

Учредитель журнала:
ООО Рекламно-издательская
фирма «Стройматериалы»

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

Главный редактор
ЮМАШЕВА Е.И.

Редакционный совет:
РЕСИН В.И.
(председатель)

БАРИНОВА Л.С.
БУТКЕВИЧ Г.Р.
ВАЙСБЕРГ Л.А.
ВЕДЕРНИКОВ Г.В.
ВЕРЕЩАГИН В.И.
ГОНЧАРОВ Ю.А.
ГОРИН В.М.
ГРИДЧИН А.М.
ЖУРАВЛЕВ А.А.
КОВАЛЬ С.В.
КОЗИНА В.Л.
КРАСОВИЦКИЙ Ю.В.
ЛЕСОВИК В.С.
ПИЧУГИН А.П.
РУДЫЧЕВ А.А.
ФЕДОСОВ С.В.
ФИЛИППОВ Е.В.
ХИХЛУХА Л.В.
ЧЕРНЫШОВ Е.М.
ШЛЕГЕЛЬ И.Ф.

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

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

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

Адрес редакции:

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

Материалы для дорожного строительства

А.В. КОРОЧКИН

Исследование жесткого цементобетонного основания комбинированной дорожной одежды на Московском малом кольце4

Приведены результаты исследований цементобетонного основания жесткой дорожной одежды с асфальтобетонным покрытием на основных магистральных дорогах. Показано, что наличие асфальтобетонных слоев улучшает условия работы комбинированной конструкции, повышает ее долговечность и транспортно-эксплуатационные показатели.

М. А. ЗАВЬЯЛОВ, А. М. ЗАВЬЯЛОВ

Теплоемкость асфальтобетона6

Рассмотрены вопросы взаимосвязи удельной и объемной теплоемкостей асфальтобетона при строительстве и эксплуатации дорожного покрытия. Установлены причины, вызывающие изменение исследуемых величин. Определены значения удельной теплоемкости материала дорожного асфальтобетонного покрытия в течение его жизненного цикла и получены закономерности изменения величины удельной теплоемкости во времени для различных типов и видов асфальтобетона.

Ю.Г. БОРИСЕНКО, О.А. БОРИСЕНКО, А.А. СОЛДАТОВ

Термостабильность легких битумно-минеральных композиций10

Приведены результаты экспериментальных исследований повышения термостабильности легких битумно-минеральных композиций на основе керамзита путем применения в составе наполнителя композиций высокодисперсных отсевов дробления керамзита. При этом снижаются температурные напряжения, коэффициенты линейного расширения, увеличивается прочность композиции, способствуя образованию более стабильной внутренней структуры материала.

В.С. ПРОКОПЕЦ, С.Ф. ФИЛАТОВ, О.А. РЫЧКОВА

Ремонт асфальтобетонных покрытий гранулированными асфальтобетонными смесями в зимний период12

Предлагается состав и технология изготовления и укладки гранулированных асфальтобетонных смесей. Технология позволяет продлить сезон производства дорожно-ремонтных работ, повысить эффективность использования асфальтобетонных заводов, снизить энергозатраты и время на разогрев гранулированной асфальтобетонной смеси.

В.В. ЯДЫКИНА, А.М. ГРИДЧИН, М.А. ВЫСОЦКАЯ, И.В. ЯКИМОВИЧ

Эффективность применения адгезионной добавки ДАД-114

Представлены данные по положительному влиянию адгезионной добавки ДАД-1 на сцепление битума с поверхностью кислых минеральных материалов, а также на физико-механические характеристики асфальтобетона и его долговечность.

М. САЛЛ, Е.С. РЫБИНЦЕВА, Г.А. ТКАЧЕНКО

Мелкозернистые бетоны с органоминеральной добавкой для дорожного строительства18

Проанализированы основные процессы, формирующие структуру модифицированных бетонов с комплексной органоминеральной добавкой. Изложены результаты оценки их деформативных свойств, которые определяют долговечность мелкозернистых бетонов для дорожного строительства.

А.О. ЛЮТЕНКО, М.А. НИКОЛАЕНКО, А.Ф. ЩЕГЛОВ, Е.И. ХОДЫКИН

Композиционное вяжущее на основе попутно-добываемых пород угольных месторождений для укрепления грунтов в дорожном строительстве22

На основе отходов угледобывающей промышленности разработано композиционное грунтоизвестковое вяжущее, получаемое путем совместного помола в шаровой мельнице гашеной извести и попутно-добываемой породы Коркинского угольного месторождения – глины опоковидной.

Научно-практическая конференция «Энергосбережение в строительстве.

Ячеистые бетоны и силикатный кирпич: технологии производства, опыт применения» (Информация)25

М.А. ГОНЧАРОВА

Использование конвертерных шлаков в производстве материалов для дорожного строительства 26

Исследовано влияние конвертерного шлака на структурообразование материалов для дорожного строительства. Приведены результаты исследований образцов асфальтобетонов на основе минерального порошка из конвертерного шлака.

Нерудные строительные материалы

Ассоциация «Недра» подвела итоги работы за пять лет 28

Приведены результаты деятельности ассоциации «Недра» за пять лет: статистические данные, созданная региональная структура, основные направления работы. Показаны эффективные формы взаимодействия членов ассоциации с потенциальными заказчиками и партнерами через общие мероприятия.

К.Н. ТРУБЕЦКОЙ, М.Н. КОТРОВСКИЙ, А.Н. ДОМБРОВСКИЙ, И.А. СИДОРЕНКО

Перспективная технология разработки карьеров высокими уступами с использованием кранлайнов 30

Представлена новая высокоуступная геотехнология, в основе которой предусматривается применение принципиально нового вида экскаваторов, названных кранлайнами (драглайны погрузочного типа). Кранлайн сочетает преимущество мехлопаты и шигающего драглайна. Он может обрабатывать высокие уступы нижним черпанием при низком удельном давлении на грунт и осуществлять точную практически безударную погрузку горной массы в транспортное средство. Описаны конструкционные особенности кранлайна, приведены технические характеристики для агрегатов различной мощности, а также сравнительные технико-экономические показатели вариантов технологии с драглайнами и кранлайнами.

Ю.И. СЫЧЕВ, Н.И. МОТОРНЫЙ, Г.Л. ЛЕВКОВСКИЙ

Метод экспресс-оценки долговечности облицовочного камня 35

Показано, что в действующем нормативном документе «Технические рекомендации по определению долговечности облицовочных материалов ТР 174-05» не учтены облицовочные каменные материалы. В то же время отсутствие методов и средств оценки состояния и долговечности каменных облицовок приводит к несвоевременному проведению ремонтных работ, что часто приводит к глубокой деструкции камня, приводящей к необходимости его замены. Предложена методика экспресс-оценки состояния и долговечности каменных облицовок зданий и сооружений сочетающая визуальный и инструментальные способы контроля. В качестве инструментальных методов выбраны склерометрический, влагометрический и ультразвуковой. Приведены результаты обследований ряда объектов.

В.П. Булгаков – создатель прокатной технологии производства резиновых изделий для нерудной промышленности 38

Коллеги представляют очерк творческой жизни известного в отрасли конструктора и изобретателя Виктора Пантелеймоновича Булгакова. Описаны его основные разработки, в том числе широко используемые в промышленности нерудных строительных материалов и в настоящее время. Это прокатная технология производства резиновых сит, самоходные бункеры-питатели на гусеничном ходу, самоходный отвалообразователь с вантовой стрелой длиной 30 м и оригинальными роликовыми опорами из пластмассы, гидроклассификаторы и др.

Материалы и конструкции

В.М. ОСЬКИН, К.Н. ГОЛЬЦОВ, М.С. ЛЕБЕДЕВ

Влияние минераловатной теплоизоляции на основе волокон различной химической природы на огнестойкость и пожарную опасность строительных конструкций 40

Рассмотрена строительная конструкция как сложная система, состоящая из множества взаимодействующих составляющих (подсистем) с синергетическим или антагонистическим взаимодействием составляющих их элементов. Показано влияние химической природы волоконистого утеплителя на поведения строительных конструкций при огневом воздействии по результатам сравнительных испытаний теплоизоляционных плит на основе штапельного стекловолокна торговой марки ISOVER и теплоизоляционных плит из волокон на основе базальтовых пород в составе нескольких строительных конструкций: перегородок, кровли и навесных фасадных систем. Показано, что химическая природа теплоизоляционного материала, стекло или каменное сырье, не оказывает никакого влияния на их противопожарные характеристики.

Технологии и оборудование

Н. М. САМОХВАЛОВ

Регенерация насыпных слоев в зернистых фильтрах 45

Дано описание конструкций зернистых фильтров непрерывного действия для очистки запыленных газов. Изучены условия регенерации насыпных слоев интенсивной продувкой в сочетании со свободной пересыпкой зерен и представлены результаты исследований различных вариантов такой регенерации в этих конструкциях.

Результаты научных исследований

В.И. ЛОГАНИНА, Н.А. ПРОШИНА, О.А. ДАВЫДОВА

Золь-гель-технология для синтеза кремнийсодержащей добавки известковых отделочных составов 48

Приведены сведения об активности и радиусе частиц золя, его влиянии на свойства отделочных составов, а также количество свободной извести в затвердевшей известковой композиции.

Фирма Cerámicas Moga воплощает в жизнь гибкость производства с наивысшими требованиями к качеству с помощью нового комбинированного завода фирмы ЛИНГЛ (Информация) 50

Испанский производитель кирпича Cerámicas Moga на своем новом заводе по производству лицевого кирпича и фасадной плитки в г. Иллетасе (Испания) делает ставку на усовершенствованную технику фирмы ЛИНГЛ и гибкую концепцию завода, производящего различную продукцию высокого качества при очень низких производственных затратах.

Р.В. КОРОТКОВ

Снижение горючести строительных материалов из древесины52

В статье приведены результаты применения огнезащитных покрытий для деревянных строительных конструкций за счет поверхностной пропитки на основе амидофосфатов.

О.В. КАЗЬМИНА, В.И. ВЕРЕЩАГИН, А.Н. АБИЯКА

Расширение сырьевой базы для производства пеностеклокристаллических материалов54

Рассмотрен способ получения пеностеклокристаллических материалов на основе распространенного природного и техногенного сырья по двухстадийной технологии при температурах, не превышающих 950°C. Показано, что использование стеклогранулята, как промежуточного продукта, позволяет получить пеностеклокристаллический материал с плотностью от 150 до 400 кг/м³ и прочностью при сжатии до 3,5 МПа.

