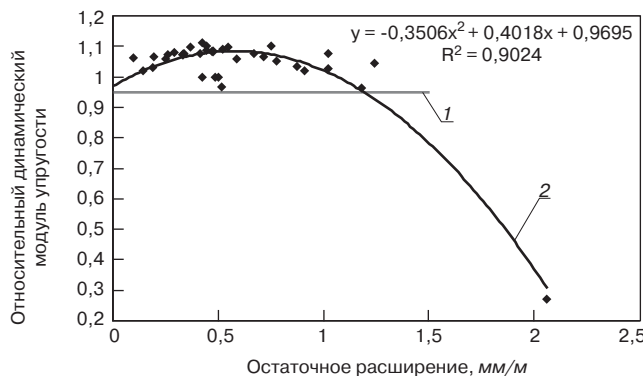


Рис. 5. Соотношение между изменением динамического модуля упругости и величиной остаточного расширения: 1 – постоянное значение предела относительного динамического модуля упругости E/E₀ = 0,95; 2 – функция, аппроксимирующая экспериментальные данные; ◆ – экспериментальные данные

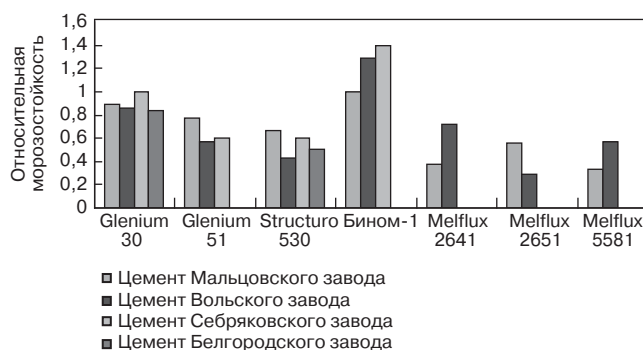


Рис. 6. Относительная морозостойкость цементного камня с ГП

И.С. СЕМЕРИКОВ, д-р техн. наук, А.А. ВИШНЕВСКИЙ, канд. техн. наук, А.А. ЗАПОЛЬСКАЯ, инженер, ГОУ ВПО «Уральский государственный технический университет – УПИ им. Первого Президента РФ Б.Н. Ельцина» (Екатеринбург)

Сравнительная оценка новых газообразователей для производства автоклавного газобетона

Как известно, технология газобетона предусматривает создание пористости химическим путем, когда в смесь вяжущего и кремнеземистого компонента вводят специальные газообразующие добавки. Начиная с 1920-х гг. при производстве газобетона в качестве газообразователя используется алюминиевая пудра. Практика использования показала, что применение алюминиевых пудр обеспечивает мелкопористую структуру газобетона, тем самым гарантируя его высокое качество, прочность и долговечность [1].

Недостатком алюминиевых пудр является гидрофобность, это обуславливает необходимость применения ПАВ (сульфанол, стиральный порошок и др.) в процессе приготовления алюминиевой суспензии. Они характеризуются высокой степенью пыления, что приводит к повышению пожаро- и взрывоопасности и к значительному ухудшению санитарно-гигиенических условий труда.

В настоящее время растет доля альтернативных газообразователей – так называемых алюминиевых паст. По некоторым данным [2], доля алюминиевых паст на российских предприятиях, выпускающих газобетон, в 2008 г. превысила 35% (рис. 1).

Для оценки свойств новых газообразователей и изучения их влияния на свойства автоклавного газобетона использованы алюминиевые пасты, разработанные ООО «НСК-ТЕК» и выпускаемые на ООО «СУАЛ-ПМ-Красноурьинск», так как на данную продукцию приходится значительная часть всех паст, применяемых для производства газобетона, и алюминиевые пасты торговой марки Schlenk (Германия), также поставляемые на российский рынок. Для сравнения использовали традиционный газообразователь – алюминиевую пудру ПАП-1. Описание газообразователей приведено в табл. 1.

Алюминиевые пасты представляют собой малопылящую смесь малых и крупных зерен шаровидной формы, полученную смешиванием алюминиевой пудры с комплексной органической добавкой, то есть данный продукт называется пастой достаточно условно.

При определении содержания активного алюминия по методике, представленной в СН-277, установлено, что активность алюминия в импортных аналогах значительно ниже, чем в отечественных образцах (табл. 2). При этом для алюминиевых паст в целом отмечен несколько больший разброс свойств, нежели для пудры

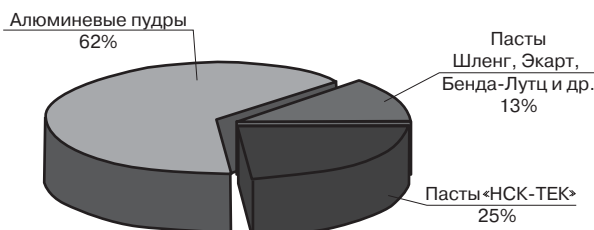


Рис. 1. Газообразователи, используемые при производстве газобетона российскими предприятиями в 2008 г.

ПАП-1. Скорее всего это связано с неравномерным распределением частиц алюминия в пастах.

Дисперсность исследуемых образцов оценивали по остатку на сите № 008, а также через удельную поверхность, определенную на приборе Товарова. Проведенные испытания показали отсутствие корреляции в полученных результатах. Так, в частности, по данным ситового анализа, дисперсность исследуемых образцов практически одинакова, тогда как при определении удельной поверхности получен существенный разброс в значениях. Для подтверждения полученных данных, исследуемые газообразователи подвергли седиментационному анализу, который показал, что все газообразователи представляют собой тонкодисперсный полифракционный порошок, за исключением алюминиевой пасты Schlenk 7504, относящейся к монофракционному высокодисперсным продуктам.

Для оценки степени пыления исследуемых образцов была разработана экспресс-методика, заключающаяся в том, что навеску газообразователя массой 50 г сбрасывали в сосуд в форме трубы диаметром 100 мм и высотой 400 мм. Сразу после этого верхнюю часть сосуда закрывали, чтобы частицы алюминия не вылетели за пределы сосуда. Через 60 с, определяли количество осевших частиц и по разнице с первоначальной массой оценивали степень пыления в %. Результаты всех исследований приведены в табл. 2.

Анализ показал (табл. 2), что алюминиевые пасты отличаются существенно меньшим пылением по сравнению с пудрой. Это происходит в результате связывания частиц алюминия в конгломераты за счет действия органической связующей добавки. Конгломераты имеют незначительную прочность, в результате чего разрушаются при соприкосновении с водой. В то же время этой прочности достаточно, чтобы скрепить мельчайшие частицы и снизить пыление при их пересыпании. При этом

Таблица 1

| Марка газообразователя | Вид | Производитель | Описание | | |
|------------------------|-------|--------------------------------|--------------|---|--------|
| | | | Цвет | Внешний вид | Запах |
| ПАП-1 | Пудра | СУАЛ-ПМ-Красноурьинск (Россия) | Светло-серый | Пылевидный | Слабый |
| Газобетолайт | Паста | | | Порошкообразный с включениями крупных зерен | |
| Газобетолюкс | Паста | | | | |
| ГПБ-2 | Паста | Schlenk (Чехия) | Темно-серый | Крупнозернистый | Резкий |
| Schlenk 4507W | Паста | | | | |
| Schlenk 7504 | Паста | | | | |

Таблица 2

| Тип газообразователя | ПАП-1 | Газобетотолайт | Газобетотолукс | ГПБ-2 | Schlenk 4507W | Schlenk 7504 |
|--|-------|----------------|----------------|-------|---------------|--------------|
| Активность алюминия, мас. % | 98,6 | 90,5 | 85 | 81,1 | 65,8 | 71,4 |
| Остаток на сите № 008, мас. % | 1 | 1,5 | 1,5 | 1,7 | 2 | 1,6 |
| Диапазон частиц, мкм | 10–60 | 9–40 | 9–45 | 30–65 | 20–55 | 10–30 |
| Преобладающий (90%) размер частиц, мкм менее | 49,1 | 32,5 | 31,9 | 60,2 | 48,2 | 25,6 |
| Средний размер частиц, мкм | 28,9 | 20 | 18,5 | 38,4 | 27,9 | 14,7 |
| Удельная поверхность, м ² /кг | 323,7 | 507,4 | 541,5 | 255,1 | 333,6 | 722,1 |
| Степень пыления, мас. % | 3,5 | 1,3 | 1 | 1 | 0,3 | 0,5 |

отмечено, что большей степенью пыления среди паст обладает Газобетотолайт. Однако в сравнении с алюминиевой пудрой ПАП-1 его степень пыления ниже почти в три раза. Минимальное пыление у пасты Schlenk 4507W (в 7 раз ниже, чем у пудры).

Проведенный эксперимент также показал, что между активностью и степенью пыления существует связь: чем выше активность, тем выше пыление.

В процессе приготовления алюминиевой суспензии установлено, что алюминиевые пасты по сравнению с пудрой требуют меньшего времени перемешивания с водой (табл. 3). Минимальная продолжительность гомогенизации фиксируется для паст Schlenk 4507W и Schlenk 7504. Все пасты обладают повышенной смачиваемостью и быстро размешиваются в воде (в три раза быстрее, чем алюминиевая пудра). Данный результат объясняется наличием поверхностно-активных веществ в составе паст, повышающих их смачиваемость (гидрофильность). ПАВ удается существенно снизить поверхностное натяжение воды на границе раздела фаз, тем самым облегчить ее распределение на поверхности твердых тел за счет улучшения смачиваемости поверхности. Кроме того, введение добавок ПАВ приводит к нейтрализации разноименных зарядов.

Изучение изменения активности алюминиевой суспензии показало (рис. 2), что с увеличением времени выдержки происходит закономерное снижение актив-

Таблица 3

| Тип газообразователя | Продолжительность гомогенизации, мин | Время осаждения твердых частиц, мин | Внешний вид суспензии после осаждения |
|----------------------|--------------------------------------|-------------------------------------|---------------------------------------|
| ПАП-1 | 3,05 | 88 | Жидкость бесцветная |
| Газобетотолайт | 1 | 24 | |
| Газобетотолукс | 1,05 | 22 | Жидкость темно-серого цвета |
| ГПБ-2 | 1 | 64 | |
| Schlenk 4507W | 0,96 | 57 | Жидкость светло-серого цвета |
| Schlenk 7504 | 0,8 | 53 | |

ности алюминиевой суспензии за счет протекающего процесса окисления. Наиболее активно этот процесс наблюдается у суспензий на пудре ПАП-1. Через сутки суспензии на ПАП-1 вследствие интенсивного окисления вскипали. Большой стабильностью отличается суспензия на пасте Газобетотолукс.

С точки зрения технологии производства алюминиевая суспензия должна сохранять свои свойства 1–2 сут. В связи с этим можно сказать, что все пасты выдержали данное испытание.

Изучено влияние газообразователя на процесс получения и свойства автоклавного газобетона. Как показал эксперимент (табл. 4), наименьший расход газообразователя отмечен для пасты Газобетотолайт, но и при этом подъем (вспучивание) газобетонной смеси (ГБС) был относительно быстрый. Больше всего потребовалось алюминиевой суспензии на пасте Schlenk 4507W и ГПБ-2. Эти данные согласуются с результатами определения активности: чем выше активность алюминиевой пасты, тем меньше ее расход.

Прочность образцов, изготовленных с использованием алюминиевых паст (табл. 5), во всех случаях оказалась выше прочности образцов, изготовленных с использованием алюминиевой пудры. Объясняется это прежде всего повышенной дисперсностью частиц алюминия (средний размер 15–25 мкм), из которых изготовлены алюминиевые пасты, что обеспечивает более равномерную структуру газобетона. Кроме того, на полученный результат влияют имеющиеся в пасте добавки, регулирующие процесс газовыделения и способствующие более равномерному распределению частиц алюминия по объему газобетонной смеси и гомогенизации смеси.

Таким образом, как показали исследования, алюминиевые пасты в сравнении с пудрами меньше пылят, не требуют добавления ПАВ при получении суспензии, положительно влияют на прочность газобетона. Однако

Таблица 4

| Тип газообразователя | Расход материалов, кг/м ³ | | Характеристики газобетонной смеси | | |
|----------------------|--------------------------------------|------|-----------------------------------|---------------------------|------------------------|
| | Al _{сусп} | Вода | Расплав, см | Начальная температура, °С | Время подъема ГБС, мин |
| ПАП-1 | 5,5 | 228 | 15 | 36,3 | 3,5 |
| Газобетотолайт | 4,7 | 206 | 14 | 36 | 6,2 |
| Газобетотолукс | 5,2 | 222 | 13 | 38,6 | 8 |
| ГПБ-2 | 6,2 | 228 | 14 | 39 | 15,5 |
| Schlenk 4507W | 6,2 | 228 | 14 | 38 | 20 |
| Schlenk 7504 | 5,9 | 206 | 14 | 39 | 16 |

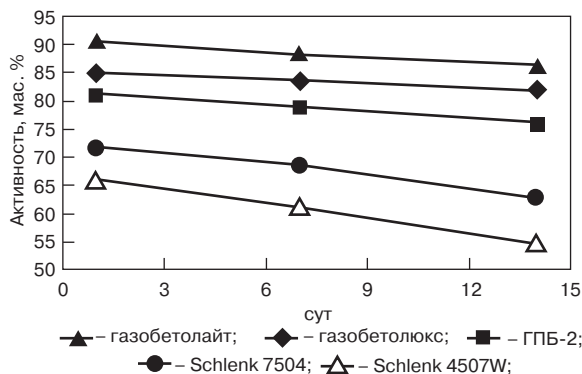


Рис. 2. Стабильность алюминиевой суспензии во времени

Таблица 5

| Тип газообразователя | Характеристики газобетона | | | Приведение к расчетной плотности 500 кг/м ³ | |
|----------------------|---|-------------------|--------------------------|--|---|
| | Плотность γ_{cp} , кг/м ³ | Влажность, мас. % | Прочность R_{cp} , МПа | Коэффициент приведения $\gamma_{пр}^2 / \gamma_{cp}^2$ | Средняя прочность при сжатии $R_{пр}$, МПа |
| ПАП-1 | 477 | 26,5 | 3,57 | 1,009 | 3,92 |
| Газобетололайт | 560,9 | 35,5 | 5,84 | 0,795 | 4,64 |
| Газобетололюкс | 498,9 | 32 | 4,31 | 1,004 | 4,33 |
| ГПБ-2 | 529,9 | 35 | 4,68 | 0,89 | 4,17 |
| Schlenk 4507W | 530,5 | 32,1 | 5,51 | 0,888 | 4,89 |
| Schlenk 7504 | 510,1 | 40,3 | 5,39 | 0,961 | 5,18 |

Таблица 6

| Тип газообразователя | Удельный расход, кг/м ³ * | Стоимость за ед., р. | Стоимость, р. |
|----------------------|--------------------------------------|----------------------|---------------|
| ПАП-1 | 0,55 | 137,5 | 75,63 |
| Газобетололайт | 0,52 | 168 | 87,36 |
| Газобетололюкс | 0,47 | 168 | 78,96 |
| ГПБ-2 | 0,62 | 155,4 | 96,35 |
| Schlenk 4507W | 0,62 | 261 | 161,82 |
| Schlenk 7504 | 0,59 | 261 | 153,99 |

* Принят по результатам получения оптимальных составов при оценке влияния газообразователя на свойства газобетона.

Ключевые слова: газообразователь, алюминиевая паста, алюминиевая пудра, автоклавный газобетон

необходимо отметить, что их стоимость превышает стоимость алюминиевых пудр. Сравнительная характеристика затрат на газообразователь при производстве 1 м³ газозобетона представлена в табл. 6.

Из представленных данных видно, что при использовании импортных паст стоимость затрат увеличивается почти в 2 раза. В случае применения отечественных паст эти затраты примерно одинаковы, как при использовании паст, так и пудры ПАП-1.

Список литературы

1. Сажнев Н.П., Гончарик В.Н., Гарнашевич Г.С., Соколовский Л.В. Производство ячеистобетонных изделий. Теория и практика. Минск: Стринко, 1999. 284 с.
2. Прохоров С.Б. Специализированные алюминиевые газообразователи. Перспективы развития // Научно-технический сборник «Будівельні матеріали, виробити та санітарна техніка». Вып. 32. Киев: Товариство «Знання», 2009. С. 94–97.



Открытое акционерное общество со 100% государственным капиталом
**«Конструкторско-технологическое бюро
 бетона и железобетона»**
 (ОАО «КТБ ЖБ»)

ОАО «КТБ ЖБ» осуществляет свою деятельность в области строительного инжиниринга, проектирования, обследования и научно-технического сопровождения строительства. Специалисты ОАО «КТБ ЖБ» являются авторами и соавторами нормативных документов различного уровня. В нашей компании вы можете приобрести:

- ◆ МРДС 02-08 «Пособие по научно-техническому сопровождению и мониторингу строящихся зданий и сооружений, в том числе большепролетных, высотных и уникальных» – методический документ федерального значения, предназначенный для использования участниками строительного процесса в соответствии с положениями закона «О техническом регулировании» для обеспечения надлежащего качества и безопасности строительных объектов за счет применения прогрессивных технических решений, научных методов осуществления мониторинга и решения технических вопросов на всех стадиях строительства.
- ◆ РД-15.01.2007 «Сборник расценок на основные виды работ, осуществляемых при научно-техническом сопровождении строительства».