В.К. КОЗЛОВА, А.М. МАНОХА, И.Г. СУТУЛА, Е.Н. ГУЩИНА

Влияние температуры обжига на свойства магниезальных вяжущих веществ56

Рассмотрено влияние температуры обжига различного магниезального сырья на свойства магниезальных вяжущих веществ. Показано, что с повышением температуры обжига получающийся оксид магния содержит значительную долю периклазовых мотивов, не участвующих в процессах гидратации. В статье приведены результаты исследований влияния температуры обжига брусита на прочностные показатели магниезального камня на его основе. Установлено, что 450°C является оптимальной температурой для получения активного оксида магния из брусита.

В.И. КАЛАШНИКОВ

Перспективы использования реакционно-порошковых сухих бетонных смесей в строительстве59

Рассмотрена возможность использования реакционно-порошковых бетонных смесей для высокопрочных и особовысокопрочных бетонов классов В120 – В160 для создания различных видов бетонов. Они позволяют получать тяжелые, песчаные и легкие бетоны высокой прочности и бетоны общестроительного назначения.

Д.В. ЛОМАЧЕНКО, Н.П. КУДЕЯРОВА, В.А. ЛОМАЧЕНКО

Диспергация цементного клинкера при помоле с новой органической добавкой62

В работе было исследовано влияние добавки ДР-3 на интенсификацию помола портландцементного клинкера в соответствии с эффектом Ребиндера. Изучено влияние предлагаемой добавки на удельную поверхность получаемых цементов, реологические свойства цементных паст и прочность цемента. Применение добавки позволяет уменьшить сроки схватывания, а также прочность цементно-песчаных образцов, которая в возрасте 28 суток увеличивается на 10%.

А.С. ИВАНОВ, Е.И. ЕВТУШЕНКО

Стеновые керамические материалы с использованием металлургического шлака64

Изучены особенности влияния доменных гранулированных шлаков на технологические особенности получения стеновой керамики с использованием цеолитсодержащих глин.

Третьи Воскресенские чтения «Полимеры в строительстве» (Информация)66

А.А. ЛЕДЕНЕВ, С.М. УСАЧЕВ, В.Т. ПЕРЦЕВ

Структурно-реологические свойства строительных смесей68

Работа посвящена исследованию реологического поведения строительных смесей с учетом структурных изменений на микроуровне. Представлены микрореологические количественные показатели структуры – фрактальная размерность, концентрация кластеров, которые позволяют дать фактическую оценку процессам формирования и разрушения фрактально-кластерных образований, происходящих в структуре строительных смесей при реализации технологических операций.

Ю.С. ВАСИЛЬЕВ

Методы повышения эффективности обеспечения жильем отдельных категорий россиян71

Рассматриваются вопросы совершенствования политики обеспечения жильем отдельных категорий граждан, перед которыми государство имеет жилищные обязательства. Дается оценка использования механизма государственных жилищных сертификатов в сочетании со строительством социального жилья, приобретением незавершенного жилья, ипотечным кредитованием.

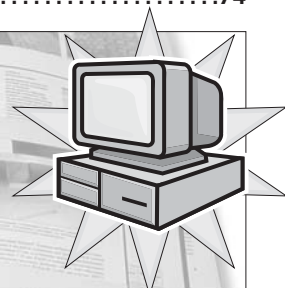
Новости74

ЭЛЕКТРОННАЯ ПОДПИСКА

на журнал

«Строительные материалы»®

информация для профессионалов

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

А.В. КОРОЧКИН, канд. техн. наук,
главный инженер филиала «Автодорпроект»
ГУП МО «Московский областной дорожный центр»

Исследование жесткого цементобетонного основания комбинированной дорожной одежды на Московском малом кольце

На основных магистральных дорогах, к числу которых относится и Московское малое кольцо (ММК А-107), широкое распространение получила комбинированная дорожная одежда. В процессе эксплуатации в различных условиях данная конструкция хорошо себя зарекомендовала. Она обладает достаточной прочностью для высокой интенсивности движения тяжелых автомобилей и высокими транспортно-эксплуатационными показателями. Комбинированная дорожная одежда представляет собой жесткое цементобетонное несущее основание с асфальтобетонным покрытием, состоящим из нескольких слоев. Однако в настоящее время условия работы данной конструкции и параметры составляющих ее слоев мало изучены.

Целью работы является исследование характерных особенностей, состояния и дальнейшей работоспособности комбинированной дорожной одежды с определением важнейших параметров жесткой цементобетонной плиты, входящей в конструкцию. В статье приводится сравнение параметров и состояния цементобетонного основания на ММК с аналогичными конструкциями, примененными на других автомобильных магистралях (М-2 «Крым», М-4 «Дон», М-9 «Балтия»).

На участке автомобильной дороги А-107 от Можайского (А-100) до Ленинградского шоссе (М-10) в рамках реализации проекта реконструкции Центральной кольцевой автомобильной дороги (ЦКАД) в апреле – мае 2009 г. было проведено комплексное изучение дорожной одежды. Рассматриваемый участок имеет протяженность порядка 90 км и две полосы движения. В рамках проведения обследования производили весь комплекс инженерно-геологических изысканий.

В процессе инженерно-геологических изысканий были пробурены скважины. Для выяснения работы и состояния конструкции произвели полевые, лабораторные и камеральные исследования. В процессе буровых

работ отбирали образцы нарушенной и ненарушенной структуры, монолиты. Далее были проведены физико-механические испытания образцов всех дорожно-строительных материалов, составляющих конструкцию.

Изначально на данном участке ММК была запроектирована и построена жесткая цементобетонная дорожная одежда. За время многолетней эксплуатации автодороги существующую дорожную одежду перекрывали слоями асфальтобетона. Устройство асфальтобетонных слоев поверх цементобетонной плиты проводили в целях улучшения транспортно-эксплуатационного состояния дороги, в частности ликвидации образующихся трещин на покрытии.

По результатам инженерно-геологических изысканий толщина цементобетонной плиты находится в пределах от минимального значения 15 см до максимального 23 см. Результаты статистической обработки измерений толщины цементобетона показаны на рис. 1.

Средняя толщина цементобетонной плиты составляет $h_{cp}=17,78$ см. Коэффициент вариации толщины цементобетона составил $K_{вар}=12,8\%$. Следует отметить, что преобладает конструкция толщиной 15–20 см. Данное значение несколько ниже отмеченных на других автомобильных магистралях. Так, например, средняя толщина цементобетона на автомагистрали М-2 «Крым» $h_{cp}=23,59$ см, а на автомагистрали М-9 «Балтия» – 20,17 см.

Результаты лабораторных исследований прочности цементобетона представлены на рис. 2. Средняя прочность цементобетонной плиты на сжатие по всему участку дороги составила $E_{cp}=40,4$ МПа. Преобладает конструкция с прочностью плиты порядка 30–45 МПа. Коэффициент вариации прочности на сжатие составил $K_{вар}=28,7\%$.

Согласно ГОСТ 26633–91 «Бетоны», приложение 1, табл. 6, цементобетон, расположенный в конструкции

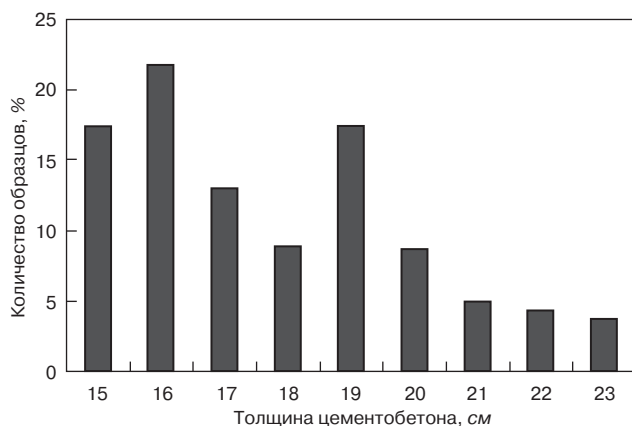


Рис. 1. Изменение толщины цементобетонного основания на участке ММК

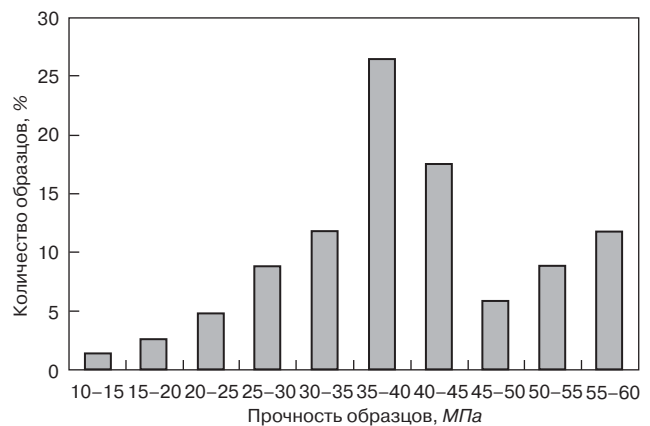


Рис. 2. Распределение прочности цементобетона при сжатии

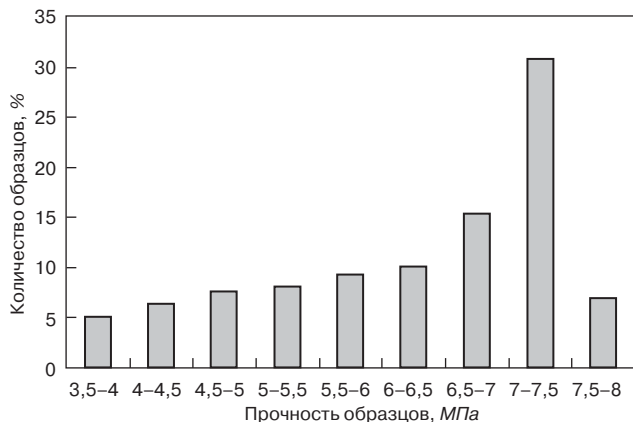


Рис. 3. Распределение прочности цементобетона при растяжении при изгибе

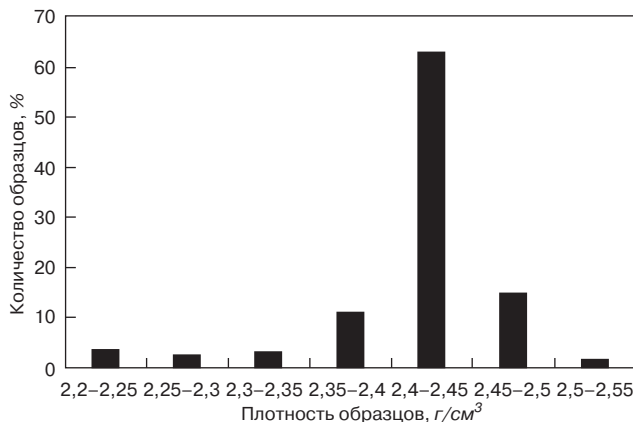


Рис. 4. Распределение плотности цементобетона

дорожной одежды на рассматриваемом участке ММК, относится к классу В30, средняя прочность бетона по нормативному документу $R=40,09$ МПа. Данному классу соответствует ближайшая марка бетона по прочности М400. Но, принимая во внимание коэффициент вариации, марка и класс, возможно, будут несколько ниже.

Обращает на себя внимание большой разброс значений прочности цементобетонной плиты (14,1–56,9 МПа), что подтверждено высоким коэффициентом вариации. Однако средняя прочность цементобетонной плиты при сжатии на рассматриваемой автодороге существенно превышает аналогичные значения на других автомобильных магистралях. Так, например, на ММК средняя прочность цементобетона при сжатии на 37,6% выше, чем на автомагистрали М-2 «Крым», и на 29,7% — чем на автомагистрали М-9 «Балтия».

Результаты исследований прочности цементобетона при растяжении при изгибе показаны на рис. 3.

Средняя прочность цементобетонной плиты при растяжении при изгибе составила $E_{cp}=6,12$ МПа. Коэффициент вариации прочности при растяжении при изгибе $K_{вар}=20,4\%$. Преобладающая прочность плиты при растяжении составляет 7–7,5 МПа. Однако в пределах полученного разброса значений (от 3,5 до 8 МПа) прочность распределяется достаточно равномерно, плавно возрастая к преобладающему значению.

Согласно приложению 1, табл. 6 ГОСТ 26633–91, при растяжении при изгибе цементобетон относится к классу Вtb 4,8, а средняя прочность бетона $R=6,41$ МПа. Данному классу соответствует ближайшая марка бетона по прочности Rtb 60. Но, учитывая коэффициент вариации, марка и класс будут несколько ниже.

Результаты измерения плотности цементобетонных образцов приведены на рис. 4.



Рис. 5. Керны (монолиты) комбинированной дорожной одежды

Средняя плотность цементобетона составила $R_{cp}=2,42$ г/см³. Коэффициент вариации плотности $K_{вар}=1,8\%$. Преобладающая плотность цементобетонных образцов 2,4–2,45 МПа.

Можно отметить малый разброс значений плотности цементобетона, что подтверждено значением коэффициента вариации и указывает на однородность структуры.

Во время проведения полевых инженерно-геодезических изысканий была поставлена еще одна задача — измерить силу сцепления цементобетонных и асфальтобетонных слоев, составляющих конструкцию дорожной одежды. Эта величина позволила бы не только оценить совместную работу на прочность двух материалов, но и проанализировать их поведение при перепадах температурны. Однако несмотря на все усилия инженеров геологической партии, точно определить силу сцепления двух рассматриваемых материалов не удалось: даже при очень аккуратном производстве и извлечении кернов из дорожной одежды, во всех случаях происходило отслоение асфальтобетонного покрытия от цементобетонного основания (рис. 5). При этом монолиты асфальтобетона, состоящего из нескольких слоев, уложенных в разное время, и монолиты цементобетона оставались едиными.

На основании изучения отобранных кернов (монолитов) дорожной одежды можно сделать вывод, что сила сцепления цементобетонного основания с асфальтобетонным покрытием незначительна.

Результаты исследований цементобетонного основания жесткой дорожной одежды с асфальтобетонным покрытием показали, что возможный срок службы цементобетона может составлять более 40–50 лет. При этом наличие на жестком основании асфальтобетонных слоев значительно улучшает условия работы комбинированной конструкции, увеличивая не только ее долговечность, но и повышая транспортно-эксплуатационные показатели автомобильной дороги.

Список литературы

1. Павлов Л. С., Талалай В. В. Обеспечение надежности цементного бетона в монолитных железобетонных конструкциях транспортных сооружений // Транспортное строительство. 2009. № 3. С. 21–24.
2. Шейнин А. М., Эжель С. В. Оценка качества монолитного бетона в дорожном и аэродромном строительстве при испытании кернов // Строит. материалы. 2009. № 5. С. 17–20.
3. Амиров А. Т., Лейтланд И. В. Оценка степени повреждения монолитных слоев дорожной одежды транспортными нагрузками // Транспортное строительство. 2009. № 4. С. 29–30.

М. А. ЗАВЬЯЛОВ, А. М. ЗАВЬЯЛОВ, доктора техн. наук,
Сибирская государственная автомобильно-дорожная академия (СибАДИ, Омск)

Теплоемкость асфальтобетона

Цель исследований — определение значений удельной теплоемкости материала дорожного асфальтобетонного покрытия в течение его жизненного цикла и установление закономерностей изменения величины удельной теплоемкости в процессе старения рассматриваемого материала.

Удельная теплоемкость является одной из ключевых величин при рассмотрении термодинамических и теплофизических свойств материалов. Различные вещества обладают и разной способностью накапливать тепловую энергию. Это зависит от их структуры и плотности. Объемная теплоемкость (C_ρ) зависит от удельной теплоемкости (C_m), т. е. от теплоемкости единицы массы вещества, и от плотности материала ρ .

$$C_\rho = C_m \cdot \rho. \quad (1)$$

Возникает вопрос, в каком качестве рассматривать в этой формуле C_m — как константу или как переменную величину, зависящую от ряда факторов, если материал композитный, каким является асфальтобетон.

Авторы статьи считают, что для композитных материалов удельная теплоемкость есть функция состояния:

$$C_m = C_m(\rho, T, \mu, t), \quad (2)$$

где T — температура; $\mu = \mu(t)$ — индикатор микроструктурных изменений материала; t — время.

Для реализации данной задачи необходимо выполнить ряд экспериментальных исследований:

- отбор проб образцов асфальтобетона из слоя дорожного покрытия;
- отбор проб на дорогах I и II категорий;
- исследование образцов асфальтобетона различного возраста (0–9 лет).

Экспериментальные исследования в течение ряда лет осуществляли на следующих объектах (указан год устройства асфальтобетонного покрытия):

1. Автомобильная дорога Тюмень — Омск (км 599+000): мелкозернистый плотный асфальтобетон типа А, марки I, 2006 г.; мелкозернистый плотный асфальтобетон типа Б, марки I, 1997 г.; крупнозернистый пористый асфальтобетон марки II, 1989–1996 г.

2. Автомобильная дорога Челябинск — Омск (км 792+000 — 797+000): мелкозернистый плотный асфальтобетон типа Б, марки I, 2000 г., 2005 г.; крупнозернистый пористый асфальтобетон марки II, 1999 г., 2005 г.

3. Автомобильная дорога Челябинск — Новосибирск (транспортная развязка Троицкое—Чукреевка): мелкозернистый плотный асфальтобетон типа А, марки I, 2000 г.; крупнозернистый пористый асфальтобетон марки II, 2000 г.

4. Автомобильная дорога М–51 Байкал, Южный обход Омска: мелкозернистый плотный асфальтобетон типа Б, марки I, 1998 г.; крупнозернистый пористый асфальтобетон марки II, 2000 г.

В данной работе асфальтобетон рассматривается как сплошная среда, где передача тепла осуществляется методом теплопроводности. Физической характеристикой

теплопроводности тела является коэффициент теплопроводности, который зависит от способности материала аккумулировать тепло, т. е. от теплоемкости, и повышать температуру под его действием. Скорость выравнивания температуры различных точек температурного поля характеризуется температуропроводностью.

Нагретое тело, помещенное в среду с более низкой температурой, теряет тепло. Этот процесс можно описать эмпирическим законом Ньютона:

$$dQ = \alpha (T - T_0) dt, \quad (3)$$

где dQ — количество тепла, отданное телом за небольшой отрезок времени dt , пропорционально разности температуры тела T и температуры окружающей среды T_0 ; α — коэффициент теплоотдачи, определяется свойствами излучающей тепло поверхности. Закон Ньютона достаточно хорошо выполняется при небольших (несколько градусов) разностях температуры ($T - T_0$). Излучение тепла ведет к уменьшению внутренней энергии тела, и если эта энергия определяется только тепловым движением атомов и молекул тела (не протекает никаких химических реакций, не происходит изменения агрегатного состояния вещества), то можно записать:

$$dQ = -C_m dT. \quad (4)$$

Из формул (3) и (4) следует:

$$\alpha (T - T_0) dt = -C_m dT. \quad (5)$$

Измерив скорость охлаждения тела, можно вычислить его теплоемкость. Коэффициент α определяется при исследовании охлаждения другого тела, принятого за эталонное, теплоемкость которого известна. Исследуемое тело помещают в капсулу, изготовленную из теплопроводного материала, нагревают, а затем наблюдают его остывание, фиксируя зависимость температуры внешней среды от времени.