Стандарты организации:

- ◆ СТО «Бетоны. Правила контроля и оценки прочности бетона монолитных конструкций неразрушающими методами с учетом однородности».
- ◆ СТО «Бетоны. Метод определения прочности статическим вдавливанием конуса в пробы бетона».
- ◆ СТО «Бетоны. Определение прочности методом отрыва со скалыванием».
- ◆ СТО «Контроль качества арматурно-сварочных работ в железобетонных конструкциях».
- ◆ СТО «Сварные соединения арматурных стержней в монолитных железобетонных колоннах зданий и сооружений».
- ◆ СТО «Ультразвуковой контроль сварных соединений арматуры в железобетонных конструкциях».

В 2009 г. ОАО «КТБ ЖБ» выпустит

«Инструкцию по проектированию состава и определению свойств высокопрочных бетонов из самоуплотняющихся бетонных смесей»

По вопросам приобретения нормативно-технической литературы обращайтесь по адресу:

**109428, Москва, 2-я Институтская ул., д.6, корп. 15а, Тел./Факс: (499) 170-00-65 Тел.:(499) 171-09-01
 E-mail: ktb@ktbbeton.ru, marketing@ktbbeton.ru www.ktbbeton.ru**

Реклама

В.В. ПУШКИНА, горный инженер-строитель (pviktoria1977@rambler.ru),
Шахтинский институт (филиал) ГОУ ВПО Южно-Российского государственного
технического университета (Новочеркасский политехнический институт)

Пенобетон на гипсоглиноземистом расширяющемся цементе

Снижение материальных и энергетических затрат при строительстве и эксплуатации зданий и сооружений остается доминирующей проблемой строительной отрасли. В связи с этим, развитие производства ячеистого бетона, в том числе пенобетона неавтоклавного твердения как эффективного строительного материала, представляется весьма перспективным.

Ужесточение требований по теплозащите зданий привело к необходимости снижения коэффициента теплопроводности и, следовательно, средней плотности конструкционно-теплоизоляционных пенобетонов с $850\text{--}750\text{ кг/м}^3$ до $600\text{--}500\text{ кг/м}^3$, а теплоизоляционных — с $400\text{--}350\text{ кг/м}^3$ до $300\text{--}200\text{ кг/м}^3$ [1]. Это привело к ухудшению физико-механических и теплофизических свойств этих материалов при использовании традиционных сырьевых материалов, технологий и оборудования.

Для улучшения физико-механических свойств, в том числе для частичной компенсации усадочных деформаций, целесообразно использовать гипсоглиноземистый расширяющийся цемент (ГГРЦ), а в качестве кремнеземистого компонента использовать традиционные строительный песок и золу-уноса в равных соотношениях. Изучено влияние таких факторов, как состав вяжущего, вид и дозировка пенообразователя, соотношение вяжущего к наполнителю и водотвердое отношение, на текучесть смеси, кинетику твердения [2] и комплекс тепло- и гидрофизических свойств — теплопроводность в сухом и влажном состоянии, сорбционную влажность, паро-проницаемость.

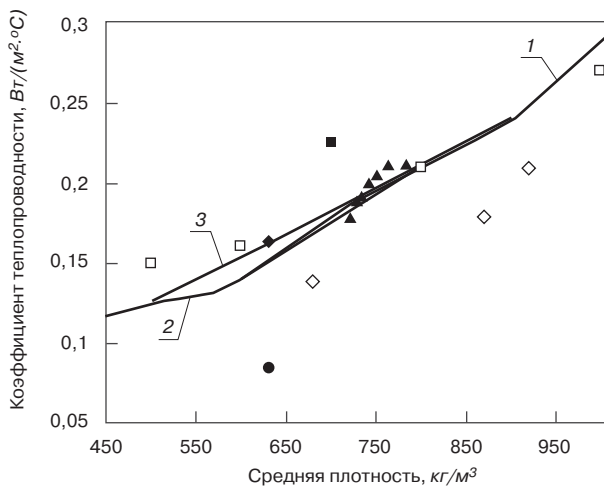
Как известно, низкий коэффициент теплопроводности ячеистых бетонов λ в сухом состоянии определяется

структурой его пористости (форма, размер и замкнутость воздушных пор) и составом твердой фазы материала (матрицы). Пенобетоны характеризуются весьма низкими показателями коэффициента теплопроводности среди традиционных минеральных строительных материалов (рис. 1). Как следует из представленных на рис. 1 данных, коэффициент теплопроводности пенобетона неавтоклавного твердения в сухом состоянии соответствует требованиям ГОСТ 25485–89 для ячеистых бетонов.

Микроклимат жилой среды или так называемый уровень комфортности проживания человека в домах со стенами из различных материалов должен учитываться при их выборе. Микроклимат определяется такими свойствами материала ограждающей конструкции, как паропроницаемость, воздухопроницаемость и сорбционная влажность. Представленные на рис. 2 данные свидетельствуют о том, что пенобетон неавтоклавного твердения на ГГРЦ для условий эксплуатации А является достаточно эффективным материалом по показателю сорбционной влажности и, следовательно, по величине расчетного коэффициента теплопроводности (см. таблицу) в сравнении с портландцементными пенобетонами, хотя, как и они, уступает легким бетонам на пористых заполнителях. В условиях эксплуатации Б мелкопористое строение цементного камня ГГРЦ, предопределяющее повышенную сорбционную влажность, негативно влияет на коэффициент теплопроводности бетона, хотя и в этом случае она остается в пределах, определенных СП 23-101–2004.

Представленные на рис. 3 данные свидетельствуют о том, что по величине коэффициента паропроницаемости пенобетон неавтоклавного твердения на ГГРЦ соответствует показателям ГОСТ 25485–89 для ячеистых бетонов и выгодно отличается по этому показателю от, например, неавтоклавных фибропенобетонов с расширяющей добавкой (РД).

Таким образом, неавтоклавный пенобетон на ГГРЦ классов В1,5–В2,5 при плотности $700\text{--}800\text{ кг/м}^3$, обладающий относительно низкими усадочными деформациями



◆ — пенобетон по данным [3]; ● — пенобетон по данным [4];
◇ — фибропенобетон с расширяющей добавкой по данным [5];
□ — керамзитобетон по СП23–101–2004;
■ — перлитобетон по СП23–101–2004;
▲ — пенобетон неавтоклавного твердения классов В1,5–В2,5 D700, D800 на ГГРЦ

Рис. 1. Зависимость коэффициента теплопроводности в сухом состоянии от средней плотности: 1 — неавтоклавный ячеистый бетон по ГОСТ 25485–89; 2 — автоклавный ячеистый бетон по ГОСТ 25485–89; 3 — расчет по формуле $\lambda_B = \lambda_C \frac{\rho}{8010 - \rho}$ при $\lambda_C = 1,9$ [6]

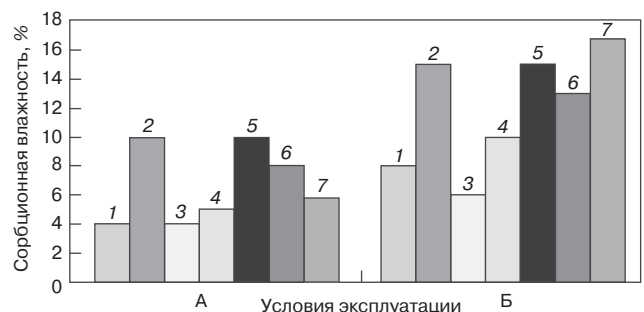
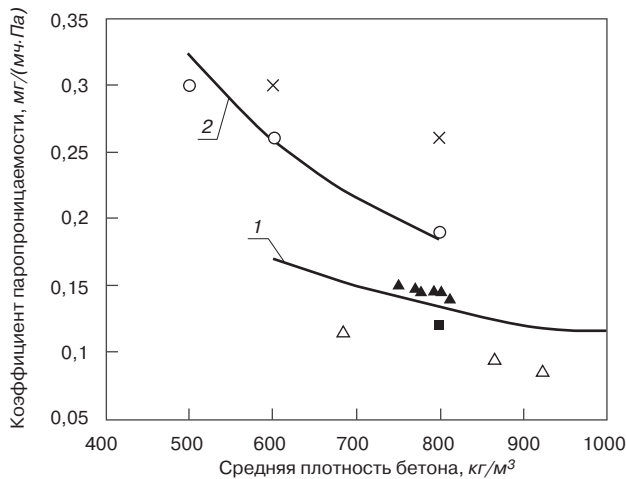


Рис. 2. Зависимость сорбционной влажности при средней плотности бетона от относительной влажности воздуха: 1 — полистиролбетон плотностью 600 кг/м^3 [6]; 2 — газо- и пеносиликат плотностью 800 кг/м^3 [6]; 3 — пемзобетон плотностью 800 кг/м^3 [6]; 4 — керамзитобетон плотностью 800 кг/м^3 [6]; 5 — перлитобетон плотностью 800 кг/м^3 [6]; 6 — вермикулитобетон плотностью 800 кг/м^3 [6]; 7 — пенобетон неавтоклавного твердения на ГГРЦ D800; А — 60%, Б — 97%.



△ – фибропенобетон с расширяющейся добавкой по данным [5];
 ○ – керамзитобетон по СП 23-101-2004;
 ■ – пемзобетон по СП 23-101-2004;
 × – перлитобетон по СП 23-101-2004;
 ▲ – пенобетон неавтоклавного твердения на ГГРЦ

Рис. 3. Зависимость коэффициента паропроницаемости от средней плотности бетона: 1 – ячеистый бетон по ГОСТ 25489-89; 2 – расчет по формуле $\mu=560\rho^{-1,2}$

циями в сравнении с портландцементными аналогами, можно рассматривать как достаточно эффективный стеновой материал для условий эксплуатации А и приемлемый для условий Б.

Ключевые слова: пенобетон, цемент гипсоглиноземистый, свойства.

Расчетные значения коэффициента теплопроводности для различных бетонов, Вт/(м·°С)

| Бетоны (при средней плотности) | Условия эксплуатации | |
|---|----------------------|----------------------|
| | А (влажность 60%) | Б (влажность 97%) |
| Полистиролбетон (600) | 0,24 | 0,29 |
| Газо- и пеносиликат (800) | 0,33 | 0,37 |
| Пемзобетон (800) | 0,24 | 0,26 |
| Керамзитобетон (800) | 0,31 | 0,38 |
| Перлитобетон (800) | 0,31 | 0,39 |
| Вермикулитобетон (800) | 0,27 | 0,31 |
| Пенобетон на ГГРЦ (800, $\lambda_c = 0,21$) | 0,27 | 0,41 |
| Газо- и пенобетон (800) СП 23-101-2004, п. 205 | 0,35 | 0,41 |

Список литературы

1. Кобидзе Т.Е., Коровяков В.Ф., Листов С.В., Самборский С.А. Перспективная технология неавтоклавного легкого пенобетона // Строит. материалы. 2006. № 4. С. 40–41.
2. Пушкина В.В. Пенобетоны неавтоклавного твердения на гипсоглиноземистом расширяющемся цементе // Строит. материалы. 2009. № 10. С. 30–32.
3. Шахова Л.Д., Рахимбаев Ш.М. и др. Роль цемента в технологии пенобетонов // Строит. материалы. 2005. № 1. С. 42–44.
4. Шахова Л.Д., Черноситова Е.С. Ускорение твердения пенобетонов // Строит. материалы. 2005. № 5. С. 3–7.

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

26–28 мая 2010 г. г. Минск
 Международная научно-практическая конференция
**ОПЫТ ПРОИЗВОДСТВА И ПРИМЕНЕНИЯ ЯЧЕИСТОГО
 БЕТОНА АВТОКЛАВНОГО ТВЕРДЕНИЯ**



Программой конференции предусмотрено:

26 мая 2010 г.

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

27 мая 2010 г.

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

28 мая 2010 г. Работа по секциям

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

Принимаются заявки на проведение докладов и презентаций. Заявку на участие в конференции, на выступление и презентацию можно скачать с сайта www.ais.by

220005 Минск, ул. Платонова, 22, к. 705.
 Тел./факс (+375 17) 292 49 56, 292 79 43, 292 79 44, моб. (+375 29) 611 66 20
 26 - 28 мая 2010 г. E-mail: bsr@telecom.by

А.И. КУДЯКОВ, д-р техн. наук, Томский государственный архитектурно-строительный университет; С.А. БЕЛЫХ, канд. техн. наук, А.М. ДАМИНОВА, инженер (nastya_f_m@mail.ru), Братский государственный университет (Иркутская обл.)

Смеси сухие растворные цементные с микрогранулированной воздухововлекающей добавкой

В условиях конкуренции и стремления к повышению качества продукции на всех этапах строительного производства все шире применяются сухие строительные смеси на цементных вяжущих (ГОСТ 31357–2007). Преимущества использования сухих смесей на строительных объектах объясняются их специальными свойствами, стабильность которых обеспечена многокомпонентным составом, высокой точностью дозирования ингредиентов и тщательному их перемешиванию. Производство сухих смесей на местах исключает транспортные расходы, но ставит задачу поиска качественного сырья, в том числе модифицирующих добавок многоцелевого назначения.

В номенклатуре сухих строительных смесей особое место занимают смеси для монтажных и кладочных работ, к которым предъявляются требования по обеспечению высокой морозостойкости.

Среди известных приемов повышения морозостойкости высокоэффективным и практичным является: применение воздухововлекающих добавок, снижение капиллярной пористости и уплотнение структуры материала тонкодисперсными компонентами.

Воздухововлекающие добавки вводят в тысячных и сотых долях массы цемента. Снизить чувствительность к точности дозирования воздухововлекающих добавок и обеспечить их равномерное введение в сухую смесь возможно путем их предварительного соединения с минеральными тонкодисперсными материалами [1].

В [2] изложена технология получения микрогранулированных органоминеральных добавок методом сухой минерализации пены: омыленные смоляные и жирные кислоты из продуктов сульфатно-целлюлозного производства [3] вспенивают и минерализуют микрокремнеземом. Преимущества способа в том, что нет воздействия высокой температуры, вредного для органической части добавки; добавки не требуют помола; исчезает пыление при использовании микрокремнезема; гранулы добавки равномерно распределяются в сухой смеси и распадаются при затворении водой.

Установлено, что воздухововлекающий эффект и эффективность гранулированных добавок в цементных композитах эквивалентны исходному воздухововлекающему компоненту. Микрокремнезем при таком способе грануляции не теряет пуццолановую активность и ин-

тенсифицирует структурообразование цементного камня в начальные сроки твердения [4].

Известно, что обеспечение морозостойкости при применении воздухововлекающих добавок обусловлено созданием в структуре бетона системы условно-замкнутых пор. При этом важную роль играют суммарный объем пор (A , %), их численное содержание в единице объема (α_0 , мм⁻¹) и фактор расстояния (L , мм). Только при L меньше 0,25 мм можно гарантировать высокую морозостойкость цементного бетона [5].

Цель настоящей работы – изучение основных свойств строительных растворов из сухих смесей, содержащих гранулированную воздухововлекающую добавку, и параметров пор вовлеченного воздуха.

Для исследований использовали гранулированную добавку СМК, приготовленную путем сухой минерализации пены на основе сырого сульфатного мыла (ССМ), побочного продукта сульфатной варки целлюлозы, микрокремнеземом (МК).

При математическом моделировании в качестве варьируемых факторов выбраны песчано-цементное отношение и количество добавки СМК (табл. 1).

При проведении исследований использовали добавку с постоянным соотношением компонентов ССМ^{сух.}:МК=1:200. Содержание компонентов в гранулированной добавке представлено в табл. 2.

Параметрами качества растворов из сухих смесей (откликами) выбраны предел прочности при сжатии ($Y_{Рсж}$), объем вовлеченного воздуха ($Y_{VВВ}$) и водопотребность ($Y_{В/Ц}$ – водоцементное отношение) равноподвижных смесей марки П_{к2}.

Смеси, затворенные водой, испытывали в соответствии с ГОСТ 5802–86, а свойства затвердевшего раствора – ГОСТ 31357–2007 и ГОСТ 28013–98*.

Путем математической обработки в программе STADIA получены уравнения регрессии каждого отклика:

$$Y_{VВВ} = 9,05 - 0,884 \cdot X_1 + 2,64 \cdot X_2 - 1,78 \cdot X_1^2 + 0,132 \cdot X_2^2 - 0,373 \cdot X_1 \cdot X_2;$$

$$Y_{В/Ц} = 0,817 - 0,155 \cdot X_1 - 0,0247 \cdot X_2 - 0,0338 \cdot X_1^2 + 0,0121 \cdot X_2^2 + 0,0223 \cdot X_1 \cdot X_2;$$

$$Y_{Рсж} = 12,6 + 6,68 \cdot X_1 - 1,46 \cdot X_2 + 2,53 \cdot X_1^2 + 0,337 \cdot X_2^2 - 0,737 \cdot X_1 \cdot X_2.$$

Таблица 1

| Фактор, вид | | Уровни варьирования | | |
|---------------------------------|--------------|---------------------|----|----|
| Натуральный | Кодированный | -1 | 0 | +1 |
| Отношение П:Ц | X_1 | 5 | 4 | 3 |
| Количество СМК, % массы цемента | X_2 | 5 | 10 | 15 |

Таблица 2

| Дозировка добавки, % массы цемента | Содержание компонентов добавки, % массы цемента | |
|------------------------------------|---|----|
| | ССМ | МК |
| 5 | 0,025 | 5 |
| 10 | 0,05 | 10 |
| 15 | 0,075 | 15 |

Таблица 3

| П:Ц—отношение | Наименование добавки | A, % | α_0 , мм ⁻¹ | L, мм |
|---------------|----------------------|------|-------------------------------|-------|
| 3 | ССМ | 7,1 | 21,8 | 0,247 |
| | СМК | 6,9 | 24,5 | 0,223 |
| 4 | ССМ | 9 | 18,3 | 0,261 |
| | СМК | 9,1 | 20,4 | 0,233 |
| 5 | ССМ | 8,4 | 16,8 | 0,281 |
| | СМК | 8,2 | 19,6 | 0,244 |

Полученные регрессионные модели адекватны экспериментальным данным согласно множественному коэффициенту корреляции, коэффициенту детерминации, показателю статистики Фишера и уровню значимости нулевой гипотезы.