Удельную теплоемкость определяли в соответствии с требованиями ГОСТ 23250–78 [1] на специально собранной установке и с точностью до 10 Дж/(кг·°C) вычисляли по формуле [1]:

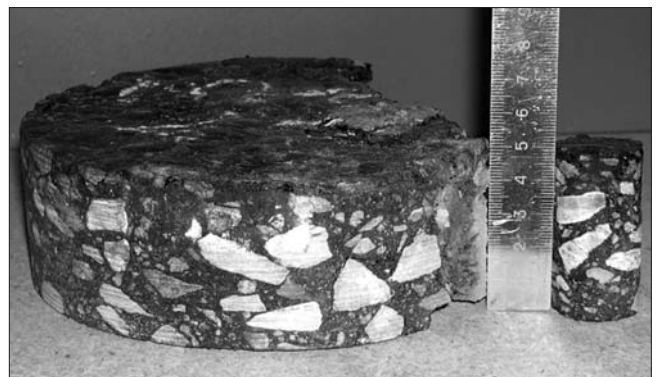


Рис. 1. Подготовка образцов требуемой формы и размера для определения удельной теплоемкости

$$C_m = \left[\frac{(M_{ж} + E)C_{ж}(T_p - T_0)}{(T_b - T_p)} - M_k C_k \right] / M_0, \quad (6)$$

где T_b – температура нагретой капсулы с образцом, °С; T_p – равновесная температура калориметра, °С; T_0 – температура калориметра в момент погружения капсулы с образцом, °С; M_k – масса капсулы, г; $M_{ж}$ – масса дистиллированной воды, г; M_0 – масса образца, г; C_k – удельная теплоемкость материала капсулы, Дж/(кг·°С); $C_{ж}$ – удельная теплоемкость дистиллированной воды, равная 4187 Дж/(кг·°С); E – водяной эквивалент калориметра, г, определяется предварительно экспериментальным путем с помощью медного эталона.

Ниже приводятся результаты расчетов, выполненные по (6), удельной теплоемкости асфальтобетона для некоторых исследуемых образцов из слоя покрытия (рис. 1). Капсулу с образцами нагревали в печи.

– Мелкозернистый плотный асфальтобетон типа А, марки I, строительство покрытия 2006 г.; $M_0=50,12$ г; $T_0=20,97$ °С; $T_p=22,86$ °С; $T_b=58,1$ °С; нагрев 20 мин:

$$C_m = 1036 \text{ Дж/(кг·°С)}.$$

– Крупнозернистый пористый асфальтобетон марки II, строительство покрытия 1999 г.; $M_0=41,87$ г; $T_0=20,09$ °С; $T_p=22,16$ °С; $T_b=57$ °С; нагрев 20 мин:

$$C_m = 1433 \text{ Дж/(кг·°С)}.$$

– Мелкозернистый плотный асфальтобетон типа Б, марки I, строительство покрытия 1997 г.; $M_0=44,5$ г; $T_0=20,48$ °С; $T_p=22,56$ °С; $T_b=54,1$ °С; нагрев 15 мин:

$$C_m = 1552 \text{ Дж/(кг·°С)}.$$

– Крупнозернистый пористый асфальтобетон марки II, строительство покрытия 2005 г.; $M_0=49,97$ г; $T_0=20,25$ °С; $T_p=21,73$ °С; $T_b=48,8$ °С; нагрев 10 мин:

$$C_m = 1069 \text{ Дж/(кг·°С)}.$$

Анализ результатов экспериментальных исследований позволил интерпретировать характер изменения удельной теплоемкости во времени (рис. 2) для различных типов и видов асфальтобетона.

Аппроксимация полученных экспериментальных зависимостей удельной теплоемкости от времени эксплуатации аналитическими выражениями по методу наименьших квадратов позволила представить эти зависимости в виде:

$$C_{m1} = 7,82(t-0,9)^2 + 1065; \quad (7)$$

$$C_{m2} = 7,91(t-1,35)^2 + 1033; \quad (8)$$

$$C_{m3} = 9,8(t-1,25)^2 + 965; \quad (9)$$

$$C_{m4} = 7,02(t-1,2)^2 + 1000, \quad (10)$$

где $C_{mi}(t)$, $i = 1, 2, 3, 4$ – это зависимости 1, 2, 3, 4 соответственно на рис. 2; t – время.

Средняя квадратичная погрешность приближения в пределах 2–5%.

Анализ характера полученных зависимостей и сопоставление их с экспериментальными данными и визуальными наблюдениями позволили сделать вывод: время начала выполнения ремонтных работ дорожного асфальтобетонного покрытия определяется моментом утраты квазилинейности графиками функции удельной теплоемкости от времени эксплуатации покрытия. Пределы удельной теплоемкости от времени принимают значения 975–1578 Дж/(кг·°С), в зависимости от условий эксплуатации дорожного покрытия и типа асфальтобетона.

На этапе строительства асфальтобетонного покрытия, когда имеют место значительные температурные

СПЕЦИАЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

Монография Завьялова М. А.

**«Термодинамическая теория жизненного цикла дорожного асфальтобетонного покрытия»
Лауреат первого сибирского регионального конкурса на лучшую вузовскую книгу
«Университетская книга - 2009»
в номинации «Лучшее научное издание по архитектуре и строительству»**



В монографии предложен термодинамический подход к оценке состояния дорожного асфальтобетонного покрытия в течение всего жизненного цикла – от начала строительства до завершения эксплуатации. Проведен комплексный ретроспективный анализ критериев оценки состояния дорожного покрытия и вопросов обоснования межремонтных сроков службы.

Обоснованы методы расчета и конструирования дорожных одежд, дан анализ структурных и физико-механических свойств асфальтобетонной смеси и асфальтобетона, а также выполнен обзор развития теории долговечности строительных материалов и конструкций с целью обоснования выбора теплофизического подхода к управлению качеством и долговечностью дорожного асфальтобетонного покрытия.

Теоретический раздел монографии содержит методику оценки функционального состояния дорожного асфальтобетонного покрытия с использованием энергетических критериев. Рассмотрен алгоритм вычисления значений термодинамических функций, который дает возможность осуществить диагностику состояния дорожного асфальтобетонного покрытия исходя из минимального количества базисных величин.

Объем 283 страницы. Формат 60x90. 1/16. Бумага мелованная. Печать офсетная.

Цена экземпляра 500 руб.

По вопросам приобретения монографии просьба обращаться по адресу:

644080, г. Омск, пр. Мира, д. 5, СибАДИ, патентно-информационный отдел, Тюнева Валентина Ивановна
Тел.: (3812) 652345. E-mail: nis@sibadi.org

вариации, одной из доминантных переменных является температура. В процессе эксплуатации асфальтобетонного покрытия его температурные вариации для ограниченного промежутка времени можно характеризовать математическим ожиданием значения температуры, т. е. считать в инженерных расчетах постоянной величиной.

Эти рассуждения позволяют определить величину вариации энтропии как на этапе строительства дорожного асфальтобетонного покрытия, так и в процессе его эксплуатации.

Вариация энтропии в дифференциальной форме с учетом формулы (2):

$$dS = -\frac{d(C_m T)}{T}, \quad (11)$$

где S – энтропия.

На этапе строительства, когда T – переменная:

$$dS = \frac{T dC_m + C_m dT}{T^2}. \quad (12)$$

Откуда:

$$\Delta S = -\int_{T_n}^{T_k} \left(\frac{T dC_m}{dT} + C_m \right) \frac{dT}{T^2}, \quad (13)$$

где T_n, T_k – начальное и конечное значения температуры соответственно.

Расчет изменения энтропии в процессе эксплуатации, когда T – постоянная, выполняется по формуле:

$$\Delta S = -C_m \int \frac{dT}{T} + R = -C_m \ln T + R, \quad (14)$$

где R – произвольная постоянная, определяемая из начальных условий.

Формула (14) будет корректной и в том случае, если сделать подстановку $T/(T^k+1)$:

$$\Delta S = -C_m \ln (T^k+1) + R, \quad (15)$$

где T^k – значение температуры по Кельвину.

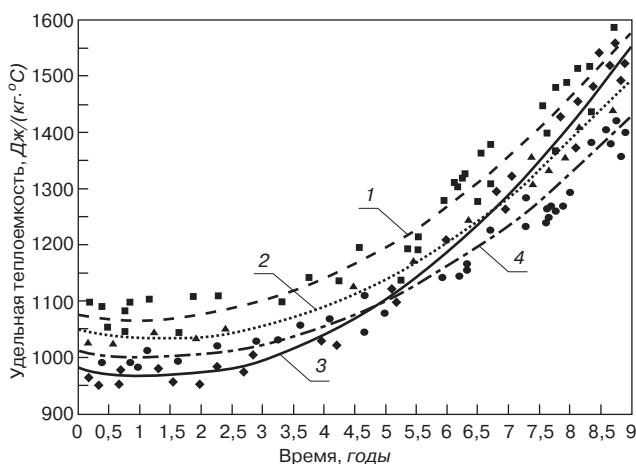


Рис. 2. Зависимость удельной теплоемкости от времени эксплуатации дорожного покрытия: 1 – крупнозернистый пористый асфальтобетон марки II (категория дороги I-Б, интенсивность движения 7–10 тыс. авт./сут); 2 – мелкозернистый плотный асфальтобетон типа А, марки I (категория дороги I-Б, интенсивность движения 15–20 тыс. авт./сут); 3 – мелкозернистый плотный асфальтобетон типа Б, марки I (категория дороги I-А, интенсивность движения >20 тыс. авт./сут); 4 – мелкозернистый плотный асфальтобетон типа Б, марки I (категория дороги II, интенсивность движения 5–7 тыс. авт./сут)

Из третьего начала термодинамики следует, что при $T \rightarrow 0$ (по Кельвину), $\Delta S \rightarrow 0$ получим $C_m \rightarrow 0$, а значит, $R = 0$. В формулах (13) – (15) ΔS можно заменить на S при условии равенства начального значения энтропии нулю, что на практике, безусловно, является допущением.

Для однокомпонентных веществ такие факторы, как температура и давление, одновременно оказывают влияние на изменение значений удельной и объемной теплоемкостей, и уравнение (1), связывающее их значения, лишь демонстрирует соотношение между величинами. В то же время в композитных материалах наблюдаются более сложные соотношения влияния различных факторов на изменение значений теплоемкости.

Экспериментальные исследования показали, что различные причины могут вызывать изменение как удельной, так и объемной теплоемкости асфальтобетона. Удельная теплоемкость асфальтобетона зависит от изменения внутренних свойств исходного материала с течением времени, формирования структуры материала, реструктуризации и перестройки. С другой стороны, макроструктурные, текстурные изменения свойств асфальтобетона, включение материала извне при эксплуатации (воздух, вода, соли), как следствие, оказывают существенное влияние на значение объемной теплоемкости.

Если объемная теплоемкость характеризует количественные изменения в композитном материале – асфальтобетоне, то удельная теплоемкость затрагивает качественные преобразования микроструктуры. Следует отметить однонаправленность свойств: изменение объемной теплоемкости асфальтобетона всегда влечет изменение его удельной теплоемкости, но не наоборот. Следовательно, удельная теплоемкость асфальтобетона является аддитивной величиной по отношению к объемной теплоемкости.