Объем вовлеченного воздуха в растворных смесях при увеличении содержания гранулированной добавки от 5 до 15% увеличивается при П:Ц=3 от 4,3 до 11,3%; при П:Ц=4 от 6,7 до 11,5%; при П:Ц=5 от 5,7 до 11,5%. Количество вовлеченного воздуха при введении в смеси растворные гранулированной добавки с воздухововлекающим компонентом соответствует воздухововлечению в аналогичных составах с исходным сырым сульфатным мылом.

Оптимальный объем воздухововлечения (7–9%), рекомендуемый ГОСТ 26633–91* для морозостойких мелкозернистых смесей, достигается при введении 10% гранулированной добавки, что соответствует оптимальной дозировке.

Водопотребность равноподвижных смесей с П:Ц, равным 4 и 5, с увеличением содержания гранулированной добавки от 5 до 15% (и соответственно вовлекаемого воздуха от 5,7 до 11,5%) при одинаковой подвижности уменьшается, что согласуется с данными [6]. При увеличении доли песка в составе растворной смеси пузырьки вовлекаемого воздуха пластифицируют смесь.

При увеличении количества гранулированной добавки от 5 до 10% водопотребность смесей существенно не меняется. Известно, что отдельное введение микрокремнезема больше 5% значительно увеличивает водопотребность смеси [5].

В смесях с пониженным содержанием песка (П:Ц=3) равномерно распределенные пузырьки воздуха повышают связность смеси, а существенное увеличение содержания добавки, соответственно микрокремнезема, способствует повышению вязкости цементного теста и (при сохранении пластичности смеси) водопотребности (В/Ц). Это явление необходимо учитывать при проектировании составов смесей сухих растворных цементных. Так, при проектировании составов для высокопрочных монтажных смесей целесообразно вводить дополнительно пластифицирующий компонент, например суперпластификатор С-3.

При содержании добавки до 10% снижение прочности, вызванное вовлечением воздуха, компенсируется действием микрокремнезема.

Ранее [3] методами дифференциально-термического и рентгенофазового анализа было установлено активное участие микрокремнезема в образовании гидросиликатов кальция. В присутствии гранулированной добавки с течением времени количество портландита в цементном камне уменьшается, а количество химически связанной воды увеличивается. Это приводит к компенсации отрицательного влияния вовлеченного воздуха на прочность затвердевшей смеси.

Таблица 4

| Наименование добавки | Содержание компонентов добавки, % массы цемента | | | В/Ц | Морозостойкость, циклы |
|----------------------|---|----|-----|------|------------------------|
| | ССМ | МК | С-3 | | |
| Без добавки | – | – | – | 0,68 | 50 |
| СМК | 0,05 | 10 | – | 0,68 | 150 |
| СМК+С-3 | 0,05 | 10 | 0,5 | 0,59 | 250 |

Были исследованы параметры условно-замкнутой пористости растворов из сухих строительных смесей. Использование гранулированной добавки позволяет направленно воздействовать на параметры условно-замкнутой пористости, формируя поры оптимальных размеров с диаметром до 300 мкм (преимущественно 14–140 мкм), что при достаточном объеме вовлеченного воздуха обеспечивает фактор расстояния $L = 0,22–0,24$ мм (табл. 3). При этом происходит уменьшение среднего размера пор вовлеченного воздуха и увеличение удельной поверхности пор по сравнению с исходной воздухововлекающей добавкой.

Из смесей сухих растворных состава П:Ц=3 были изготовлены контрольные образцы для определения морозостойкости. Результаты исследований приведены в табл. 4.

Проведенные опытно-промышленные испытания на ООО «СТЭКС» (г. Братск Иркутской области) подтвердили достоверность разработанных рекомендаций и эффективность использования смесей сухих строительных для монтажных и кладочных работ с гранулированной воздухововлекающей добавкой на основе продуктов сульфатно-целлюлозного производства.

Таким образом, разработанная гранулированная добавка позволяет получать растворы М75–М200 из сухих строительных смесей повышенной морозостойкости с уменьшенным на 15–25% расходом цемента по сравнению с рекомендуемыми СП 82–101–98.

Гранулированная воздухововлекающая добавка на основе продуктов сульфатно-целлюлозного производства эффективна и обеспечивает оптимальную поровую структуру затвердевших цементных материалов.

Ключевые слова: смеси сухие строительные, воздухововлекающая добавка

Список литературы

1. *Белых С.А., Фадеева А.М.* Малоэнергоемкие способы получения воздухововлекающих добавок в сухие строительные смеси // Сухие строительные смеси. 2008. № 1. С. 64–66.
2. Патент РФ RU (11) 2283292 (13) С1 Способ приготовления микрогранул комплексной добавки в цементные композиты / С.А. Белых, А.М. Фадеева, А.Ю. Мясникова, В.Г. Попова // Заявл. 12.04.2005. Оpubл. 10.09.2006. Бюл. № 25.
3. *Карнаухов Ю.П., Кудряков А.И., Зиновьев А.А., Белых С.А.* Модификаторы бетонов и строительных растворов из отходов сульфатно-целлюлозного производства // Строит. материалы. 1997. № 9. С. 11–13.
4. *Кудряков А.И., Белых С.А., Даминова А.М.* Сухие растворные смеси с гранулированными органоминеральными воздухововлекающими добавками // Вестник ТГАСУ. 2009. № 3. С. 101–110.
5. *Батраков В.Г.* Модифицированные бетоны. Теория и практика. М., 1998. 768 с.
6. Воздухововлекающие добавки в гидротехническом бетоне. М. – Л.: Стройиздат, 1953. 120 с.

А.К. ГОНЧАРОВ, канд. техн. наук, ОАО «КТБ ЖБ» (Москва)

Свойства пористых проницаемых материалов и уравнение фильтрации воздуха в пористых телах

Большинство строительных материалов имеет пористую структуру, а значения пористости могут меняться в широких пределах 0–98,5%. Пористостью обладают не только сыпучие материалы, но и твердые тела, такие как строительные растворы, бетоны, кирпич и природные камни, высокоэффективные теплоизоляционные материалы и другие пористые материалы, например пористые металлы, изготовленные из порошков методом спекания и т. п.

Структура таких материалов в зависимости от распределения пор в объеме тела бывает однородной и неоднородной, а свойства тел являются соответственно изотропными и анизотропными. При оценке текстуры материала путем исследования шлифов определяют характер распределения пор по их размерам и распределение их количественного содержания по площади. При этом обычно полагают, что поверхностная пористость равна объемной. Этот постулат достаточно справедлив и позволяет получать упрощенные математические решения различных расчетных моделей теплопереноса, в том числе путем фильтрации воздуха.

Для грубой технической оценки пористость разделяют на открытую и закрытую. Иногда этого может быть достаточно для принятия соответствующего инженерного решения о рациональном применении материалов в конструкциях. В качестве примера можно указать на использование в наружных стеновых панелях пенополистирола плотностью 15 кг/м³ с высоким значением пористости 98,5%, большая часть которой является закрытой. Следует заметить, что понятия закрытой и открытой пористости являются достаточно условными, так как поры могут быть закрыты для прохождения потока воздуха, но открыты для прохождения водяного пара.

При более подробном изучении структуры пористых материалов экспериментально определяют характер распределения пор по радиусу, а также изучают извилистость пор, количество закрытых, открытых и сообщающихся между собой пор. Экспериментальные методы различны и основываются на изучении высоты капиллярного поднятия влаги в образцах, водопоглощения, вдавливания ртути и др.

При рассмотрении структуры пористого материала через электронный микроскоп границы пор различного размера и извилистой линии сообщающихся пор не видно, а видна пространственная структура скелета материала. В связи с этим в ряде случаев возникает необходимость более полно описывать структуру материала не только по характеру распределения

пор по радиусу, но и по распределению величины внутренней удельной поверхности пористого материала по радиусу, понимая, что радиус в данном случае условное понятие.

В данной статье при составлении уравнения фильтрации воздуха сквозь пористое тело использована полуценная ранее А.В. Лыковым взаимосвязь между пористостью и удельной внутренней поверхностью пористого тела, а также равенство поверхностной и объемной пористости.

Рассмотрим движение воздуха сквозь стенку из пористого твердого тела. Структура тела является однородной и изотропной, которой обладают многие строительные материалы. Поток воздуха происходит под влиянием постоянной разности барометрических давлений Δp по обе стороны стенки толщиной ΔX . В этом случае устанавливается силовое равновесие, когда движущая сила, определенная как произведение величины разности давлений Δp на площадь отверстий в пористой стенке $F_{отв}$, равна силе трения воздуха при течении воздуха через пористую стенку о боковую поверхность твердого тела. Приравняв обе силы, что характерно для установившегося движения, получим следующее математическое выражение:

$$\Delta p \times F \times \Pi_s = \eta \frac{\partial v(r)}{\partial r} \times S_{уд} \times \gamma \times F \times \Delta X, \quad (1)$$

где Π_s – поверхностная пористость; F – площадь стенки; η – вязкость воздуха; $S_{уд}$ – удельная внутренняя поверхность твердого тела; $v(r)$ – скорость движения воздуха в пористом теле на расстоянии r от поверхности твердого тела до линии потока.

Сгруппируем в уравнении (1) члены, содержащие r , и умножим левую и правую часть на величину $F_{отв}$; получим:

$$\frac{\Delta p}{\eta \Delta X} \times \frac{\Pi_s \times F_{отв}}{S_{уд} \times \gamma} = F_{отв} \times \frac{\partial v(r)}{\partial r}. \quad (2)$$

После интегрирования уравнения (2) и введения обозначения:

$$Q = F_{отв} \int \frac{\partial v(r)}{\partial r} dr;$$

получим:

$$\frac{\Delta p}{\eta \Delta X} \int \frac{\Pi_s \times F_{отв}}{S_{уд} \times \gamma} dr = Q. \quad (3)$$

Для определения величины Q воспользуемся соотношениями между поверхностной и объемной порис-

тостью, которые предложил А.В. Лыков [1], что справедливо для однородного и изотропного тела:

$$\Pi = \Pi_s = \Pi_v \quad \text{и} \quad S_{уд} = \frac{I}{\gamma} \times \frac{\partial \Pi(r)}{\partial r}.$$

С помощью этих соотношений, а также учитывая, что:

$$d\Pi = \frac{\partial \Pi}{\partial r} dr,$$

преобразуем подинтегральное выражение в формуле (3) в иной вид:

$$\frac{\Pi_s \times F_{отв}}{S_{уд} \times \gamma} \times dr = \frac{\Pi_s \times F \times \Pi_s}{S_{уд} \times \gamma} \times dr = F \times \frac{\Pi^2 \times S_{уд} \times \gamma}{S_{уд}^2 \times \gamma^2} \times dr =$$

$$= F \times \frac{\Pi^2 \times \frac{\partial \Pi(r)}{\partial r}}{S_{уд}^2 \times \gamma^2} \times dr = F \times \frac{\Pi^2 \times d\Pi}{S_{уд}^2 \times \gamma^2},$$

или

$$\frac{\Pi_s \times F_{отв}}{S_{уд} \times \gamma} dr = F \frac{\Pi^2}{S_{уд}^2 \times \gamma^2} d\Pi. \quad (4)$$

Интегрируя уравнение (3) с учетом (4), получим:

$$\frac{\Delta p}{\eta \Delta x} \int F \times \frac{\Pi^2 \times d\Pi}{S_{уд}^2 \times \gamma^2} = \frac{\Delta p}{\eta \Delta x} \times \frac{F \times \Pi^3}{S_{уд}^2 \times \gamma^2 \times 3} = Q, \quad \left[\frac{\text{М}^3}{\text{ч}} \right]. \quad (5)$$

Поделим левую и правую часть на величину F и умножим на $\gamma_{возд}$, получим аналогичное выражение для потока воздуха в другой размерности:

$$q = \frac{\Pi^3 \times \gamma_{возд}}{3 \times S_{уд}^2 \times \gamma^2 \times \eta} \times \frac{\Delta p}{\Delta x}, \quad \left[\frac{\text{кг}}{\text{м}^2 \text{ч}} \right]. \quad (6)$$

Полученное уравнение (6) похоже на известное уравнение Козени-Кармана [2] для фильтрации газа через насыпное пористое тело:

$$q = \frac{\Pi^3 \times F}{K \times S_{уд}^2 \times \gamma^2 \times \eta} \times \frac{\Delta p}{\Delta x}. \quad (7)$$

Видно, что полученное уравнение (6) и уравнение Козени-Кармана (7) весьма похожи и отличаются величиной K в знаменателе. В формуле (6) $K = 3$.

Карман провел большое количество опытов с порошками, а также с пористыми телами, состоящими из набора сферических и цилиндрических частиц с известной поверхностью. В результате экспериментов он предложил численные значения параметра K соответственно равными числам 5; 4,5; 3. Как видно в последнем случае, так же как и в рассмотренном случае твердого однородного изотропного пористого тела, $K=3$. Полученное уравнение (6) близко совпадает с уравнением Козени-Кармана (7) для сыпучих тел.

Уравнение (6) можно использовать для экспериментального определения величины удельной поверхности строительных материалов при прохождении через них потоков газа.

Ключевые слова: пористость, фильтрация, удельная внутренняя поверхность, уравнение.

Список литературы

1. Лыков А.В. Теплообмен: Справочник. М.: Мир, 1980. 623 с.
2. Carman P. Flow of gases through porous media. London, 1956.

БЕЛГОРОДСКАЯ ТОРГОВО-ПРОМЫШЛЕННАЯ ПАЛАТА
 БЕЛЭКСПОЦЕНТР

17-19 марта 2010
 XIV межрегиональная
 специализированная выставка
БелЭкспоСтрой

Т./ф.: (4722) 58-29-51, 58-29-66, 58-29-68, 58-29-41
 E-mail: belexpo@mail.ru; www.belexpocentr.ru; г. Белгород, ул. Победы, 147а

В.В. БАБКОВ, д-р техн. наук, А.В. МОХОВ, инженер, А.И. ГАБИТОВ, д-р техн. наук, А.Е. ЧУЙКИН, канд. техн. наук, Уфимский государственный нефтяной технический университет (Республика Башкортостан)

Цикличность высолообразования на поверхности наружных стен зданий из штучных материалов

Одним из главных источников высолообразования на поверхности наружных стен зданий из штучных стеновых материалов являются едкие щелочи и соли щелочных металлов, обладающие высокой растворимостью [1, 2]. Содержание щелочей в цементе, производимом предприятиями Республики Башкортостан и Южного Урала, достигает 1,5–2,5% в пересчете на Na_2O , что связано в значительной степени с практикой возврата цементной пыли в технологический цикл.

Щелочь в значительном количестве образуется также при взаимодействии клинкерной составляющей цемента и продуктов его гидратации с противоморозными добавками NaNO_2 , K_2CO_3 и добавками–ускорителями твердения Na_2SO_4 , CaCl_2 , используемыми в кладочных растворах при ведении работ в зимних условиях. Вступая в химические реакции с C_3A портландцемента и продуктом гидратации силикатных фаз цемента $\text{Ca}(\text{OH})_2$, названные добавки частично связы-

ваются в практически нерастворимые двойные соли, при этом катионы добавок Na^+ , K^+ в присутствии воды образуют значительное количество высокорастворимых щелочей. Выполненный количественный анализ этих процессов показал, что объем выхода щелочей в этих реакциях составляет 56–81% массы химически взаимодействующей добавки [3, 4], что при дозировке добавок 10–12% массы цемента делает их источником резкого повышения содержания щелочи в кладочных растворах.

Химическое взаимодействие щелочи с водой и углекислым газом воздуха в сочетании с миграцией их растворов в направлении открытой поверхности обуславливает высолообразование и механическое воздействие продуктов карбонизации и гидратации карбонатов на структуру кладочных растворов.

Картина этих воздействий и их многоциклический характер представлены данными таблицы многостадий-

Таблица

Объемные изменения в реакциях гидратации и карбонизации щелочей и характеристика продуктов реакций по растворимости и цвету

| Химическая реакция | Коэффициент увеличения объема твердой фазы | Цвет продукта реакции | Растворимость продуктов реакции в воде при 20°C, г/100 г воды |
|--|--|-----------------------|---|
| По оксиду кальция CaO | | | |
| $\text{CaO} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Ca}(\text{OH})_2$ | 1,986 | | 0,148 |
| $\text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{CO}_2 \rightarrow \text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{O}$ | 1,116 | | 0,0065 |
| По оксиду натрия Na_2O | | | |
| $\text{Na}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{NaOH}$ | 1,448 | белый | 107 |
| $2\text{NaOH} + \text{CO}_2 \rightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O}$ | 1,115 | белый | 21,5 |
| $2\text{NaOH} + \text{CO}_2 \rightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ | 1,467 | белый | 48,5 бв |
| $2\text{NaOH} + \text{CO}_2 + 6\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ | 4,092 | бц | р. |
| $2\text{NaOH} + \text{CO}_2 + 9\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ | 5,269 | бц | 6,95 бв |
| По оксиду калия K_2O | | | |
| $\text{K}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{KOH}$ | 1,352 | белый | 95,3 |
| $2\text{KOH} + \text{CO}_2 \rightarrow \text{K}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O}$ | 1,037 | бц | 111 |
| $2\text{KOH} + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{K}_2\text{CO}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ | | бц | 198 |
| $4\text{KOH} + 2\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{K}_2\text{CO}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ | 1,47 | бц | 169 |

Примечание: бв – по безводному продукту; бц – бесцветный продукт.

ных химических процессов и объемных изменений в реакциях гидратации и карбонизации щелочей.

Из данных таблицы следует, что после затворения цементной композиции водой и гидратации оксидов Na_2O и K_2O с образованием гидроксидов NaOH , KOH и их растворов в условиях осушения внешней поверхности происходит миграция растворов щелочей к наружной поверхности. Последующее осушение поверхности обуславливает образование высолов белого цвета в виде щелочей NaOH , KOH . Далее реализуются процессы карбонизации щелочей с образованием Na_2CO_3 , K_2CO_3 ; при этом продукт Na_2CO_3 имеет белый цвет и сохраняет цвет высолов. Если на этой стадии поверхность стены достаточно длительно находится в условиях жаркой и сухой погоды, то происходит фиксация высолов в виде сухих продуктов NaOH , KOH , Na_2CO_3 , K_2CO_3 белого цвета на поверхности стены. В этих условиях будет происходить также осушение (обезвоживание) поверхностных слоев кладки.

Последующее замачивание стены косым дождем обусловит растворение высокорастворимых NaOH , KOH , K_2CO_3 , Na_2CO_3 (см. таблицу) и их возврат в объем кладки наружной стены по механизму капиллярного подсоса. Этот механизм выхода высолов на поверхность и их возврат в сочетании с определенной степенью смыва дождем и сдува ветром части продуктов высолообразования может повторяться многократно.

Другая возможность развития высолообразования связана с гидратацией (см. таблицу) карбонатов натрия и калия в присутствии избытка капиллярной влаги, мигрирующей вместе с растворами щелочей, а также влаги дождя. При этом продукты гидратации в значительной степени обесцвечиваются. Особенность высолообразования — образование продуктов с большим коэффициентом увеличения объема твердой фазы (см. таблицу). Для поверхностных слоев конструкционного материала это означает возникновение механического воздействия кристаллов $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot (7-10)\text{H}_2\text{O}$, $\text{K}_2\text{CO}_3 \cdot (1-1,5)\text{H}_2\text{O}$ и в условиях многократной повторяемости цикла приведет со временем к деструкции поверхностных слоев кладки [5].

Коэффициент увеличения (изменения) объема твердой фазы v_0 для приведенных в таблице реакций может быть рассчитан по уравнению:

$$v_0 = m_y \cdot \gamma_x / m_x \cdot \gamma_y,$$

где m_x и m_y — соответственно молекулярные массы исходного и вновь образованного твердофазного продукта в соответствии со стехиометрией реакции; γ_x и γ_y — соответствующие плотности твердофазных продуктов, г/см^3 . По этому уравнению были рассчитаны объемные изменения твердофазных продуктов в химических реакциях, представленные в таблице.

В условиях осушения наружной поверхности будет происходить дегидратация гидрокарбонатных фаз с многообразным характером проявления и утраты рисунка и цвета высолов.

Описанные выше процессы были подтверждены моделированием в лабораторных условиях, а также данными натурных наблюдений на кладках из керамического, силикатного кирпича, вибропрессованных бетонных блоков.

Таким образом, важной особенностью высолообразования является цикличность, повторяемость, что предполагает как вариант блокировки процессов принудительный или естественный смыв продуктов на стадии их интенсивного появления, последующую сушку поверхностных слоев материала стен также естественным или принудительным способом с последующей гидрофобизацией поверхности наружной стены.

Эта технология может быть реализована более дешевым естественным путем. Максимум высолообразования проявляется в начале весны. В летний период, соче-

тающийся с периодическими дождями, будут протекать два параллельных процесса — растворение высолов на фасаде и осушение поверхностных слоев наружных стен, что обусловит постепенный возврат высолов в объем кладки и очистку фасадов от них. На стадии достаточно длительной сухой погоды на очищенную от высолов стену можно нанести гидрофобный экран, который заблокирует высолы в объеме кладки, допуская в последующее время ее осушение по механизму паропроницания влаги наружу.

Список литературы

1. *Бабков В.В., Климов В.П., Сахибгареев Р.Р., Чуйкин А.Е. и др.* Механизмы высолообразования на поверхностях наружных стен зданий из штучных стеновых материалов // Строит. материалы. 2007. № 8. С. 74–76.
2. *Розенталь Н.К., Чехний Г.В.* Причины образования и методы предупреждения образования высолов на поверхности строительных конструкций: В кн. Материалы 1-й Всероссийской конференции по проблемам бетона и железобетона «Бетон на рубеже третьего тысячелетия». 2001. Т. 3. С. 1444–1447.
3. *Бабков В.В., Габитов А.И., Чуйкин А.Е., Мохов А.В. и др.* Высолообразование на поверхностях наружных стен зданий из штучных стеновых материалов // Строит. материалы. 2008. № 3. С. 2–4.
4. *Бабков В.В., Габитов А.И., Чуйкин А.Е. и др.* Особенности высолообразования на поверхности возводимых в зимних условиях наружных стен зданий на основе штучных стеновых материалов // Башкирский химический журнал. 2007. № 5. С. 156–159.
5. *Федосов С.В., Базанов С.М.* Сульфатная коррозия бетона. М.: Изд-во АСВ, 2003. 192 с.



А.В. Ушеров-Маршак

БЕТОНОВЕДЕНИЕ ЛЕКСИКОН

М.: РИФ «СТРОЙМАТЕРИАЛЫ», 2009. 112 с.

Издание подготовлено в виде толкового словаря, ориентированного на формирование понятийно-терминологического аппарата бетоноведения — одной из динамично развивающихся, сложных и специфических областей материаловедения. Учтены тенденции международной интеграции науки о бетоне и его технологии.

«Бетоноведение: лексикон» содержит более 650 терминов и понятий, 150 аббревиатур международно признанных словосочетаний, наиболее часто употребляемых в профессиональной научно-технической литературе и нормативных документах. Особенность издания состоит в насыщенности информацией физико- и коллоидно-химического характера в связи с возрастающей ролью этих знаний при обосновании составов, структур, свойств, технологических процессов получения и службы бетона.

Издание рассчитано на широкий круг представителей науки, образования, в том числе учащихся вузов и колледжей, практики строительной сферы.

Цена 1 экз. без почтовых услуг 250 р., НДС не облагается

Книгу можно заказать с сайта издательства

www.rifsm.ru

Тел./факс: (495) 976-20-36, 976-22-08

e-mail: mail@rifsm.ru

Т.Н. КУХТА, инженер (kuhta_tatiana@mail.ru), зав. лабораторией РУП «Институт БелНИИС» (Минск, Республика Беларусь)

Повышение долговечности полимерного покрытия асбестоцементных листов при использовании гидрофобизатора

Асбестоцемент является долговечным материалом, поэтому вопрос долговечности красок для асбестоцементных изделий весьма актуален. Известны образцы кровли из неокрашенных асбестоцементных листов, которые к настоящему времени прослужили около 100 лет; множество примеров шиферной кровли с покрытием, которое не меняется 60–80 лет.

Срок службы всех применяемых для асбестоцемента красок значительно ниже его собственной долговечности. В то же время асбестоцемент – традиционный кровельный материал для России и всех территорий постсоветского пространства с разнообразными климатическими зонами. Во второй половине прошлого века объемы применения шифера в Советском Союзе были самыми большими – до 70–80% от общего количества используемых кровельных материалов. В последние годы доля шифера снизилась, но при этом составляет около 50%.

Не во всех регионах шиферное покрытие ведет себя одинаково. Например, в солнечном климате Средней Азии, где нет длительных холодных месяцев, больших перепадов влажности, асбестоцементные листы много лет сохраняют чистую, светло-серую поверхность. На значительной территории России, Украины, Белоруссии кровельные покрытия испытывают жесткие климатические воздействия. Оставаясь надежным по физико-механическим характеристикам изделием, неокрашенный асбестоцемент со временем теряет внешнюю привлекательность. В связи с этим именно стойкость окрашенной асбестоцементной поверхности в большой мере определяет интерес к материалу.

Для поверхности асбестоцементных изделий, эксплуатирующихся в течение десятилетий, требуются краски с высокими, не снижающимися в процессе эксплуатации адгезионными характеристиками, содержащие светостойкие пигменты. Такие краски кроме декоративных свойств должны обеспечивать асбестоцементу защиту от воздействия окружающей среды, повышать его водостойкость и морозостойкость. При любых достоинствах окрашивающего состава качество окрашенного изделия в большой степени зависит от свойств самого окрашиваемого материала, то есть подложки. Подложка из асбестоцемента очень специфична и имеет ряд особенностей, затрудняющих создание долговечного цветного покрытия.

Материал асбестоцемент во всех изделиях пронизан огромным количеством пор и капилляров различного размера и конфигурации. Почти все поры и капилляры в асбестоцементе могут заполняться водой [1].

Листы шифера, сформованные на круглосеточных машинах, имеют различную плотность по толщине – большую со стороны, прилегающей к форматному барабану, и меньшую с противоположной, лицевой для изделия стороны. Это обуславливает различную скорость впитывания и отдачи влаги с обеих сторон листа. Из-за этого асбестоцементный лист способен коробиться да-

же тогда, когда влажность воздуха с обеих сторон одинакова.

При сушке влажного листа из-за более интенсивной влагоотдачи с одной стороны лист коробится таким образом, что более сухая его внешняя поверхность становится вогнутой [1]. Коробление листа происходит и при одностороннем нагревании его солнечными лучами [2]. В начале производства окрашенных асбестоцементных листов их красили только с лицевой стороны, что приводило к большим деформациям листов за счет коробления и к снижению качества покрытия. На протяжении последних десятилетий при отработке разных технологий окрашивания асбестоцемента для снижения коробления листов параллельно с окраской лицевой поверхности тыльная сторона покрывалась слоем различных грунтовок [1].

Существует еще одна важная проблема при эксплуатации окрашенных асбестоцементных листов – появление на их поверхности белого налета – высолов. Образование высолов связано с разной скоростью гидратации свободного оксида кальция во внутренних и наружных слоях листов. Гидратация медленнее идет внутри листов; оставшийся свободный оксид кальция со временем выходит на наружную поверхность, где образуется гидроксид кальция. Высолы на окрашенных асбестоцементных листах не только портят декоративный вид изделия, но и значительно сокращают срок службы лакокрасочного покрытия.

Для снижения высолообразования на асбестоцементных изделиях в производстве используют портландцемент с минимальным содержанием $\text{CaO}_{\text{св}}$ (до 1%) [3], но и при этом полностью исключить образование высолов не удастся. Существенного снижения количества высолов на окрашенном слое можно достичь путем предварительной обработки поверхности листов гидрофобизаторами [4]. Установлено, что при действии гидрофобизаторов снижается водопоглощение асбестоцементного листа, уменьшается в нем перемещение воды и растворимых составляющих [5–6].

В настоящей работе для повышения эффективности действия окрашивающего состава образцы также обрабатывали гидрофобизатором. Для окраски шифера использован прогрессивный способ покрытия строительных материалов полимерными порошковыми красками. Наиболее широко полимерные порошковые покрытия используют для окраски металлических и деревянных изделий и конструкций, их также применяют для окраски бетона, керамики и асбестоцемента [4].

Изделия с защитно-декоративными полимерными порошковыми покрытиями имеют красивый внешний вид, высокие физико-механические характеристики, атмосферо- и химическую стойкость. Разработанные в настоящее время методы и оборудование для нанесения порошковых полимерных покрытий достигли такого уровня, что окрашенные изделия можно широко использовать на самых разных строительных объектах.

Большими преимуществами применения полимерных порошковых красок являются:

- относительная простота и экономичность технологического процесса покрытий;
- высокое качество и долговечность покрытий;
- безотходная технология нанесения покрытий (практически полное использование краски в технологии, возвращение ее избытка в производственный цикл);
- экологичность нанесения покрытий (отсутствие органических растворителей и других летучих веществ).

Высокое качество полимерных покрытий обуславливается структурными и физико-механическими свойствами полимерной пленки и особенностями технологии нанесения покрытия. В пленке лакокрасочного покрытия в результате испарения растворителя образуются поры, поэтому лакокрасочные покрытия менее долговечны. Полимерные покрытия пластичнее, плотнее и потому более стойки к ударным нагрузкам, эффективнее защищают изделия от различных видов химической и атмосферной коррозии [4].

Опыт применения полимерных порошковых покрытий для асбестоцемента мал. Указанные выше преимущества этих покрытий несколько лет назад явились основанием для начала работ с порошковыми красками на ПРУП «Кричевцементношифер» в Республике Беларусь. В настоящее время детально изучаются особенности формирования этого покрытия на асбестоцементной подложке.

В качестве гидрофобизаторов в мировой строительной практике около сорока лет широко используются кремнийорганические соединения типа ГКЖ-94 (полигидросилоксановая жидкость), ГКЖ-10 (этилсиликонат натрия), ГКЖ-11 (метилсиликонат натрия). При многих достоинствах данные составы имеют срок эффективной эксплуатации около двух лет, так как гидрофобные свойства на их основе приобретает только поверхностный слой материала глубиной не более 1–2 мм [7].

В настоящее время появились составы отечественного и импортного производства нового поколения. Они отличаются надежными гидрофобизирующими свойствами в сочетании с очень высокой химической и термической стойкостью, прочно закрепляются на обрабатываемой поверхности с большой глубиной проникновения и обладают антисептическими свойствами.

Основными требованиями к гидрофобизаторам для асбестоцементных изделий являются: хорошая проникающая способность; устойчивость к воздействию высокой температуры (термостойкость); длительное сохранение гидрофобизирующих свойств (долговечность); подавление известкового выщелачивания; способность не образовывать соли и другие побочные продукты; способность не образовывать с основной вспучивающие соединения; антисептические свойства против грибов, мха, лишайника.

Так как процесс отверждения порошковых красок проходит при относительно высокой температуре (150–190°C), термостойкость является одним из основных требований при выборе гидрофобизатора.

Особенности использования современных кремнийорганических составов для поверхностной гидрофобизации асбестоцементных листов с последующей окраской их полимерными порошковыми красками подробно изложены в работе [8]. Наибольшую эффективность проявил кремнийорганический состав на основе водной эмульсии силан/силоксанов. Этот состав использовался для последующих экспериментов.

Для оценки эффективности гидрофобизации поверхности асбестоцемента изучали: изменение водопоглощения при капиллярном подсосе; длительность сохра-

нения эффекта гидрофобизации; физико-химические процессы взаимодействия гидрофобизатора с поверхностью асбестоцемента.

Водопоглощение при капиллярном подсосе определяли на образцах шифера размером 40×70 мм, вырезанных из боковой грани волны листа. Образцы с покрытием выдерживали не менее 7 сут при нормальных условиях, затем штангенциркулем определяли их линейные размеры с точностью 0,1 мм и взвешивали с точностью 0,01 г.

В стеклянную емкость диаметром 20–30 см помещали поролон толщиной 2–3 см и заливали водой до полного смачивания поролона. Предварительно взвешенные образцы укладывали на увлажненный поролон лицевой стороной вниз, с тем чтобы поверхность была полностью смочена водой. Через 0,5; 1; 3; 6 и 24 ч образцы вынимали из воды, тщательно удаляли капли воды фильтровальной бумагой и взвешивали.

Длительность сохранения эффекта гидрофобизации определяли по результатам ускоренных испытаний в климатической камере типа 3826/16, моделирующей условия эксплуатации материалов в умеренно-холодном климате (ГОСТ 9.401). Применяли образцы размером 200×150 мм, с обеих сторон покрытые гидрофобизатором.

После 100 циклов климатических испытаний оценивали остаточную гидрофобизирующую способность покрытия по изменению водопоглощения.

Процессы физико-химического взаимодействия гидрофобизатора с поверхностью асбестоцемента изучали методами рентгенофазового анализа и дифференциальной сканирующей калориметрии. Рентгенограммы получали на приборе D8 Advance фирмы Bruker AXS (Германия). Рентгенограммы использовали для идентификации на поверхности образцов Ca(OH)₂. Термограммы снимали на термоанализаторе TGA/DSC фирмы METTLER TOLEDO (Швейцария). Съемку вели в интервале температуры 25–1000°C со скоростью нагрева проб 10°C/мин. Учитывая, что площадь тепловых пиков, ограниченных калориметрическими кривыми, прямо пропорциональна изменению энтальпии, по величине создаваемого в эксперименте теплового потока от температуры нагрева исследуемых образцов определяли количественные изменения содержания Ca(OH)₂ для контрольных и гидрофобизированных образцов.