В качестве примера стабильности значения объемной теплоемкости асфальтобетона можно рассмотреть этап завершения строительства и начального периода эксплуатации дорожного асфальтобетонного покрытия, когда происходит увеличение плотности асфальтобетона в покрытии, а удельная теплоемкость убывает (рис. 3) вследствие продолжающихся процессов формирования структуры асфальтобетона. На этапе завершения строительства и начального периода эксплуатации в силу синергетических и инерционных свойств материал дорожного асфальтобетонного покрытия сохраняет те же кинетические тенденции, что и на этапе строительства: энтропия продолжает снижаться, обуславливая рост свободной энергии. В работе [2] было показано, что ме-

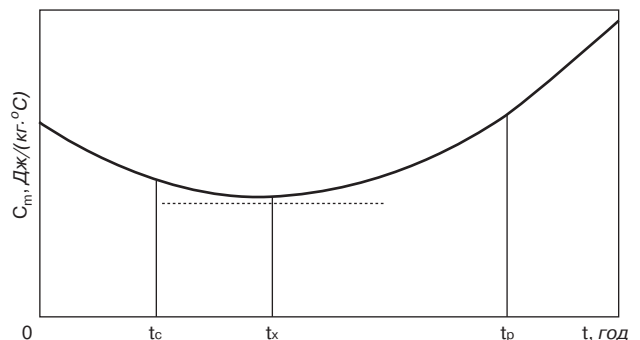


Рис. 3. Характер зависимости удельной теплоемкости асфальтобетона C_m от времени t жизненного цикла дорожного покрытия (пунктирной линией обозначена продолжительность этапа завершения строительства и начального периода эксплуатации): t_c – момент времени завершения строительства; t_x – момент времени неравновесного стационарного состояния материала асфальтобетона, при котором величина удельной теплоемкости достигает минимума; t_p – время начала ремонта дорожного покрытия

рой рационального применения технологических операций и окончания строительства является условие достижения асфальтобетонным покрытием неравновесного стационарного состояния. При этом необратимые процессы, играющие здесь конструктивную роль, обеспечивают уменьшение энтропии путем самоорганизации диссипативных структур.

Рассматривая удельную теплоемкость согласно формуле (2) как функцию нескольких переменных, можно определить, предварительно задавшись исходными значениями величин, момент времени t_x неравновесного стационарного состояния материала асфальтобетона, при котором величина удельной теплоемкости достигает минимума, а плотность — значения ρ_x . Этот же момент времени будет соответствовать минимуму энтропии и максимальному значению свободной энергии за весь период эксплуатации дорожного покрытия.

Действительно, решая систему (при решении переменную $\mu = \mu(t)$ как промежуточный аргумент опускаем):

$$\begin{cases} \frac{\partial C_m}{\partial \rho} = 0; \\ \frac{\partial C_m}{\partial t} = 0; \\ T = T_x - const, \end{cases} \quad (16)$$

получим стационарные значения ρ_x, t_x , при которых $C_m(\rho_x, t_x, T_x) \rightarrow \min$ (рис. 3).

Таким образом, содержанием дальнейших исследований может стать совершенствование проектирования и технологии строительства дорожных асфальтобетонных покрытий, а также получение материалов с заданными свойствами, которые обеспечивают короткий период вре-

мени выхода на стационарный режим после строительства и достаточно долгий временной отрезок стабилизации этого неравновесного стационарного состояния.

На основании полученных результатов сделаны выводы.

— Удельная теплоемкость асфальтобетона является аддитивной переменной величиной, позволяющей также определить значения вариации энтропии асфальтобетона.

— Изменение объемной теплоемкости асфальтобетона является достаточным условием изменения его удельной теплоемкости.

— Экспериментально определены значения удельной теплоемкости материала дорожного асфальтобетонного покрытия в течение его жизненного цикла и установлены закономерности изменения величины удельной теплоемкости во времени для различных типов и видов асфальтобетона. Пределы удельной теплоемкости от времени принимают значения 975–1578 Дж/(кг·°С) в зависимости от условий эксплуатации дорожного покрытия и типа асфальтобетона.

— Время начала выполнения ремонтных работ дорожного асфальтобетонного покрытия определяется моментом утраты квазилинейности графиками функции удельной теплоемкости от времени эксплуатации покрытия.

Список литературы

- ГОСТ 23250–78. Материалы строительные. Метод определения удельной теплоемкости. М.: Изд-во стандартов, 1979. 8 с.
- Завьялов М. А. Термодинамическая теория жизненного цикла дорожного асфальтобетонного покрытия. Омск: СибАДИ, 2007. 283 с.



**ОТКРЫТОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО
«ЦЕНТР ПРОЕКТНОЙ ПРОДУКЦИИ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ»
(ОАО ЦПП)**

ОСУЩЕСТВЛЯЕТ

ведение Федерального фонда нормативной, методической, типовой проектной документации и других изданий для строительства, архитектуры и эксплуатации зданий и сооружений.

ИЗДАЕТ И РАСПРОСТРАНЯЕТ

- федеральные нормативные документы (СНиП, ГСН, ГЭСН, ФЕР, ГОСТ, ГОСТ Р, СП, СН, РДС, НПБ, СанПиН, ГН) — официальные издания
- методические документы и другие издания по строительству (рекомендации, инструкции, указания)
- типовую проектную документацию (ТПД) жилых и общественных зданий, предприятий, зданий и сооружений промышленности, сельского хозяйства, электроэнергетики, транспорта, связи, складского хозяйства и санитарной техники

- справочно-информационные издания о нормативной, методической и типовой проектной документации (Информационный бюллетень, Перечни НМД и ТПД и др.)
- Общероссийский строительный каталог (тематические каталоги, перечни, указатели)
- проекты коттеджей, садовых домов, бань, хозяйственных построек, теплиц

ОАО ЦПП осуществляет сертификацию проектной документации на строительные конструкции и объемно-планировочные и конструктивные решения зданий и сооружений. Центр аккредитован в качестве Органа по сертификации в Системе ГОСТ Р (ОС «ГУП ЦПП» — аттестат аккредитации № РОСС RU.0001.11СР48).

ТЕЛЕФОНЫ ДЛЯ СПРАВОК

ОТДЕЛ ЗАКАЗОВ И РЕАЛИЗАЦИИ (495)482-4294	ОТДЕЛ ФОНДА ДОКУМЕНТАЦИИ (495)482-4112
ПРОЕКТНЫЙ КАБИНЕТ (495)482-4297	ОТДЕЛ СЕРТИФИКАЦИИ (495)482-0778
ФАКС: (495)482-4265	

Наш адрес: 127238, Москва, Дмитровское шоссе, 46, корп. 2

Ю.Г. БОРИСЕНКО, О.А. БОРИСЕНКО, кандидаты техн. наук,
А.А. СОЛДАТОВ, инженер, Северо-Кавказский государственный
технический университет (Ставрополь)

Термостабильность легких битумно-минеральных композиций

Рассматривая деформативное поведение асфальтобетонных в широком интервале эксплуатационной температуры, необходимо отметить, что применяемые в настоящее время асфальтобетоны способны в большей степени изменять свои свойства с изменением температуры.

При повышении температуры вязкость битума, содержащегося в асфальтобетоне, понижается, связи между минеральными частицами ослабевают, что влечет за собой уменьшение прочности. При понижении температуры происходит обратный процесс. Изменение прочности, связанное с изменением температуры, происходит в достаточно широких пределах. Прочность при сжатии стандартных асфальтобетонных образцов в среднем составляет: при температуре +50°C – 1–2; при +20°C – 2–5; при 0°C – 8–13; при -10°C – 10–17; при -35°C – 18–30 МПа [1]. В связи с этим одной из важнейших задач при создании новых битумно-минеральных композиций является разработка материалов, одинаково хорошо противостоящих образованию сдвиговых деформаций при высокой температуре и

трещинообразованию при низкой, то есть материалов, обладающих высокой термостабильностью (температуроустойчивостью), к которым возможно отнести легкие битумно-минеральные смеси на основе отсевов дробления керамзита.

Исследовали термостабильность горячих легких битумно-минеральных композиций песчаного типа Г с оптимальным содержанием битума в смеси (табл., составы 1–15). Минеральные составы рассматриваемых композиций включали пористый заполнитель (дробленый керамзитовый песок) и наполнитель – смеси в различных объемных соотношениях неактивированного известнякового минерального порошка и высокодисперсных отсевов дробления керамзита фракций менее 0,16 мм. Содержание фракций минерального порошка и отсевов дробления керамзита в наполнителе $C_{кп}$ (об. %) варьировали с шагом в 25 объемных долей. В качестве вяжущих использовали дорожные нефтяные битумы марок БНД 40/60, БНД 60/90 и БНД 90/130. Для сравнения проводили испытания составов традиционных асфальтобетонных песча-

№ составов	Заполнитель	Марка битума	Содержание отсевов дробления керамзита, $C_{кп}$, об. %	R_0 , МПа	R_{50} , МПа	Коэффициент термостабильности, $K_{тс}$
1	Пористый (дробленый керамзитовый песок)	БНД 40/60	0	14,8	3,9	0,26
2		БНД 60/90	0	12,9	2,4	0,19
3		БНД 90/130	0	10,8	1,7	0,16
4		БНД 40/60	25	13,2	5,3	0,4
5		БНД 60/90	25	11	3,3	0,3
6		БНД 90/130	25	10,8	2,1	0,19
7		БНД 40/60	50	12	5,7	0,48
8		БНД 60/90	50	10,2	4,5	0,44
9		БНД 90/130	50	9,8	2,6	0,27
10		БНД 40/60	75	11,5	6,6	0,57
11		БНД 60/90	75	10,1	5,1	0,5
12		БНД 90/130	75	9,4	2,9	0,31
13		БНД 40/60	100	10,2	6,9	0,68
14		БНД 60/90	100	10	6,13	0,61
15		БНД 90/130	100	9,2	3,2	0,35
16	Плотный	БНД 40/60	0	9,9	1,9	0,19
17		БНД 60/90	0	8,7	1,36	0,16
18		БНД 90/130	0	8,5	1,22	0,14

ного типа Г на плотном заполнителе (табл., составы 16–18).