В результате исследований получены следующие результаты. Как и предполагалось, капиллярная поверхностная пористость у всех образцов шифера, обработанных гидрофобизирующим составом, снижена (рис. 1). Через 24 ч испытаний водопоглощение образцов снизилось более чем в 10 раз — от 0,85 до 0,074 кг/м². Следовательно, гидрофобизатор на основе водной эмульсии силан/силоксанов способствует значительному уменьшению впитывающей способности (водопоглощения) асбестоце-

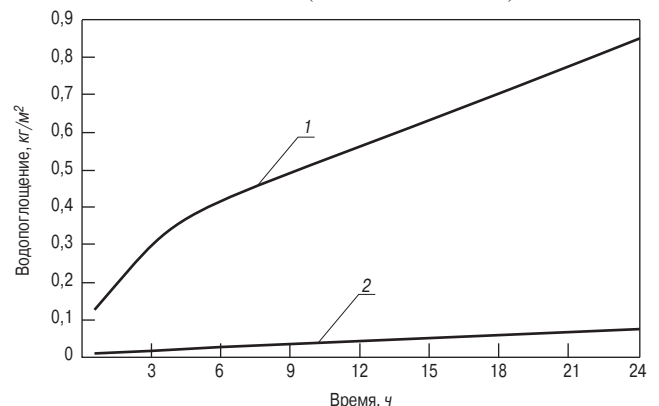


Рис. 1. Зависимость капиллярного водопоглощения образцов асбестоцементного шифера от времени: 1 – негидрофобизированные образцы; 2 – гидрофобизированные образцы

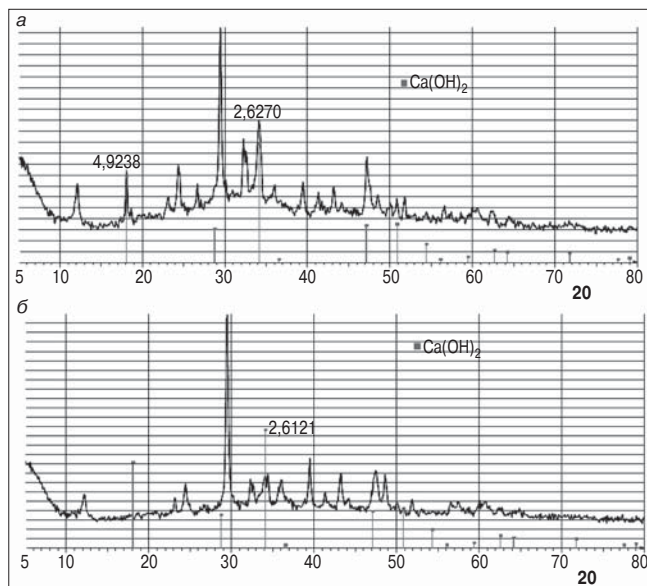


Рис. 2. Рентгенограммы образцов асбестоцементного шифера: а – без гидрофобизатора; б – с гидрофобизатором

мента. Это должно приводить к снижению диффузионного переноса растворимых солей на наружную поверхность и соответственно к снижению высолообразования.

Климатические испытания подтвердили длительность эффекта гидрофобизации водной эмульсией силан/силоксанов. Показатель капиллярного водопоглощения, определенный после 24 ч выдержки в воде, был в 7 раз ниже, чем у контрольного образца шифера, – 1,87 и 12,9% соответственно.

Качественные изменения на поверхности образцов шифера после нанесения на них гидрофобизатора установлены как рентгенофазовым (рис. 2), так и термографическим (рис. 3) анализом.

На рентгенограммах необработанных гидрофобизатором образцов (рис. 2, а) имеются линии, относящиеся к несвязанной извести – 4,92Å и 2,63Å. У образцов, обработанных гидрофобизатором (рис. 2, б), линии 4,92Å отсутствуют и существенно убывает интенсивность линии 2,63Å, она представлена в виде дублета 2,61Å. Уменьшение содержания Ca(OH)₂ в структуре шифера при его гидрофобизации ранее показано в работе [9].

Результаты термического анализа подтверждают идентификационные характеристики, полученные рентгенофазовым анализом. На термограммах (рис. 3) у сравниваемых образцов наблюдаются эндотермические эффекты, относящиеся к содержанию на поверхности образцов Ca(OH)₂.

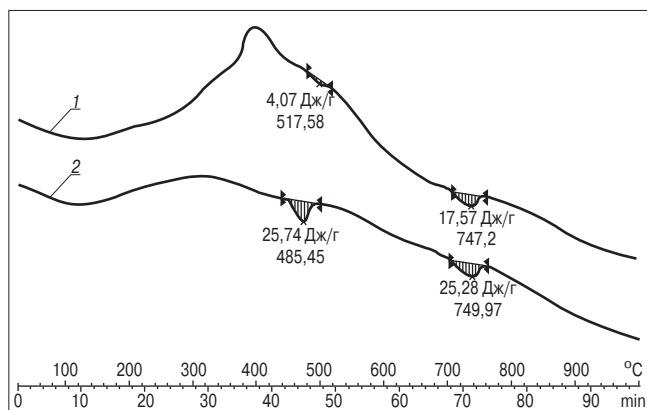


Рис. 3. Термограммы ДСК: 1 – образец шифера, обработанный гидрофобизатором; 2 – образец шифера, не обработанный гидрофобизатором

Эндотермические эффекты видны при 450–520°C и характеризуют выделение конституционной воды из гидроксида кальция. Этот процесс сопровождается дегидратацией Ca(OH)₂, то есть его разрушением. На термограммах второй эндотермический эффект выражен ярче у негидрофобизированного образца – максимум при 485,45°C, энтальпия данного процесса 25,74 Дж/г. У обработанного гидрофобизатором образца наблюдается неглубокий эндотермический эффект – максимум при 517,58°C и энтальпия процесса 17,57 Дж/г. После гидрофобизации асбестоцементного образца снизились затраты энергии на дегидратацию Ca(OH)₂. Уменьшение энтальпии на данном участке, по нашему мнению, свидетельствует об уменьшении содержания Ca(OH)₂ в образце шифера после обработки гидрофобизатором.

Наличие экзотермического эффекта у обработанных гидрофобизатором образцов, по нашему мнению, объясняется выгоранием органической составляющей из нанесенного гидрофобизатора.

Проведенные исследования подтверждают высокое защитное действие на поверхности асбестоцементного использованного гидрофобизатора на основе водной эмульсии силан/силоксанов.

При окрашивании образцов шифера полимерным порошковым составом отмечено, что на поверхности негидрофобизированных образцов появились следы высолов. Поверхность образцов шифера, обработанных перед окраской гидрофобизатором, сохранила свои декоративные свойства.

Таким образом, обработка гидрофобизатором поверхности асбестоцементных образцов перед их окраской полимерным порошковым составом позволяет резко снизить водопоглощение материала и уменьшить его влажностные деформации, исключить высолообразование на поверхности окрашенных образцов. Следовательно, внедрение операции гидрофобизации шифера на линиях окрашивания повысит качество и долговечность продукции.

Ключевые слова: асбестоцемент, долговечность, гидрофобизатор

Список литературы

1. Блох С.Г., Литвинов А.Н. Асбестоцементные материалы и конструкции и их эксплуатационные качества. М.: Стройиздат. 1964. 146 с.
2. Берней И.И. Технология асбестоцементных изделий. М.: Высшая школа. 1977. 229 с.
3. Тимашев В.В., Гризак Ю.С. Технология асбестоцементных изделий. М.: Стройиздат, 1979. 33 с.
4. Гарин В.Н., Долгополов Н.Н. Полимерные защитные и декоративные покрытия строительных материалов. М.: Стройиздат, 1975. 191 с.
5. Шпынова Л.Г. Физико-химические основы формирования структуры цементного камня. Львов: Высшая школа, 1981. 158 с.
6. Брыкова А.С. Влияние гидратированных силикатов натрия на твердение цементных паст // Журнал прикладной химии. 2002. Т.75. М10.
7. Соболевский М.В. Свойства и области применения кремнийорганических продуктов. М.: Химия, 1975. 296 с.
8. Урецкая Е.А., Кухта Т.Н. Технологические особенности поверхностной гидрофобизации асбестоцементного шифера // Строительная наука и техника. 2008. № 6(21). С. 95–100.
9. Естемесов З.А. О фазообразовании цемента при его твердении // Цемент и его применение. 2000. № 3. С. 32–35.

В.А. ЦЕПАЕВ, д-р техн. наук, М.В. КОЛОБОВ, инженер,
Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет

Изменчивость геометрических параметров пиломатериалов

Доминирующим признаком качества строительных конструкций является надежность – количественный статистический показатель, объединяющий комплекс физико-механических характеристик материала и геометрических параметров конструкций. Качество деревянных конструкций в значительной степени зависит от изменчивости свойств древесины и размеров их элементов. Изменчивость свойств древесины изучена достаточно полно (СНиП II-25–80 «Деревянные конструкции. Нормы проектирования»; Пособие по проектированию деревянных конструкций (к СНиП II-25–80); ГОСТ 16483.0–89 «Древесина. Общие требования к физико-механическим испытаниям»). Поэтому при оценке надежности дощатых конструкций необ-

ходимо иметь сведения об изменчивости геометрических параметров пиломатериалов и виде функции их распределения [1]. С этой целью авторами проведены измерения толщины b , ширины h , длины l обрезных досок в количестве 55 штук. Для измерений использовались основные доски с номинальными размерами $b \times h \times l = 50 \times 100 \times 3000$ мм. Для определения размеров поперечного сечения досок применялся штангенциркуль с погрешностью измерения не более 0,1 мм, а длины – стальная геодезическая линейка. Размеры сечения определялись на середине длины и по краям досок, длина измерялась по осевой линии, проходящей через середину ширины сечения. Влажность древесины при проведении измерений составляла 9,5%.

В результате проведенных измерений были получены вариационные ряды значений геометрических параметров обрезных досок, которые рассматривались как малые выборки объемом $n = 55$ из соответствующих генеральных совокупностей. Для отсева возможных аномальных значений результатов измерений использовался критерий Н.В. Смирнова, предполагающий нормальное распределение случайных величин b, h, l [2]. Для проверки гипотезы о нормальном распределении геометрических параметров досок использовался критерий согласия Пирсона [2, 3]. Использование критерия Пирсона предусматривает разбиение вариационного ряда на интервалы, минимально требуемое количество

Таблица 1

| Наименование размера досок | Серия | e | e_1 | K_1 | χ^2 | χ^2_{α} |
|----------------------------|-------|-----|-------|-------|----------|-------------------|
| Толщина на середине длины | С-1 | 8 | 8 | 5 | 2,69 | 11,1 |
| Толщина по краям | С-2 | 8 | 7 | 4 | 2,66 | 9,49 |
| | С-3 | 8 | 7 | 4 | 3,79 | 9,49 |
| Ширина на середине длины | С-4 | 8 | 6 | 3 | 2,88 | 7,82 |
| Ширина по краям | С-5 | 8 | 6 | 3 | 3,26 | 7,82 |
| | С-6 | 8 | 6 | 3 | 1,42 | 7,82 |
| Длина | С-7 | 8 | 6 | 3 | 3,44 | 7,82 |

Таблица 2

| Обозначение размера досок | Серия | \bar{x} , м | S , м | S^2 , м ² | V , % | Δ , % |
|---------------------------|-------|---------------|----------------------|------------------------|---------|--------------|
| b | С-1 | 0,0502 | $2,1 \cdot 10^{-3}$ | $4,41 \cdot 10^{-6}$ | 4,18 | 1,13 |
| | С-2 | 0,0505 | $2,26 \cdot 10^{-3}$ | $5,11 \cdot 10^{-6}$ | 4,47 | 1,21 |
| | С-3 | 0,0506 | $1,92 \cdot 10^{-3}$ | $3,69 \cdot 10^{-6}$ | 3,79 | 1,06 |
| h | С-4 | 0,101 | $2,22 \cdot 10^{-3}$ | $4,93 \cdot 10^{-6}$ | 2,2 | 0,595 |
| | С-5 | 0,1 | $3,11 \cdot 10^{-3}$ | $9,67 \cdot 10^{-6}$ | 3,11 | 0,84 |
| | С-6 | 0,101 | $2,9 \cdot 10^{-3}$ | $8,41 \cdot 10^{-6}$ | 2,87 | 0,78 |
| l | С-7 | 3 | $8,53 \cdot 10^{-3}$ | $73 \cdot 10^{-6}$ | 0,284 | 0,08 |

которых определяется по формуле Штюргеса [4]:

$$e = 1 + 3,32 \cdot Lgn = 7. \quad (1)$$

Вариационные ряды полученных параметров разбивались на 8 равных интервалов. Ширина одного интервала Δx (Δb , Δh , Δl) определялась из выражения:

$$\Delta x = \frac{x_{max} - x_{min}}{e}, \quad (2)$$

где x_{max} и x_{min} – граничные члены вариационного ряда значений b , h , l .

Необходимым условием применения критерия Пирсона является наличие в каждом из интервалов не менее пяти наблюдений исследуемой случайной величины [3]. Интервалы, содержащие менее пяти наблюдений, объединяются с соседними [2]. Проверка гипотезы о соответствии эмпирического (выборочного) распределения нормальному закону заключается в выполнении неравенства:

$$\chi^2 \leq \chi_{\alpha}^2, \quad (3)$$

где χ^2 – вычисленное значение статистики критерия Пирсона; χ_{α}^2 – критическое значение статистики [2] для уровня статистической значимости $\alpha = 0,05$ и числа степеней свободы $K_1 = e_1 - m_1 - 1$. Здесь e_1 – число интервалов после объединения; $m_1 = 2$ – число статистических параметров, оцениваемых по выборке (среднее арифметическое и эмпирический стандарт). Значения статистик Пирсона для принятых значений e , e_1 и K_1 приведены в табл. 1.

Поскольку для всех выборок (назовем их сериями, с присвоением соответствующего порядкового номера) условие (3) выполняется, эмпирические распределения геометрических параметров исследуемых пиломатериалов подчиняются нормальному закону. Нормальный закон распределения представляет собой определенное соотношение между возможными значениями случайных величин \tilde{b} , \tilde{h} , \tilde{l} и соответствующими им вероятностями появления. В инженерных расчетах одной из форм задания закона распределения случайной величины является плотность распределения вероятности. Графической оценкой плотности вероятности, т. е. эмпирической плотностью вероятности, является гистограмма частот. Для построения гистограммы частот определяется плотность распределения относительной частоты $\varphi(W) = W/\Delta x$ ($\varphi_b(W)$, $\varphi_h(W)$, $\varphi_l(W)$), где $W = m/n$ – относительная частота; m – число наблюдений параметра b , h , l в соответствующем интервале Δx . На рис. 1 и рис. 2

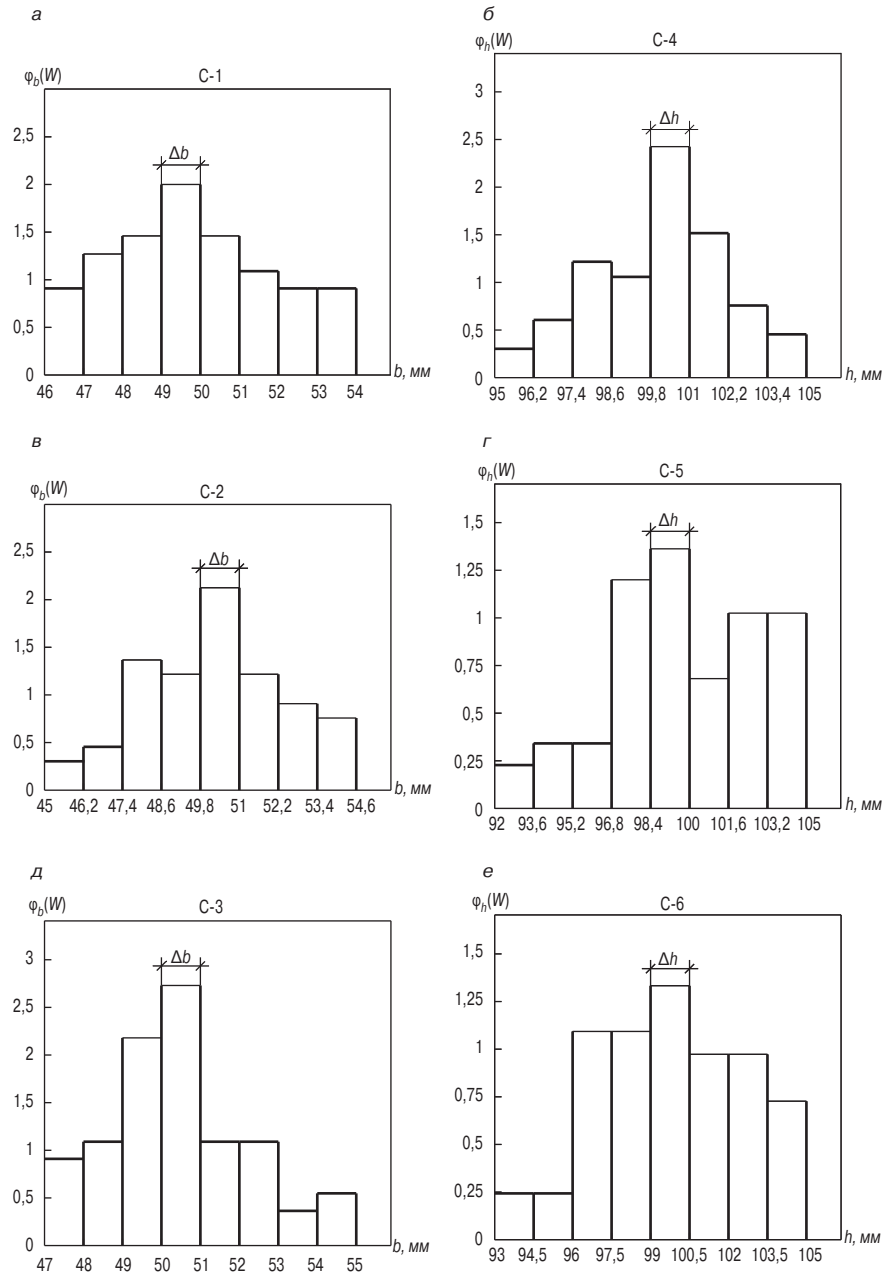


Рис. 1. Гистограммы распределения частот $\varphi_b(W)$ толщины и $\varphi_h(W)$ ширины обрезных досок на середине длины (а, б) и по краям (в, г, д, е)

показаны гистограммы распределения частот для толщины, ширины и длины обрезных досок. При решении практических задач необходимо иметь сведения о числовых характеристиках случайной величины. В табл. 2 приведены основные числовые характеристики эмпирического (выборочного) распределения геометрических параметров досок: среднее арифметическое значение \bar{x} , эмпирический стандарт S и дисперсия S^2 , выборочный коэффициент вариации V и показатель точности Δ для обеспеченности 0,95.

Эмпирические стандарт и дисперсия характеризуют изменчи-

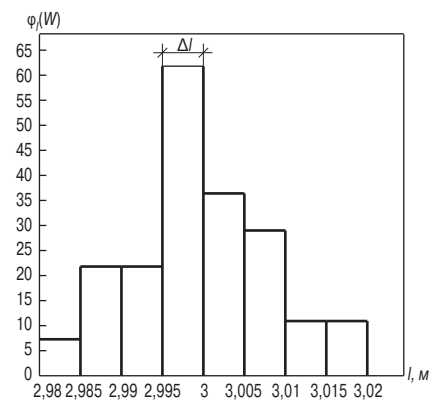


Рис. 2. Гистограммы распределения частот $\varphi_l(W)$ длины обрезных досок

Таблица 3

| Размер досок | S_{max}^2, M^2 | S_{min}^2, M^2 | F_{max} | $F_{max, \alpha}$ |
|--------------|----------------------|----------------------|-----------|-------------------|
| Толщина b | $5,11 \cdot 10^{-6}$ | $3,69 \cdot 10^{-6}$ | 1,38 | 1,96 |
| Ширина h | $9,67 \cdot 10^{-6}$ | $4,93 \cdot 10^{-6}$ | 1,96 | 1,96 |

ность геометрических параметров обрезных досок, а коэффициент вариации (коэффициент изменчивости) – их относительную изменчивость. Показатель точности используется для оценки надежности проведенных измерений. В лесной промышленности надежность эксперимента считается обеспеченной при показателе точности $\Delta \leq 5\%$ [5].

Для проверки гипотезы о равенстве (однородности) эмпирических дисперсий толщины и ширины на середине и по длине досок при одинаковых объемах выборок $n = 55$ воспользуемся критерием Хартля, который предусматривает вычисление статистики [2]:

$$F_{max} = \frac{S_{max}^2}{S_{min}^2}. \quad (4)$$

Вычисленное значение F_{max} сопоставляется с критическим значением $F_{max, \alpha}$ [2] для числа выборок $m = 3$, числа степеней свободы $K = n - 1 = 54$ и уровня статистичес-

кой значимости $\alpha = 0,05$. При выполнении неравенства:

$$F_{max} \leq F_{max, \alpha} \quad (5)$$

принятая гипотеза не отвергается.

Результаты вычислений статистики Хартля представлены в табл. 3.

Поскольку условие (5) выполняется, гипотеза о равенстве дисперсий не отвергается, а для оценки изменчивости толщины и ширины обрезных досок могут быть приняты их средние значения: $S_b^2 = 4,4 \cdot 10^{-6} m^2$ и $S_h^2 = 7,7 \cdot 10^{-6} m^2$. Соответственно дисперсия длины досок составит $S_l^2 = 73 \cdot 10^{-6} m^2$.

Установленные в данной работе численные значения дисперсий S_b^2 , S_h^2 , S_l^2 характеризующие изменчивость геометрических параметров пиломатериалов в совокупности с известными значениями дисперсий нагрузок и сопротивления древесины, повысят достоверность теоретической оценки надежности строительных дощатых конструкций. Кроме того, результаты проведен-

ных исследований могут быть использованы в качестве статистического материала при дальнейшем изучении изменчивости линейных размеров пиломатериалов (досок и брусьев), изготовленных из древесины как хвойных, так и лиственных пород.

Список литературы

1. Ценаев В.А., Колобов М.В. Оценка надежности изгибаемых составных деревянных элементов на металлических зубчатых пластинах / Вестник РААСН. Волжское региональное отделение. Вып. 12. Н. Новгород: ННГАСУ, 2009. С. 216–222.
2. Степнов М.Н. Статистические методы обработки результатов механических испытаний. М.: Машиностроение, 1985. 231 с.
3. Иванова В.М., Калинина В.Н., Нешумова Л.А. и др. Математическая статистика. М.: Высшая школа, 1981. 371 с.
4. Львовский Е.Н. Статистические методы построения эмпирических формул. М.: Высшая школа, 1982. 223 с.
5. Леонтьев Н.Л. Техника статистических вычислений. М.: Лесная промышленность, 1966. 250 с.

А.М. ИБРАГИМОВ, д-р техн. наук, Ивановский государственный архитектурно-строительный университет; А.А. ТИТУНИН, канд. техн. наук, Костромской государственной технологической университет

Применение математической теории теплопроводности для проектирования ограждающих конструкций из клееного бруса

Одним из основных направлений удовлетворения населения России в доступном и комфортном жилье является развитие малоэтажного домостроения. Правительством РФ поставлена задача к 2010 г. увеличить долю малоэтажных зданий с 40 до 55% в общем объеме строительства нового жилья. При этом ожидается увеличение спроса на такой вид конструкционных материалов для малоэтажного деревянного домостроения, как клееный брус. При разработке конструкций из клееного бруса необходимо учитывать требования к тепловой защите зданий с целью обеспечения установленного для проживания и деятельности людей микроклимата, необходимой надежности и долговечности конструкций, климатических условий работы бытового оборудования при минимальном расходе тепловой энергии на отопление и вентиляцию зданий за отопительный период.

Согласно СНиП 23–02–2003 «Тепловая защита зданий» для районов средней полосы России требуемое значение коэффициента сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций $R_0 = 3,49 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$. При его определении обычно используют справочные данные о коэффициенте теплопроводности λ . Проблема заключается в том, что в нормах данные о величине коэффициента теплопроводности и термического сопротивления клееного профилированного бруса отсутствуют.

Отличием клееного бруса от цельной древесины является то, что его получают склеиванием нескольких слоев (ламелей), различающихся количеством и размером сучков и расстоянием между ними. Сучки, в свою очередь, обладают более высокой теплопроводностью [1]. В результате клееный брус становится неоднородным с точки зрения теплопроводности. Возникает необходимость разработки математической модели для обоснования теплотехнических показателей ограждающих элементов зданий.

Разработана математическая модель определения коэффициента теплопроводности клееного бруса. Модель учитывает количество и диаметр сучков в ламелях, а также число ламелей. В модели приняты следующие допущения: сучки проходят в ламелях преимущественно под углом 90° к продольной оси бруса; плотность цельной древесины и древесины сучков – постоянные величины; влажность бруса является постоянной величиной. С учетом этих допущений и данных работы [2] значение коэффициента теплопроводности λ_n , Вт/(м·К) в направлении поперек волокон при плотности древесины $\rho_n = 0,5 \text{ г}/\text{см}^3$ равно:

$$\lambda_n = 0,00497 W + 0,000001 (T+273) + 0,1426, \quad (1)$$

где W – влажность, %; T – температура древесины, $^\circ\text{C}$.

Определим расчетное значение коэффициентов теплопроводности цельной (бессучковой) древесины $\lambda_{др}$ и древесины сучка λ_c соответственно:

$$\lambda_{др} = \lambda_n \cdot K_p; \quad (2)$$

$$\lambda_c = K_x \cdot \lambda_n \cdot K_p, \quad (3)$$

где K_x – коэффициент, учитывающий направление волокон, $K_x = 2,2$; K_p – коэффициент, учитывающий плотность древесины:

$$K_p = 4,77 \cdot \rho^2 - 2,73 \cdot \rho + 1,19, \quad (4)$$

где ρ – плотность древесины, $\text{г}/\text{см}^3$.

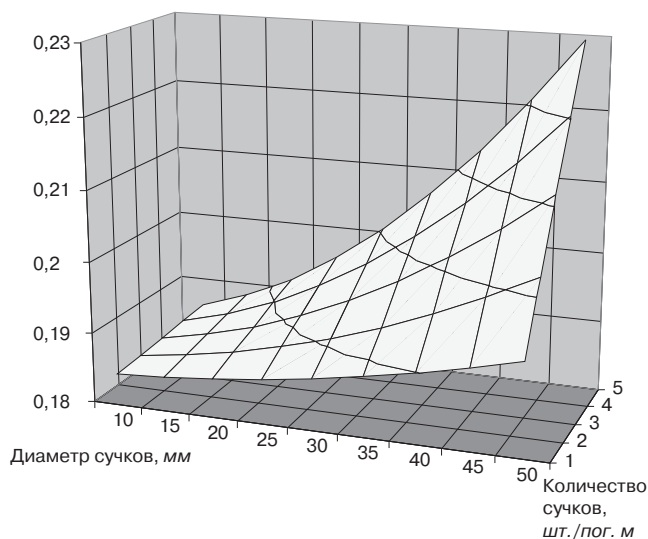
Тогда обобщенный коэффициент теплопроводности клееного бруса с учетом поправки на объем сучковой древесины равен:

$$\lambda = \frac{\sum_{i=1}^n (m_i \pi d_{срi}^2 h)}{4XYZ} \cdot (\lambda_c - \lambda_{др}) + \lambda_{др}, \quad (5)$$

где m – количество сучков в i -й ламели, шт.; n – количество ламелей в брус, шт.; X, Y, Z – соответственно ширина, высота и длина бруса, м; h – толщина i -й ламели, м; $d_{срi}$ – средний диаметр сучков в i -й ламели, м.

Результаты вычислительного эксперимента с использованием предложенной модели представлены в

Кoeffициент теплопроводности, Вт/(м·К)



Влияние количества и диаметра сучков на коэффициент теплопроводности древесины

Таблица 1

| Слойность бруса | Значение коэффициента теплопроводности, Вт/(м·К) | | | Отклонение экспериментальных данных | | | |
|-----------------|--|--|-------------------------------------|-------------------------------------|------------------|----------------------|------------------|
| | экспериментальное | для бессучковой древесины (справочное) | теоретическое (по формулам (1)–(5)) | от справочных | | от теоретических | |
| | | | | абсолютное, Вт/(м·К) | относительное, % | абсолютное, Вт/(м·К) | относительное, % |
| Трехслойный | 0,218 | 0,18 | 0,224 | 0,038 | 21,1 | -0,006 | 2,7 |
| Пятислойный | 0,228 | | 0,232 | 0,048 | 26,6 | -0,004 | 1,7 |

Таблица 2

| Наименование показателя | Вариант | |
|--|---------|-------|
| | I | II |
| Толщина бруса $h_{бр}$, мм | 200 | 200 |
| Коэффициент теплопроводности λ , Вт/(м·К) | 0,18 | 0,228 |
| Термическое сопротивление R , м ² ·К/Вт | 1,11 | 0,88 |
| Разница теплотерь ΔQ , Гкал | 4,87 | |
| Стоимость 1 Гкал тепловой энергии в 2008 г., р. | 553,56 | |
| Экономия затрат на отопление, р. | 2695,84 | |
| Снижение расходов на отопление дома, % | 17,42 | |
| Толщина утеплителя, м | 0,084 | 0,095 |
| Разница в расходе утеплителя на дом, р. | 5203,66 | |

виде диаграммы (см. рисунок), из которой следует, что значение коэффициента теплопроводности существенно зависит от диаметра и числа сучков и находится в интервале 0,184–0,229 Вт/(м·К).

Справедливость теоретических расчетов была доказана экспериментально [3, 4] (табл. 1).

Для оценки значимости влияния сучковатости ламелей, используемых в производстве клееного бруса, на теплотери через ограждающие конструкции был выполнен расчет расхода тепловой энергии на отопление деревянного дома площадью 146,56 м² для двух вариантов: I – клееный брус имеет λ , определенное по СНиП 23-02–2003; II – коэффициент теплопроводности клееного бруса определен расчетным путем. Во втором варианте из-за повышенной теплопроводности бруса требуется увеличить толщину утеплителя (табл. 2). В качестве утеплителя принят материал URSA GLASSWOOL П–20.

Так как в этом случае изменяется только сопротивление теплопередаче R , м²·К/Вт, целесообразно определить разницу ΔQ в расходе тепловой энергии на отопление здания в течение отопительного периода:

$$\Delta Q = \Delta Q_h \cdot \beta_h, \quad (6)$$

где ΔQ_h – изменение общих теплотерь здания через наружные ограждающие конструкции, МДж; β_h – коэффициент, учитывающий дополнительное теплотребление системы отопления, связанное с дискретностью номинального теплового потока номенклатурного ряда отопительных приборов, их дополнительными теплотерями через радиаторные участки ограждений, повышенной температурой воздуха в угловых помещениях, теплотерями трубопроводов, проходящих через неотапливаемые помещения; для зданий с отапливаемыми чердаками, а также с квартирными генераторами теплоты $\beta_h = 1,05$. Изменение общих теплотерь здания через наружные ограждающие конструкции определим как:

$$\Delta Q_h = 0,0864 \cdot D \cdot \left(\frac{A}{R_{расч}} - \frac{A}{R_{спр}} \right), \quad (7)$$

где A – площадь пола квартир или полезная площадь помещений здания, за исключением технических этажей и

гаражей, м²; $R_{расч}$, $R_{спр}$ – соответственно расчетное и справочное сопротивление теплопередаче наружных стен за исключением проемов, м²·К /Вт; D – градусо-сутки отопительного периода.

Как видно из представленных в табл. 2 данных, экономия средств на отопление дома, спроектированного с учетом полученных значений коэффициента теплопроводности, составит 2695,84 р./год, или 17,42% от расходов на отопление дома общей площадью 146,56 м². Следует отметить, что повышение стоимости конструкции из-за увеличения толщины утеплителя будет компенсировано снижением расходов на отопление в течение всего срока службы здания, при этом единовременные затраты окупятся уже через два года. Для рассмотренного варианта дома экономический эффект от применения результатов экспериментальных исследований через 10 лет составит более 49,5 тыс. р. с учетом единовременных затрат на установку утеплителя и роста цен на энергоносители. Таким образом, установлено, что клееный брус обладает большей по сравнению с бессучковой древесиной теплопроводностью, что необходимо учитывать при проектировании ограждающих конструкций деревянных зданий. Повышение стоимости ограждающих конструкций из-за увеличения толщины утеплителя окупается снижением расходов на отопление зданий.

Список литературы

1. Боровиков А.М. Справочник по древесине. М.: Лесная промышленность, 1989. 296 с.
2. Чудинов Б.С. Теория тепловой обработки. М.: Выс. школа, 1968. 255 с.
3. Титунин А.А., Каравайков В.М., Сироткина К.В. Теплопроводность деревянных клееных конструкций // Строит. материалы. 2007. № 10. С.66–67.
4. Зайцева К.В., Титунин А.А. Разработка методики определения эксплуатационных параметров клееного бруса // Вестник Московского государственного университета леса – Лесной вестник. 2008. № 6. С. 67–71.

А.С. БОЧАРНИКОВ, д-р техн. наук, М.А. ГОНЧАРОВА, канд. техн. наук,
А.В. ГЛАЗУНОВ, инженер (sbocharnikov60@rambler.ru),
Липецкий государственный технический университет

Герметики на эпоксидной основе с ферромагнитным наполнителем

Эффективным методом восстановления и ремонта железобетонных конструкций производственных зданий, подземных и котлованных сооружений можно считать метод заделки трещин в бетоне герметизирующими композициями с ферромагнитным наполнителем и воздействием внешнего локального магнитного поля в местах контакта с металлическими закладными деталями. Совместное взаимодействие магнитных герметизирующих смесей с локальным магнитным полем позволяет снизить давление нагнетания, изменить реологические свойства герметизирующих смесей, исключить их утечку из вертикальных трещин и увеличить прочность материала уплотнения.

Известны магнитные герметизирующие композиции (МГК) на цементной основе с ферромагнитными наполнителями, применяемые на объектах специального строительства [1]. Основным не-

достатком указанных материалов является то, что для герметизации узких трещин растворная смесь МГК должна иметь высокое значение водоцементного отношения. При инъектировании такая смесь расслаивается, в результате чего качество герметизационных работ снижается.

На кафедре строительных материалов в Липецком государственном техническом университете созданы полимерные герметизирующие материалы на эпоксидной основе с ферромагнитным наполнителем из тонкомолотого конвертерного шлака и продуктов обработки металлов абразивными материалами, которые по сравнению с МГК на цементной основе характеризуются более высокими технико-экономическими показателями.