В результате испытаний легких битумно-минеральных композиций и плотных асфальтобетонов определяли прочность при сжатии при 0°C (R_0) и при 50°C (R_{50}) в соответствии с ГОСТ 12801–98 (см. табл.). Термостабильность оценивали по предложенному коэффициенту термостабильности горячих легких битумно-минеральных композиций k_{TC} (см. табл.), представляющему отношение показателей прочности образцов при сжатии при температуре 50 и 0°C:

$$k_{TC} = R_{50} / R_0.$$

Данный показатель наиболее существенно отражает деформативные характеристики горячих легких битумно-минеральных композиций в зависимости от эксплуатационной температуры, нормируемых ГОСТ 9128–97, и может быть легко получен в любой заводской лаборатории. Для песчаных битумно-минеральных смесей типа Г, марка II для IV дорожно-климатической зоны, k_{TC} может теоретически изменяться в пределах 0,11–1 в интервале эксплуатационной температуры 0–50°C, и чем выше значение этого коэффициента, тем соответственно выше термостабильность исследуемого материала.

В результате проведенных исследований термостабильности горячих легких битумно-минеральных композиций и сравнения с композициями асфальтобетонов на плотном заполнителе выявлено, что пористый заполнитель существенно (на 14–36% в зависимости от марки битума) повышает коэффициенты термостабильности легких битумно-минеральных композиций (k_{TC} составляет 0,16–0,26) в сравнении с асфальтобетонами на плотном заполнителе, k_{TC} которых находится в пределах 0,14–0,19. При переходе от менее вязких к более вязким битумам термостабильность таких композиций повышается в большей степени (табл., составы 1–3 и 16–18).

Увеличение содержания высокодисперсных отсевов дробления керамзита в наполнителе композиций ведет к устойчивому повышению коэффициентов термостабильности и соответственно самой термостабильности материала. Наибольшей термостабильностью обладает легкая битумно-минеральная композиция с содержанием $S_{кп}$, равным 100% (об. %), на наиболее вязком битуме БНД 40/60, для которого k_{TC} составил 0,68 (табл., состав 13). Ниже термостабильность у композиций на менее вязких битумах.

Анализ влияния содержания высокодисперсных фракций отсева керамзита в составе наполнителя битумно-минеральных композиций на их прочностные показатели при стандартной температуре 0 и 50°C, выявил следующее. С повышением содержания отсевов дробления $S_{кп}$ прочность при сжатии при 0°C (R_0) закономерно понижается и минимальна при содержании отсевов $S_{кп}$, равном 100% по объему. Наиболее низкое значение R_0 зарегистрировано у горячей легкой битумно-минеральной композиции на менее вязком битуме БНД 90/130 (табл., состав 15). Наиболее высокое значение R_0 соответствует смеси на битуме БНД 40/60, а показатель R_0 для смеси на битуме БНД 60/90 имеет промежуточное значение (табл., составы 13 и 14).

Повышение содержания отсевов дробления керамзита в наполнителе приводит к повышению теплостойкости (прочности при сжатии при 50°C) легких битумно-минеральных композиций. Максимальные значения R_{50} достигаются в композициях при полной замене минерального порошка на отсевы дробления керамзита ($S_{кп}$ равно 100 об. %). Показатели прочностей при сжатии R_{50} при $S_{кп}$, равном

100% по объему, возрастает с увеличением вязкости битума.

На основании результатов исследований выявлено устойчивое повышение теплостойкости легких битумно-минеральных композиций с увеличением содержания отсевов дробления керамзита в наполнителе и снижение прочности при сжатии при 0°C, что нехарактерно для плотных асфальтобетонов: повышение теплостойкости асфальтобетонов на плотных заполнителях обычно приводит и к повышению остальных прочностных показателей материала. Выполнен экспериментальный участок покрытия, за которым ведется наблюдение с периодическим отбором проб.

Таким образом, с увеличением содержания отсевов дробления керамзита в составе наполнителя заметно снижается температурное влияние на прочность композиций, и динамика этого процесса более выражена в композициях на битумах большей вязкости. Введение отсевов дробления керамзита в состав наполнителя снижает температурные напряжения, коэффициенты линейного расширения и теплопроводности материала, увеличивает прочность композиций, способствует образованию более стабильной и менее восприимчивой к температурным воздействиям внутренней структуры материала.

Список литературы

1. Гезенцев Л.Б., Горелышев Н.В., Богуславский А.М., Королев И.В. Дорожный асфальтобетон. М.: Транспорт, 1985. 350 с.
2. Печеный Б.Г. Битумы и битумные композиции. М.: Химия, 1990. 256 с.

22 – 25 ОКТЯБРЯ 2009, г. СОЧИ

SOCHI BUILD VI МЕЖДУНАРОДНЫЙ СТРОИТЕЛЬНЫЙ ФОРУМ

- АРХИТЕКТУРА. СТРОИТЕЛЬСТВО. БЛАГОУСТРОЙСТВО
- СПОРТИВНЫЕ ОБЪЕКТЫ - ПРОЕКТИРОВАНИЕ, СТРОИТЕЛЬСТВО, ОСНАЩЕНИЕ
- КЛИМАТИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ. ТЕПЛО-, ГАЗО-, ВОДОСНАБЖЕНИЕ
- ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЕ И ЭЛЕКТРОТЕХНИКА
- СТРОЙСПЕЦТЕХНИКА. ДОРОГА. ТОННЕЛЬ
- ЗАГОРОДНОЕ ДОМОСТРОЕНИЕ. ЛАНДШАФТНЫЙ ДИЗАЙН
- ЭКОЛОГИЯ. БЕЗОПАСНОСТЬ

При поддержке:

- Администрация г. Сочи
- Союза Строителей (работодателей) Кубани
- Торгово-промышленной палаты

Выставочная компания «Сочи-Экспо ТПП г. Сочи»
Тел./факс: (8622) 648-700, 642-333, 647-555, (495) 745-77-09
e-mail: stroyka@sochi-expo.ru; www.sochi-expo.ru

В.С. ПРОКОПЕЦ, д-р техн. наук, С.Ф. ФИЛАТОВ, канд. техн. наук,
О.А. РЫЧКОВА, инженер (rychkova-oa@yandex.ru), Сибирская государственная
автомобильно-дорожная академия (Омск)

Ремонт асфальтобетонных покрытий гранулированным асфальтобетонными смесями в зимний период

При содержании автомобильных дорог особую важность приобретает своевременность и качество проведения работ по ремонту покрытий. Дорожно-эксплуатационная служба ежегодно выполняет значительный объем ремонтных работ покрытий автомобильных дорог, основным видом которого является ликвидация выбоин. Традиционно выбоины на дорогах устраняют в теплое время года. Несвоевременность устранения дефекта вызывает в дальнейшем существенное увеличение объема ремонтных работ и снижает безопасность движения. В связи с этим возникает задача устранения выбоин в осенне-зимне-весенний период. Однако проведение ремонтных работ в это время затруднено неблагоприятными погодными факторами.

Опыт эксплуатации дорог с асфальтобетонным покрытием показывает, что существующие методы ремонта недостаточны эффективны, особенно в условиях пониженной положительной и отрицательной температуры воздуха. Поэтому для ремонта в зимнее время предлагается использовать гранулированную асфальтобетонную смесь.

Процесс гранулирования используют в различных отраслях для приготовления минеральных удобрений, в керамзитовом производстве и др.

В дорожном строительстве используют гранулированное вяжущее (минеральный порошок + битум), полученное окатыванием, которое затем вводят в разогретую крупнодисперсную минеральную часть асфальтобетонной смеси [1]. Гранулирование горячей асфальтобетонной смеси производится путем ее охлаждения при непрерывном рыхлении. Необходимый запас гранулированной смеси рекомендуется создавать в период года, когда работа асфальтобетонных заводов достаточно экономически эффективна.

В процессе охлаждения в битуме происходит переход от равновесной структуры жидкого состояния к неравновесной (стеклообразной). Согласно [2] битуму при температуре 91°C соответствует максимум диэлектрической проницаемости. При этой же температуре наблюдаются характерные для стеклования перегиб дилатограмм и максимум теплоемкости, то есть осуществляется переход, аналогичный переходу структуры из раствора к дисперсной системе, причем образующаяся из асфальтенов дисперсная фаза является стеклообразной.

Согласно теории стеклования битумов температура начала гранулирования асфальтобетонной смеси составляет +90°C, а конца гранулирования +30°C.

С целью изучения влияния температуры воздуха на время гранулирования горячей асфальтобетонной смеси гранулированию подвергали плотную мелкозернистую смесь типа А на битуме БНД 90/130 при различной температуре воздуха. Согласно проведенным исследованиям при температуре окружающего воздуха 20°C время гранулирования составляет 30 мин, при 10°C – до 15 мин, при 5°C – 10 мин.

Для обеспечения хорошего уплотнения гранулированной смеси в местах укладки как при положительной, так и при отрицательной температуре воздуха необходимо пластифицировать остеклованный битум, находящийся на поверхности гранул, путем введения в состав гранулированных смесей сравнительно легких углеводородов.

Разжижитель пластифицирует битум на поверхности гранул за счет диффузии легких углеводородов в пленки битума. В результате размягчается внешняя оболочка битумной пленки, снижается ее вязкость и уменьшается вероятность слипания гранул, покрытых разжиженным битумом. Такая смесь способна длительное время после перемешивания оставаться в рыхлом состоянии. Микроструктурные коагуляционные связи в смеси настолько слабы, что небольшое усилие приводит к их разрушению. Длительность сохранения коагуляционной структуры, а также низкая начальная прочность коагуляционных битумных связей позволяют увеличить время укладки смеси до уплотнения и улучшить его качество. При введении разжижителя наряду с адсорбционными процессами наблюдается капиллярная фильтрация масляных компонентов разжиженного битума. В результате вязкость и когезия битумной пленки повышается, а прочность коагуляционной связи возрастает.

Свободный битум заполняет межзерновое пространство, а на зернах остается пленка структурированного битума, коагуляционные связи упрочняются, что способствует увеличению прочности всей системы.

Таким образом, благодаря введению разжижителя на гранулах образуются тонкие пленки структурированного битума, которые обладают повышенной прочностью. Часть разжижителя, введенного в битум, будет расходоваться на диффузионные процессы – пластификацию битума, ускорение процессов формирования коагуляционной структуры асфальтобетона и повышение прочности коагуляционных битумных связей.

Согласно СНиП 3.06.03–85 для приготовления, укладки и уплотнения органоминеральных смесей непосредственно на дороге необходимо применять битумы с вязкостью, близкой к жидким битумам типа СГ 40/70.

Исследования показали, что для получения вязкости битума, близкой к вязкости СГ 40/70 для холодных смесей из битума БНД 90/130 необходимо ввести керосин в процентах по массе битума в количестве: 12 при 10°C; 18 при 5°C, 22 при 0°C; 27 при -5°C; и 35 при -10°C.

Для практической отработки и уточнения технологии производства работ на базе ООО «Стройдорсиб» в г. Куйбышеве Новосибирской области проведены опытно-производственные работы по приготовлению гранулированной асфальтобетонной смеси и ее использования для ремонта асфальтобетонных покрытий.

Гранулированию подвергали горячую мелкозернистую асфальтобетонную смесь с начальной температурой 160°C.

Смесь соответствовала требованиям ГОСТ 9128–97. Состав смеси: щебень фракции 5–20 – 60%; высевки 40%; битум вязкий БНД 90/130 – 5,5%.

Работы по гранулированию проводили в августе 2007 г. при температуре воздуха 14–16°C. Гранулирование производили на очищенной площадке с асфальтобетонным покрытием.

Процесс гранулирования асфальтобетонной смеси включал: вывоз горячей смеси на площадку автомобилями-самосвалами; формирование валика из смеси автогрейдером; перемешивание смеси в процессе ее остывания; складирование гранулированной смеси под навес на площадку с твердым покрытием.

Исследование смеси после шести месяцев хранения в зимних условиях показало, что она сохранилась без признаков слеживаемости.

Ремонтные работы производили в зимние месяцы с температурой воздуха -5 – -10°C.

В первой половине дня готовили ремонтную смесь на основе гранулированной асфальтобетонной смеси. Для этого сухую гранулированную смесь подавали в растворомешалку принудительного перемешивания. Затем в смесительное отделение заливали по расчету керосин и перемешивали в течение 5 мин.

Приготовленную смесь порциями по 20 кг закладывали в закрытые емкости и грузили в машину дорожного мастера.

Ремонтные работы непосредственно на дороге начинали не ранее чем через 3 ч после приготовления смеси. Это время необходимо для пластификации битумной пленки до вязкости, достаточной для уплотнения смеси.

При производстве работ выполняли: разлом старого покрытия, очистку ямок от гранулята, обработку керосином краев и дна выбоины, укладку и разравнивание смеси, уплотнение смеси виброплитой.

Результаты опытных работ по изучению температурных и временных режимов подтвердили экспериментальные и теоретические исследования по гранулированию асфальтобетонной смеси. Применение гранулированной асфальтобетонной смеси позволяет продлить сезон производства дорожно-ремонтных работ.

Использование технологии гранулирования асфальтобетонных покрытий способствует повышению эффективности использования асфальтобетонных заводов в летний период.

Гранулированная смесь может храниться в штабеле без признаков слеживаемости достаточно длительное время. Сохранение рыхлости неограниченное время облегчает погрузку и транспортирование смесей на большие расстояния любым видом транспорта и при любой погоде. Снижаются энергозатраты и время на разогрев гранулированной асфальтобетонной смеси по сравнению с разогреваемыми брикетированными асфальтобетонными смесями.

Гранулированную асфальтобетонную смесь можно использовать как в зимних, так и в летних условиях производства работ.

Список литературы

1. Пат. 2182136 РФ : МПК7 С 04 В 26/26 : Способ получения асфальтобетонной смеси / В.М. Готовцев, А.И. Зайцев, И.В. Галицкий, Д.В. Баскаков; ЯГТУ. — № 2000105527/03; заявл. 06.03.2000; опубл. 10.05.2002.
2. Печеный Б.Г. Битумы и битумные композиции. М.: Химия, 1990. 256 с.
3. Бахрах Г.С. Влияние структуры асфальтогранулята на его свойства. // Автомобильные дороги: Информавтодор. Вып. 3. М., 2001. С. 1–35.

СИЛИКАТ ЭКС



14–15 октября 2009 г.

III Международная научно-практическая конференция

Развитие производства силикатного кирпича в России

Нижний Новгород




Тематика конференции:

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






Участники конференции посетят завод «Силикатстрой»

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



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

Оргкомитет:

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

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

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

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

В.В. ЯДЫКИНА, А.М. ГРИДЧИН, доктора техн. наук,
М.А. ВЫСОЦКАЯ, канд. техн. наук, И.В. ЯКИМОВИЧ, инженер (e-mail: helll@intbel.ru),
Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова)

Эффективность применения адгезионной добавки ДАД-1

Одним из важнейших показателей органического вяжущего вещества, используемого в качестве связующего структурного элемента органоминерального композита и определяющего долговечность дорожных покрытий, является его адгезия к поверхности минеральных материалов. Поэтому в первую очередь битум должен обладать высокими адгезионными свойствами, а также комплексом прочностных и деформативных характеристик в широком диапазоне эксплуатационной температуры и стабильностью свойств под действием технологических и эксплуатационных факторов.

В течение нескольких лет проводили исследования битумов разных производителей на соответствие требованиям ГОСТ 22245–90, а также определяли кислотное число и сцепление битумов с различными минеральными материалами.

На основании результатов этих исследований можно сделать неутешительный вывод о неудовлетворительных адгезионных свойствах отечественных битумов, соответствующих требованиям ГОСТ 22245–90 по всем другим показателям (пенетрации, температуре размягчения и хрупкости, растяжимости). Некоторые битумы не обеспечивают сцепления с каменными материалами даже из основных пород.

Одним из эффективных способов повышения адгезии битума к поверхности каменных материалов, а следовательно, физико-механических характеристик асфальтобетона и его долговечности является добавление поверхностно-активных веществ (ПАВ). Известно большое количество добавок отечественного и зарубежного производства, которые в разной степени повышают адгезионные свойства битума и положительно влияют на эксплуатационные показатели асфальтобетонного покрытия [1]. Однако в большинстве своем они являются производными имидазолинов – канцерогенными веществами, оказывающими негативное влияние на здоровье операторов производства и укладки асфальтобетонной смеси.

Научно-производственной компанией ООО «Селена» совместно с кафедрой автомобильных дорог и аэродромов Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова разработана и испытана в лабораторных и производственных условиях адгезионная добавка ДАД-1.

Добавка ДАД-1 является катионоактивным ПАВ и представляет собой подвижную пасту темно-коричневого цвета. Основой для ее получения служат натуральные жирные кислоты животного и растительного происхождения. Препарат ДАД-1 не имеет резкого раздражающего запаха и согласно ГОСТ 12.1.007–76* относится к IV классу (малоопасные продукты).

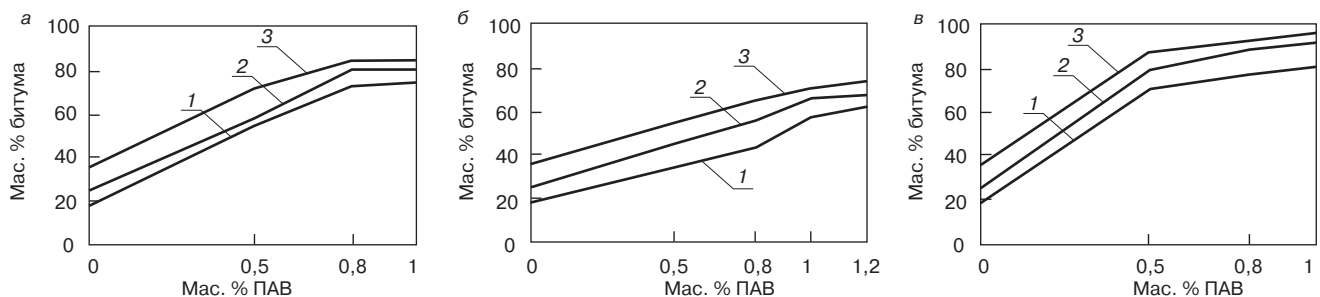
Особенностью дорожного строительства является широкий ассортимент каменных материалов, применяемых как для слоев основания дорожных одежд, так и в составе асфальтобетонных смесей. Однако чаще всего они представлены горными породами кислой природы. Поэтому эффективность применения добавки ДАД-1 и изменение адгезионных характеристик битума оценивали в смесях с кислыми минеральными материалами.

Объектами исследований служили битумы нескольких производителей марки БНД 60/90, а также минеральные материалы: гранит, кварцитопесчаник, кварцевые пески Нижнеольшанского и Вольского месторождений.

В процессе исследования установлено влияние добавки на сцепление битума с каменными материалами и на качество асфальтобетона в сравнении с наиболее часто используемыми ПАВ, такими как Адгезол, Техпрогресс, Витфик и др.

Для определения стабильности состава и адгезионных свойств добавки изучали 8 партий ДАД-1, состоящих из 5–7 серий каждая, на сцепление с различными породами. Установлено, что с изменением состава сырья наблюдаются малые отклонения состава и свойств добавки, которые незначительно отражаются на сцеплении с каменными материалами. При этом установлено, что исследуемая адгезионная добавка практически не влияет на другие показатели битума. Данные по определению влияния на сцепление добавки ДАД-1 по сравнению с влиянием добавок Адгезол и Витфик представлены на рисунке.

Наиболее информативным и точным является метод определения адгезии битума к поверхности каменного материала по адсорбции метиленового голубого. Результаты исследования показали, что добавка ДАД-1 увеличивает сцепление вяжущего с кварцевым песком с 18 до 75%, с гранитом – с 25 до 81%, с кварцитопесчаником – с 36 до 88%, причем оптимальная концентрация добавки составляет 0,8 мас. % по отношению к битуму.



Влияние концентрации ПАВ в битуме (мас. %) на количество битума на поверхности минеральных материалов (мас. %): а – ДАД-1; б – Адгезол; в – Витфик; 1 – песок; 2 – гранит; 3 – кварцитопесчаник

Показатели сцепления при использовании добавок Адгезол и Техпрогресс на 20–30% ниже, чем при применении ДАД-1, а их рациональное количество в 1,5–2 раза выше. Наилучшие результаты характерны для добавки Витфик, которая при концентрации 0,5% повышает сцепление с исследуемыми минеральными материалами до 87%.