Эпоксидная смола ЭД-20 без наполнителя является диамагнетиком. Однако при заполнении эпоксидной матрицы определенным количеством тонкомолотого

ферромагнитного порошка из конвертерного шлака или продуктов обработки металлов абразивными материалами герметизирующая смесь приобретает парамагнитные свойства. При вводе в трещины на поверхности раздела металл–бетон указанный магнитный герметизирующий эпоксидный композиционный материал (МГЭКМ) усиливает параметры внешнего локального магнитного поля. При этом в процессе герметизации появляются дополнительные технологические возможности. Изменением индукции магнитного поля можно регулировать реологические свойства МГЭКМ (увеличивать или уменьшать вязкость герметизирующих смесей) и оптимизировать структуру материала, в результате чего значительно улучшаются прочностные и другие физико-механические характеристики материала (рис. 1, 2; таблица).

Для герметизационных работ используют: нагнетательные бачки и

| Показатель | Наполнитель | |
|--|--------------------------------|---|
| | Тонкомолотый конвертерный шлак | Продукты обработки металлов электрокорундом |
| Плотность, кг/м ³ | 1543 | 1491 |
| Удельная поверхность наполнителя, м ² /кг | 302,6 | 124 |
| Средний размер частиц наполнителя, м | $5,95 \cdot 10^{-6}$ | $16,91 \cdot 10^{-6}$ |
| Среднее расстояние между центрами частиц наполнителя, м | $6,28 \cdot 10^{-6}$ | $17,84 \cdot 10^{-6}$ |
| Максимальная концентрация наполнителя в эпоксидной матрице: по массе (m_n / m_c) по объему (v_n / v_c) | 0,5 0,2 | 0,4 0,16 |
| Удельная магнитная восприимчивость, м ³ /кг | 0,522 | 1,243 |
| Прочность, МПа: при сжатии при растяжении при изгибе | 112 68,2 | 99,2 51 |
| Адгезия (по результатам испытаний на отрыв), МПа: к металлу к бетону | 9,6 9,7 | 10,1 9,8 |
| Воздухопроницаемость стыков металл–бетон при длине поверхности раздела 0,4–0,6 м, м ³ /(ч · м · даПа) | $(0,8–1,5) \cdot 10^{-3}$ | $(0,8–1,5) \cdot 10^{-3}$ |
| Экономический эффект (в сравнении с МГЭКМ того же состава, изготавливаемыми и герметизируемыми без воздействия магнитного поля), р./м ³ | 134 760 | 132 769 |

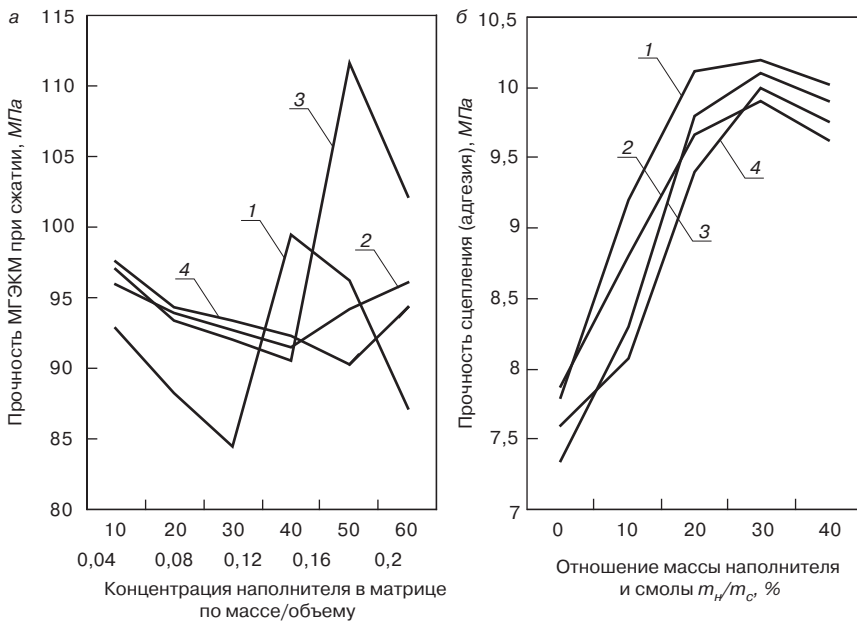


Рис. 1. Зависимость свойств МГЭКМ от концентрации наполнителя в матрице: а – прочностных: 1 – 0; 2 – 1; 3 – 3; 4 – 5 (1, 2, 4 – наполнитель из продуктов обработки металлов абразивными материалами; 3 – наполнитель из тонкомолотого конвертерного шлака); б – адгезионных: наполнитель – шлак: 3 – адгезия к металлу; 4 – адгезия к бетону

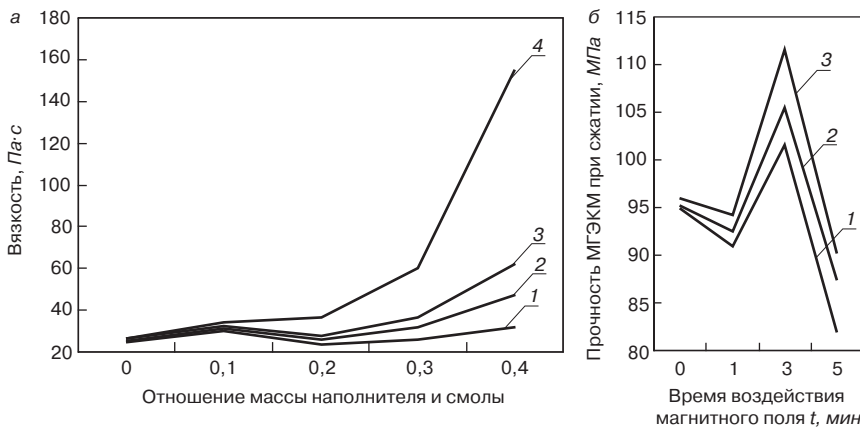


Рис. 2. Результаты оценки вязкости МГЭКМ (а), времени воздействия и параметров внешнего локального магнитного поля (б) на герметизирующую смесь. Индукция магнитного поля, Тл: а: 1 – 0; 2 – 0,005; 3 – 0,012; 4 – 0,049; б: 1 – 0,0125; 2 – 0,025; 3 – 0,05

камеры, компрессоры, специальные шприцы, пластинчатые оксидно-барьерные магниты и электромагниты. Оптимальными технологическими параметрами процесса герметизации трещин составами МГЭКМ под воздействием внешнего локального магнитного поля являются: давление нагнетания 190–200 кПа, индукция магнитного поля в пределах 0,0125–0,05 Тл и время воздействия на герметизирующую смесь 2–3 мин.

Вязкость герметизирующего состава МГЭКМ может колебаться в широких пределах (40–200 и более Па·с) в зависимости от концентрации наполнителя в эпоксидной матрице и индукции внешнего локального магнитного поля. Для герметизации узких трещин вязкость

инъектируемого состава можно уменьшить до минимума, например до 40 Па·с, а для отверждения герметизирующих составов в вертикальных трещинах и больших пустотах их вязкость можно увеличить до бо-

лее значительных величин (200 Па·с и выше).

Рекомендуемый оптимальный состав МГЭКМ для герметизации трещин в ограждающих конструкциях сооружений на поверхности раздела металл–бетон под воздействием внешнего локального магнитного поля следующий: эпоксидно-диановая смола марки ЭД-20 (ГОСТ 10587–84, ТУ 075-105-08.90–94) – 100%, отвердитель – полиэтиленполиамин (ТУ 2413-357-002-034-47–99) в количестве 10% от массы смолы и наполнитель из тонкомолотого конвертерного шлака или продуктов обточки стали на электрокорунде в количестве 40–50% от массы смолы и отвердителя. Основные показатели, характеризующие структуру и физико-механические свойства МГЭКМ указанного состава приведены в таблице.

Вывод. Для герметизации трещин на поверхности металл–бетон лучшим наполнителем для МГЭКМ являются продукты отходов обработки металлов электрокорундом. Конвертерный шлак конкурирует с ним только после предварительного помола, когда его удельная поверхность становится 300 м²/кг и более. Надо отметить тот факт, что объем отходов металлургического производства в виде конвертерного шлака значительно превышает объем отходов при обработке металлов абразивными материалами, и в этом случае более целесообразным становится использование в качестве наполнителя тонкомолотого конвертерного шлака.

Ключевые слова: эпоксидная смола, наполнитель, шлак, магнитное поле, герметизация трещин.

Литература

1. Бочарников А.С., Корнеев А.Д., Гончарова М.А., Глазунов А.В. Магнитные герметизирующие композиции // Строит. материалы. 2007. № 3. С. 42–43.

**ПОДПИСКА
НА ЭЛЕКТРОННУЮ ВЕРСИЮ
журнала «Строительные материалы»®
Актуальная информация для всех
работников строительного комплекса
<http://ejournal.rifsm.ru/>**

УДК 691.1: 620.16

Г.А. ЛАВРУШИН, д-р техн. наук, А.А. ПОПОВ, инженер (l_e_g@mail.ru), Дальневосточный технический университет им. В.В. Куйбышева; Л.А. СЕРЕБРЯКОВА, канд. техн. наук, Тихоокеанский государственный экономический университет (Владивосток); Е.Г. ЛАВРУШИНА, инженер, Владивостокский государственный университет экономики и сервиса

Закономерности накопления повреждений в иглопробивных нетканых материалах

Иглопробивные нетканые материалы отличаются от других видов нетканых материалов характерными особенностями: после иглопрокалывания волокна в материале сцепляются не только в плоскости холста, но и между отдельными слоями, образуя пространственную структуру; в иглопробивных материалах отсутствует связующий элемент (полимерное связующее или прошивная ткань), а средством связи являются сами волокна холста в виде «столбиков» соединения, представляющих собой цилиндрическую полость из уплотненного волокна. За счет этих особенностей фактически формируется механически устойчивая структура иглопробивного материала.

Плотность иглопробивных нетканых полотен зависит от плотности глубины прокалывания и толщины холста. Оптимальную величину плотности прокалывания устанавливали экспериментальным путем и принимали равной 0,16 мм, что обеспечивает эластичность и прочность композиционного материала подобного типа (вязально-прошивные и клеевые ткани).

Композиционные материалы формировали из вторичного сырья – рыболовецких канатов и сетей, которые после эксплуатации разволакивали на специальных машинах. Предварительно канаты разрезали на отрезки длиной 60–80 мм. Подобные нетканые материалы, выполненные из капрона, предназначены для жилищного и дорожного строительства, фильтров, автомобилестроения, изделий обувной и текстильной промышленности.

В процессе эксплуатации иглопробивные нетканые материалы в различных изделиях под воздействием длительных растягивающих усилий в направлении толщины нетканого материала испытывают расслоение. Для изучения динамики разрушения соединений иглопробивания – «столбиков» проводили испытания на трех опытных материалах с различным соотношением вторичного и первичного сырья из капрона (отходы производства новых сетных орудий лова). Иглопробивное

нетканое полотно I типа содержало 70% вторичного и 30% первичного капрона; II типа – соответственно 90% и 10%; III типа – 100% вторичного капрона.

На основании проведенного исследования была построена математическая модель, описывающая процесс накопления повреждений в зависимости от нагрузки с выдержкой длительностью в 15 мин с учетом влияния содержания первичного сырья (рисунок).

Для III типа нетканого полотна математическая модель накопления повреждений имеет вид:

$$P = cn^k, \quad (1)$$

где P – величина нагрузки; коэффициенты $c = 5,196$; $k = 0,253$ – постоянные материала; n – число разрушенных соединений – «столбиков».

Для описания процесса накопления повреждений в нетканых материалах I и II типов используется зависимость (1) с учетом поправочной функции, которая устанавливается из условия подобия графиков накопления повреждений и имеет вид:

$$\bar{P} = a(k_i/k_*)^\sigma, \quad (2)$$

где $\bar{P} = P_i/P_*$; P_i – текущая нагрузка, Н; $P_* = 10,2$ Н – нормированная нагрузка; $a = 1,03$ и $\sigma = -1,213$ – постоянные; k_i – содержание вторичного капрона, %; $k_* = 100\%$ вторичного капрона.

Согласно принятым допущениям выражение (1) с учетом поправочной функции имеет вид:

$$P = cn^k a(k_i/k_*)^\sigma. \quad (3)$$

Анализ динамики процесса расслоения иглопробивного материала по его толщине показал, что нетканые полотна I и II типов, содержащие 10 и 30% первичного сырья соответственно, отличаются более высокой сопротивляемостью процессам разрушения соединительных элементов («столбиков»).

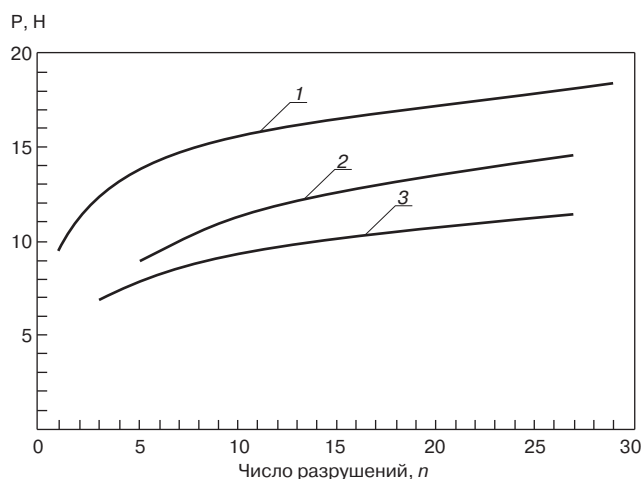
Изучение процессов расслоения волокнистых холстов при растягивающих, сдвиговых деформациях необходимо при исследовании долговечности и при оценке срока службы различных конструкций и изделий на основе иглопробивных нетканых материалов, в частности теплозащитных строительных материалов.

В целом предлагаемый подход к исследованию динамики деформационных процессов по толщине слоистых иглопробивных нетканых полотен для прогнозирования и обеспечения заданных показателей в зависимости от величины нагрузки и состава волокон представляет большой интерес для различных отраслей народного хозяйства.

Ключевые слова: иглопробивные нетканые материалы, динамика разрушения, математическая модель накопления повреждений.

Литература

1. Лаврушин Г.А., Серебрякова Л.А., Смолейчук И.М. Свойства иглопробивных нетканых материалов. Владивосток: ДВГАЭУ, 1998. 108 с.



Зависимость процесса накопления повреждений в нетканых материалах различного типа под воздействием нагрузки: 1 – I тип; 2 – II тип; 3 – III тип

АКЦИЯ

В издательстве «Стройматериалы» Вы можете приобрести дайджесты и специальную литературу по антикризисным ценам

Тематические дайджесты серии «Совершенствование строительных материалов»

Дайджест «**Ячеистые бетоны – производство и применение**» (Часть 1). В настоящее время он выпущен на CD. В 2005 г. издана Часть 2. Представлены технологии и оборудование, опыт применения, результаты научных исследований.

Дайджест «**Кровельные и изоляционные материалы**» включает статьи по темам: битумные, битумно-полимерные, полимерные материалы, гидроизоляция сооружений, жесткие кровли и др.

Дайджест «**Керамические строительные материалы**». Часть 1 выпущена на CD. В 2009 г. вышла Часть 2. Информация представлена по следующим направлениям: отраслевые проблемы, сырьевая база, оборудование и технология, контроль качества, ограждающие конструкции.

Дайджесты «**Сухие строительные смеси**». Часть 1 выпущена на CD. В 2009 г. Вышла Часть 2. В дайджестах представлены рубрики: технологии и оборудование, компоненты ССС, результаты научных исследований, применение.

Дайджест «**Современные бетоны: наука и практика**» содержит более 100 статей по тематическим разделам: исследование составов и свойств бетонов, исследования технологических аспектов производства бетонов, заполнители для бетонов, коррозия бетона, технология и оборудование, применение бетона и др.

Дайджест «**Материалы для дорожного строительства**» содержит более 100 статей по тематическим разделам: нормативная и методическая база отрасли; материалы для дорожного строительства; ремонт дорог.



Специальная литература

Учебное пособие «Практикум по технологии керамики»

Авторы – коллектив ученых РХТУ им. Д.И. Менделеева.

Рассмотрены основные методы отбора проб, испытаний сырьевых материалов, контроля и исследования технологических процессов, а также определения свойств готовой продукции, применяемые в керамической, огнеупорной и смежных отраслях промышленности. Пособие может быть использовано не только как учебное, но и в качестве полезного руководства для инженеров заводских и научно-исследовательских лабораторий.

Монография «Производство деревянных клееных конструкций»

Автор – заслуженный деятель науки России, д-р техн. наук Л.М. Ковальчук.

В книге рассмотрены основные вопросы технологии изготовления ДКК, показаны области их применения, описаны материалы для их изготовления. Особое внимание уделено вопросам оценки качества, методам испытаний, приемке и сертификации клееных конструкций. В книге приведен полный перечень отечественных и зарубежных нормативных документов, регламентирующих производство и применение ДКК.

Книга «Бетонведение: лексикон»

Автор – д-р техн. наук, профессор А.В. Ушеров-Маршак

Издание подготовлено в виде толкового словаря, ориентированного на формирование понятийно-терминологического аппарата бетонведения – одной из динамично развивающихся, сложных и специфических областей материаловедения. Учтены тенденции международной интеграции науки о бетоне и его технологии.

Особенность издания состоит в насыщенности информацией физико- и коллоидно-химического характера в связи с возрастающей ролью этих знаний при обосновании составов, структур, свойств, технологических процессов получения и службы бетона.

Издание рассчитано на широкий круг представителей науки, образования, в том числе учащихся вузов и техникумов, практики строительной сферы.

Книга «Керамические пигменты»

Авторы – доктора техн. наук Г.Н. Масленникова, И.В. Пищ

В монографии рассмотрены физико-химические основы синтеза пигментов, в том числе термодинамическое обоснование реакций, теория цветности, современные методы синтеза пигментов и их классификация, методы оценки качества. Приведены сведения по технологии пигментов и красок различных цветов и кристаллических структур. Описаны современные методы декорирования керамическими красками изделий из сортового стекла, фарфора, фаянса и майолики.

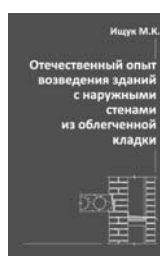
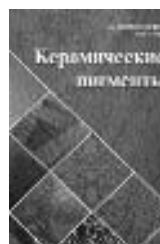
Книга предназначена для научных сотрудников, студентов, специализирующихся в области технологии керамики и стекла, а также для инженерно-технических работников, занятых в производстве керамических изделий и красок. Будет полезна для специалистов других отраслей промышленности, где применяются высокотемпературные пигменты.

Книга «Отечественный опыт возведения зданий с наружными стенами из облегченной кладки»

Автор – канд. техн. наук М.К. Ищук

Обобщен отечественный опыт возведения зданий с наружными стенами из облегченной кладки. Показана история проектирования и строительства таких зданий. На конкретных примерах зданий, возведенных в конце 1990-х гг. рассмотрены различные дефекты наружных стен с лицевым слоем из кирпичной кладки. Приведены результаты экспериментальных и расчетно-теоретических исследований наружных облегченных стен, инженерные методы расчета различных воздействий на наружные многослойные стены и др.

Предназначена для работников проектных, строительных и контролирующего качества строительства организаций.



Подробнее на www.rifsm.ru

Для приобретения специальной литературы обращайтесь в издательство «Стройматериалы»

Тел./факс: (495) 976-22-08, 976-20-36 E-mail: mail@rifsm.ru

НОВОСТИ КОМПАНИЙ

Теперь в России есть теплоизоляция с маркировкой ЭКО

Теплоизоляция ROCKWOOL получила экомаркировку – заключение о соответствии стандарту EcoMaterial 1.0/2009. Знак EcoMaterial Green подтверждает экологичность и безопасность материала для человека и окружающей среды. Компания ROCKWOOL – единственный производитель теплоизоляции в России, продукция которого имеет экомаркировку.

Для получения стандарта EcoMaterial 1.0/2009 продукт проходит ряд исследований. Рассматривается радиологическая, электромагнитная безопасность, отсутствие выделения вредных веществ, влияние на окружающую среду (безопасность производства, переработка и утилизация отходов и др.). Кроме того, эксперты оценивают экологическую ответственность компании – политику и мероприятия в области охраны окружающей среды.

Наличие данного сертификата является рекомендацией для применения материала внутри помещения, в том числе для спален и детских комнат.

Цифра 137 на знаке свидетельствует о количестве набранных баллов при оценке теплоизоляции ROCKWOOL. Необходимый минимум для получения данного сертификата составляет 85 баллов.

Сертификация теплоизоляции ROCKWOOL на соответствие экологическому стандарту проведена независимой организацией Ecostandard. Экологический стандарт EcoMaterial составлен на базе законодательных актов РФ, разработок Всемирной организации здравоохранения, рекомендаций международных организаций по «зеленому строительству» U.S. Green Building Council, BRE EAM.



По материалам компании ROCKWOOL

Компания «Лафарж Восток С.А.С.» получила средства на строительство цементного завода в Калужской области

Европейский банк реконструкции и развития (ЕБРР) инвестировал 120 млн евро в компанию «Лафарж Восток С.А.С.».

Средства были выделены для финансирования расширения присутствия на рынке и осуществления программы модернизации существующих заводов в российских регионах. Первым совместным проектом Lafarge и ЕБРР станет строительство цементного завода в Калужской области. Далее будут сделаны шаги по реализации совместной инвестиционной программы в Ростовской области и Краснодарском крае и совершенствованию уже имеющегося производства в г. Воскресенске Московской области и г. Коркино Челябинской области.

В 2006 г. ЕБРР в первый раз пошел на увеличение уставного капитала на сумму 70 млн евро. Последнее увеличение уставного капитала было осуществлено в соответствии с мультипроектным рамочным соглашением между ЕБРР и Lafarge, которое распространяется на страны Центральной Европы и СНГ. Предыдущие проекты в рамках этого соглашения были реализованы в Румынии, Польше, Украине и Словении, а также в России. Несмотря на то что цементный рынок в России в большой степени подвергся влиянию кризиса, он остается привлекательным для долгосрочного инвестирования в силу значительной нехватки жилья, коммерческой недвижимости и инфраструктуры.

По материалам компании «Лафарж Цемент»

НОВОСТИ СТРАН СНГ

Белорусская строительная отрасль переведена на европейские стандарты

С 1 января 2010 г. в Беларуси начали действовать 58 технических кодексов, идентичных еврокодам и регламентирующих расчеты и проектирование конструкций из различных материалов. Также введены утвержденные в качестве национальных 668 гармонизированных с директивой 89/106/ЕЕС европейских стандартов, на которые даны ссылки в еврокодах. Эти евростандарты относятся к стандартизации производства стройматериалов, конструкций и изделий, проектных работ. Именно этот блок технических нормативных правовых актов применяется всеми странами ЕС в области строительства.

Введение европейских стандартов позволит расширить экспорт продукции на рынки Центральной и Восточной Европы, а также снять технические барьеры, возникавшие при реализации в Беларуси инвестиционных проектов. Теперь иностранные инвесторы смогут работать, используя общеевропейские технические нормы. В связи с введением в Беларуси с января европейских стандартов разработана и утверждена программа мероприятий по внедрению на предприятиях и в организациях

норм проектирования и стандартов Европейского союза в области строительства, которая будет реализована в текущем году. Переход на европейские нормы потребует определенных затрат, в том числе приобретения соответствующего программного обеспечения, организации переподготовки и повышения квалификации различных категорий специалистов.

Действие европейских стандартов в сфере строительства не означает отмену национальных технических нормативных правовых актов. Определенное время евростандарты будут применяться наряду с действующей национальной нормативной базой. Ранее для повышения конкурентоспособности белорусских стройматериалов был утвержден 249 гармонизированных с европейскими и международными нормами стандартов (СТБ EN, СТБ ISO), регламентирующих технические требования и методы испытаний стеновых материалов и изделий, цемента, строительного стекла и т. д. Это дало право предприятиям – экспортерам строительной продукции наносить CE-маркировку на продукцию и экспортировать ее в страны Евросоюза.

По материалам агентства «БЕЛТА»

Растет число производителей керамического кирпича в Казахстане

В г. Экибастузе (Павлодарская область, Республика Казахстан) пущен новый завод мощностью 50 млн шт. кирпича в год. ТОО «Вершина» построило предприятие по производству керамического кирпича собственными силами за восемь месяцев. Инвестиции составили 1,2 млрд тенге. Консультанты и наладчики были приглашены из КНР. В цехах завода создано 102 рабочих места.

В комплекс завода входят четыре туннельные печи для сушки и обжига. Угольный шлак, добавляемый в сырье, сгорает при обжиге и позволяет изготовить качественный и дешевый пустотелый кирпич.

Экибастузский завод стал третьим кирпичным производством, введенным в 2009 г. в регионе. Теперь объем выпускаемого в регионе кирпича составит 123 млн шт. в год. Павлодарская область полностью обеспечит стройки городов и районов собственным материалом.

По материалам «КазИнформ»

ИССЛЕДОВАНИЯ РЫНКОВ

Рынок цемента в России удивил

Приятной неожиданностью цементного рынка стали относительно высокие показатели вопреки прогнозу, сделанному в начале 2009 г. Если аналитики предрекали общий объем выпуска цемента в размере 25–36 млн т в отличие от 60 млн т 2007 г., то реальная цифра производства оказалась на уровне 38,5 млн т за период с января по октябрь 2009 г. В настоящее время можно предположить, что эти показатели достигнут 42–45 млн т.

Цементный рынок одним из первых ощутил на себе влияние кризиса. Специалисты отчасти связывают это с потоком дешевого импортного материала, составившего в 2008 г. 13% от общей доли. Поэтому самые пессимистичные прогнозы относительно российского цемента давали именно иностранные аналитики. В конце октября 2008 г. они говорили о том, что в 2009 г. спрос на цемент на российском рынке составит около 25 млн т по пессимистичному и 36 млн т по оптимистичному прогнозу. Было отмечено, что рынок цемента в России страдает намного сильнее европейского, где объем производства снизится лишь на 15%.

С января по октябрь 2009 г. было произведено 38,5 т цемента, что на 19,1% меньше того же периода 2008 г. Октябрьские показатели практически сравнялись и составили

4,34 и 4,64 млн т соответственно. Таким образом, производство цемента в 2009 г. останется на уровне предыдущего года – 44 млн т.

Тем не менее многие проекты в этой отрасли оказались замороженными. Производителей одного из основных строительных материалов беспокоит стагнация на строительном рынке. Не ожидают они и активного оживления в 2010 г. Если некоторые из них прогнозируют небольшое, до 5% увеличение цен на цемент, то большинство не склонны видеть для этого каких-либо объективных причин. В этой связи производство цемента в следующем 2010 г. ожидается на уровне 2009-го.

Специалисты видят в сложившейся ситуации другую проблему. Уже к 2011 г. российская цементная промышленность ощутит на себе практически полный износ существующих производственных линий и остро почувствует необходимость замены и модернизации оборудования. Насколько удачно будут разработаны и воплощены в жизнь проекты по строительству и модернизации цементных заводов, будет зависеть от объемов финансирования инвестиционных программ «Евроцемент групп» и ХК «Сибирский цемент».

По материалам «INFOLine-Аналитика»

Россия импортирует 85–90% полимерных и металлопластиковых труб

Ввод таможенных пошлин и растущий спрос со стороны строительной отрасли могут стимулировать развитие производства полимерных и металлопластиковых труб в России.

Спрос на полимерные и металлопластиковые трубы малого диаметра (до 110 мм) в России растет на 35–50% ежегодно. Несмотря на кризис, только в 2008 г. потребление выросло на 56,9%. При этом в нашей стране практически отсутствует производство труб этого типа. Потребности рынка на 85–90% обеспечиваются импортом из Китая, Германии, Италии, Польши и ряда других стран.

В 2008 г. в Европе было произведено около 410 млн м металлопластиковых труб. Это соизмеримо с потребностями одной нашей страны. Однако наращивать производственные мощности до уровня, в несколько раз превосходящего внутренний спрос, европейские производители вряд ли будут: слишком высоки риски ведения бизнеса с Россией. Только Китай сейчас способен к быстрому наращиванию объемов производства и экспорта. Однако импорт из этой страны чреват низким качеством продукции, ростом аварийности трубопроводных систем в течение 3–5 лет после монтажа и окон-

чательным подрывом основ для создания собственной промышленности.

В настоящее время развитию отечественных производств мешают труднодоступность кредитных ресурсов, отсутствие ввозной таможенной пошлины на трубы и высокая ввозная таможенная пошлина на современные полимеры. С другой стороны, возможности по развитию материальной базы в стране уже есть: существует оборудование для производства и технологии. Как ни странно, на помощь отечественному производителю может прийти кризис. Снижение курса рубля даст российским производителям серьезные ценовые преимущества перед иностранными поставщиками и может позволить изменить баланс импорта и производства.

Кроме того, рано или поздно нынешний экономический кризис будет преодолен, возобновится рост основной потребляющей отрасли – жилищного строительства. В дальнейшем начнется медленный подъем.

При развитии этого сценария соотношение импорта и производства металлопластиковых труб будет изменяться в сторону роста доли производства. По прогнозам компании «Академия Сервис» в 2010 г. доля отечественных труб может составить 26,3%.

По материалам «РБК. Исследования рынков»

Динамика выпуска металлоконструкций в условиях кризиса

Производство металлоконструкций оказалось одной из отраслей промышленного производства, наименее пострадавших от макроэкономического кризиса и выходящих из него наиболее быстрыми темпами. Падение объема выпуска продукции в I квартале 2009 г. составило около 25–30% по сравнению с аналогичным периодом 2008 г. Это заставляет руководителей заводов, производящих металлоконструкции, искать и находить все более эффективные методы преодоления факторов кризиса, негативно отражающихся на получении заказов и сбыте производимой продукции.

До кризиса этот сегмент промышленности, как и многие другие отрасли, характеризовался положительной динамикой

и привлекал инвесторов. Например, объем рынка стальных и алюминиевых металлоконструкций в 2008 г. составлял 183,6 млрд р.

Эксперты отмечают, что спрос существенно превышал предложение, поэтому все существующие игроки планировали расширение производства. Рост рынка по итогам 2007 г. составил около 45%, а в 2008 г. – 35%. Рост цен на металлоконструкции в среднем оценивался в 30–35%.

Стальные металлоконструкции преобладают на этом рынке. Данный сегмент занимает в общем объеме 96,2%. Остальные 3,8% занимает рынок алюминиевых металлоконструкций.

По материалам РБК. Исследования рынков»

Как подготовить к публикации научно-техническую статью (методическое пособие для начинающего автора)



Развитие стройиндустрии стимулировало развитие строительного материаловедения, что, в свою очередь, предопределило рост направляемых в редакцию статей. Статьи аспирантов и докторантов, как и в прежние годы, публикуются без оплаты за размещение в журнале.

За все годы существования журнала научные редакторы, члены редколлегии, редакционного совета и большая группа специалистов-рецензентов внимательно и терпеливо помогали росту научных кадров и специалистов отрасли. Однако в последнее время все чаще в редакцию для публикации представляют слабые в научном отношении, незавершенные, незрелые работы, которые в ряде случаев не доходят даже до рецензентов и забраковываются на этапе внутриредакционного рецензирования.

Начнем с определений. Наука – система знаний о закономерностях развития природы и общества и способах воздействия на окружающий мир. Статья – сочинение небольшого размера в сборнике, журнале, газете.

Таким образом, научность труда, исследования, работы характеризуется целью проникнуть, нащупать, определить, сформулировать какую-либо новую закономерность формирования вещества или протекания процесса для практического, унитарного использования в материаловедении, прикладной механике, теплотехнике и т. д.

В нашем случае журнальная научно-техническая статья – это сочинение небольшого размера (до 4-х журнальных страниц), что само по себе определяет границы изложения темы статьи.

Необходимыми элементами научно-технической статьи являются:

- постановка проблемы в общем виде и ее связь с важными научными или практическими задачами;
- анализ последних достижений и публикаций, в которых начато решение данной проблемы и на которые опирается автор, выделение ранее не решенных частей общей проблемы, которым посвящена статья;
- формулирование целей статьи (постановка задачи);
- изложение основного материала исследования с полным обоснованием полученных результатов;
- выводы из данного исследования и перспективы дальнейшего поиска в избранном направлении.

Научные статьи рецензируются специалистами. Учитывая открытость группы журналов «Строительные материалы» для ученых и исследователей многих десятков научных учреждений и вузов России и СНГ, представители которых не все могут быть представлены в редакционном совете издания, желательно представлять одновременно со статьей отношение ученого совета организации, где проведена работа, к представляемому к публикации материалу в виде сопроводительного письма или рекомендации.

Библиографические списки цитируемой, использованной литературы должны подтверждать следование автора требованиям к содержанию научной статьи и не содержать перечень всего ранее опубликованного автором, что перегружает объем статьи и часто является элементом саморекламы.

Кроме того, статьи, направляемые для опубликования, должны оформляться в соответствии с техническими требованиями изданий. Статьи, направляемые в редакцию группы журналов «Строительные материалы», должны соответствовать следующим **требованиям**:

- текст статьи должен быть набран в редакторе Microsoft Word и сохранен в формате *.doc или *.rtf и не должен содержать иллюстраций;
- графический материал (графики, схемы, чертежи, диаграммы, логотипы и т. п.) должен быть выполнен в графических редакторах: CorelDraw, Adobe Illustrator и сохранен в форматах *.cdr, *.ai, *.eps соответственно. Сканирование графического материала и импорт его в перечисленные выше редакторы недопустимо;
- иллюстративный материал (фотографии, коллажи и т.п.) необходимо сохранять в формате *.tif, *.psd, *.jpg (качество «8 – максимальное») или *.eps с разрешением не менее 300 dpi, размером не менее 115 мм по ширине, цветовая модель CMYK или Grayscale.

Материал, передаваемый в редакцию в электронном виде, должен сопровождаться: рекомендательным письмом руководителя предприятия (института); распечаткой, лично подписанной авторами; рефератом объемом до 500 знаков на русском и английском языке; подтверждением, что статья предназначена для публикации в группе журналов «Строительные материалы», ранее нигде не публиковалась, и в настоящее время не передана в другие издания; сведениями об авторах с указанием полностью фамилии, имени, отчества, ученой степени, должности, контактных телефонов, почтового и электронного адресов. Иллюстративный материал должен быть передан в виде оригиналов фотографий, негативов или слайдов, распечатки файлов.

Подробнее можно ознакомиться с требованиями на сайте издательства www.rifsm.ru/avtoram.php