Изучение влияния добавок на физико-механические характеристики проводили на образцах асфальтобетона типов Г и Б с использованием отсева дробления, щебня из гранита и кварцитопесчаника.

При подборе составов асфальтобетонных смесей установлено, что добавка ДАД-1 позволяет сократить расход битума, а также время перемешивания смеси.

Анализ результатов, представленных в [2], свидетельствует о положительном влиянии добавки ДАД-1 на физико-механические характеристики асфальтобетона, причем эффект от ее использования несколько выше, чем при применении других ПАВ. Так, пределы прочности при сжатии при 20 и 50°C увеличились на 18–20%, водостойкость возросла с 0,86 до 0,92. Наиболее заметно влияние добавки при исследовании водостойкости при длительном водонасыщении. Через 60 сут испытаний показатель водостойкости асфальтобетона без добавки снизился на 46%, тогда как с добавкой ДАД-1 – на 34%, через 120 сут – на 57 и 44% соответственно.

Одним из негативных свойств добавления ПАВ является температурная чувствительность, способная привести не только к ликвидации положительного эффекта от их использования, но и к ухудшению свойств исходной асфальтобетонной смеси и всего покрытия. Для этого было изучено влияние температуры приготовления асфальтобетонной смеси с ПАВ на свойства асфальтобетона. Данные табл. 1 свидетельствуют о повышении физико-механических характеристик композита при использовании добавки ДАД-1, таких как водонасыщение (W), набухание (Н), прочность при сжатии, коэффициент водостойкости (K_B). Это подтверждает полученные ранее результаты. Причем улучшение свойств асфальтобетона наблюдается во всем диапазоне исследуемой температуры приготовления смеси.

Из табл. 1 видно, что наилучшие результаты при использовании битума без ПАВ наблюдаются при температуре приготовления смеси 150–160°C, тогда как при применении ДАД-1 практически такие же или несколько лучшие показатели достигаются при температуре 140°C. При этом предел прочности при 50°C и водостойкость образцов асфальтобетона, приготовленных с использованием адгезионной добавки, значительно выше, чем без нее. Следует отметить, что при повышении температуры приго-

товления смеси с ПАВ до 150–160°C физико-механические характеристики асфальтобетона не ухудшаются, что свидетельствует о термостабильности исследуемой добавки. Таким образом, применение ПАВ позволяет снизить энергозатраты на приготовление асфальтобетонной смеси, и в то же время можно не опасаться ухудшения свойств с увеличением температуры приготовления смеси до 160°C.

Важнейшим показателем, определяющим устойчивость битумных композиций с использованием ПАВ к процессам термоокислительной деструкции, является сохранение их адгезионных свойств по отношению к минеральным материалам после воздействия технологических и эксплуатационных факторов.

Анализ результатов исследования адгезионных свойств битума без добавки, с добавками Адгезол и ДАД-1 различной концентрации до и после прогрева при температуре 163°C в течение 10 и 20 ч по отношению к поверхности гранита (табл. 2) свидетельствует о том, что после прогрева эффективность действия адгезионной добавки ДАД-1 сохраняется. При концентрации в битуме добавки 0,8–1% снижение адгезии к поверхности гранита после 10 и 20 ч термостатирования модифицированного вяжущего составляет всего 6%, в то время как адгезия немодифицированного битума через 20 ч прогрева уменьшается в 5 раз.

Известно, что в процессе приготовления асфальтобетонных смесей под действием минеральных материалов и высокой температуры битум стареет в несколько раз быстрее, чем в асфальтобетонном покрытии. Для установления влияния ДАД-1 на интенсивность старения битума в указанных условиях были проведены испытания, заключающиеся в определении физико-механических характеристик образцов асфальтобетона типа Г, заформованных из смеси, термостатированной при рабочей температуре в течение 0,5, 1, 3 и 5 ч.

Результаты испытаний (табл. 3) свидетельствуют о том, что образцы асфальтобетона, приготовленного на модифицированном битуме, имеют более высокие показатели как без термостатирования вяжущего, так и после его термостатирования. Интенсивность их изменения в процессе старения значительно ниже, чем при использовании битума без добавки [3]. Например, при использовании битума без добавки предел прочности асфальтобетона при 20°C после 5 ч прогрева смеси уменьшился на 31,8%, а при введении добавки – на 15,9%. Предел прочности при сжатии при 50°C изменился на 30,1 и 17,3% соответственно.

Водостойкость образцов асфальтобетона, приготовленного без добавки, снизилась с 0,86 до 0,76, а с добавкой – с 0,95 до 0,88.

Таблица 1

Температура приготовления смеси, °C	Битум						Битум+ДАД-1					
	W	Н	R ₂₀	R ₅₀	R ₀	K _B	W	Н	R ₂₀	R ₅₀	R ₀	K _B
120	6,4	0,49	3,2	1,5	11	0,73	5,6	0,62	3,9	1,6	10	0,75
130	4,9	0,45	4,2	1,6	11,6	0,73	4,3	0,56	4,9	1,6	10,6	0,8
140	3,9	0,45	4,4	1,64	11,5	0,83	2,6	0,25	6,5	2	10,9	0,9
150	2,4	0,25	6,7	1,7	11	0,87	1,7	0,1	7	2,2	10	0,96
160	2,3	0,24	6,7	1,8	11	0,87	1,7	0,1	6,9	2,2	11	0,9

Таблица 2

Режим испытания	Битум	Битум+ДАД-1, мас. %			Битум+Адгезол, мас. %
		0,5	0,8	1	
До прогрева	25	60	80	80	67
После прогрева, ч:	10	7	55	76	75
	20	5	52	75	75

Таблица 3

Показатели		Требования ГОСТ 9128-97	Битум					Битум+ДАД-1				
			время старения, ч					время старения, ч				
			0	0,5	1	3	5	0	0,5	1	3	5
Средняя плотность, г/см ³		–	2,26	2,26	2,26	2,29	2,3	2,27	2,27	2,27	2,3	2,35
Водонасыщение, %		1,5–4	2,35	2,36	2,4	2,6	3,01	1,62	1,62	1,74	1,9	2,05
Набухание, %		–	0,21	0,23	0,25	0,29	0,31	0,09	0,1	0,14	0,17	0,19
Предел прочности при сжатии, МПа, при °С	20	не менее 2,2	6,59	7,21	6	5,05	4,49	6,94	7,11	6,78	6,02	5,38
	50	не менее 1,3	1,76	2,21	1,63	1,43	1,23	2,14	2,2	2,01	1,87	1,73
	0	не более 12	11	11,24	11,91	12,1	12,5	10	10	10	10	10,15
Водостойкость		не менее 0,85	0,86	0,85	0,83	0,8	0,76	0,95	0,95	0,93	0,89	0,88

Эти результаты объясняются замедлением процессов старения битума при введении ДАД-1 [4].

Таким образом, адгезионная добавка ДАД-1 позволяет значительно улучшить адгезию битума к минеральным материалам из кислых пород, что приводит к повышению физико-механических характеристик асфальтобетона. Экспериментально доказано сохранение стабильности свойств добавки при действии технологических факторов.

Испытания в климатической камере Feutron также подтвердили высокую эффективность действия исследуемой добавки.

Лабораторные исследования были подтверждены широкой промышленной апробацией добавки, проведенной в дорожных организациях Белгородской, Воронежской, Астраханской, Волгоградской, Новосибирской областей и показали положительные результаты.

Список литературы

1. *Порадек С.В.* Еще раз о технологии улучшения битума добавками // Наука и техника в дорожной отрасли. 2006. № 3. С. 30–31.
2. *Ядыкина В.В., Кузнецов Д.А., Якимович И.В.* Повышение качества асфальтобетона за счет применения адгезионной добавки: Сб. статей и докладов ежегодной научной сессии Ассоциации исследователей асфальтобетона. М.: МАДИ, 2009. С. 46–48.
3. *Гезенцев Л.Б., Горельшев Н.В., Богуславский А.М., Королев И.В.* Дорожный асфальтобетон / Под ред. Л.Б. Гезенцева. М.: Транспорт, 1985. 350 с.
4. *Печеный Б.Г.* Долговечность битумных и битумо-минеральных покрытий. М.: Стройиздат, 1981. 123 с.



KazBuild

16-я КАЗАХСТАНСКАЯ
МЕЖДУНАРОДНАЯ
ВЫСТАВКА



2-5 сентября 2009

АЛМАТЫ, КАЗАХСТАН,
КЦДС "Атакент"



www.kazbuild.kz






ItECA (Алматы)
Тел.: +7 727 2583434; Факс: +7 727 2583444;
E-mail: build@iteca.kz

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

ИЗМЕРИТЕЛИ ПРОЧНОСТИ БЕТОНА, КИРПИЧА

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



автоматическая обработка
измерений

диапазон 3...100 МПа

УКС-МГ4 / УКС-МГ4 С ультразвуковой



поверхностное и сквозное
прозвучивание

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

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

отрыв со скалыванием
и скалывание ребра

предельное
усилие 60 кН
диапазон 5...100 МПа



ПОС-2МГ4 П



испытание прочности
ячеистых бетонов

предельное
усилие вырыва 2,5 кН

Прессы испытательные малогабаритные

ПГМ-100МГ4 / ПГМ-500МГ4 / ПГМ-1000МГ4

с гидравлическим приводом
для испытания бетона,
асфальтобетона, кирпича

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

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



ДИНАМОМЕТРЫ

ДМС-МГ4 / ДМР-МГ4 эталонные



сжатия / растяжения

предельная
нагрузка
1...1000 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 %

ТЕРМОМЕТРЫ

ТМР-МГ4



модульные регистрирующие
для зимнего бетонирования
и пропарочных камер

до 20 модулей в комплекте
диапазон -40...+100 / 250 °С

ИЗМЕРИТЕЛИ СИЛЫ НАТЯЖЕНИЯ АРМАТУРЫ

ДО-40 / 60 / 80МГ4

метод поперечной оттяжки

диапазон контролируемых
усилий 2...120 кН

диаметр
арматуры 3...12 мм



ИЗМЕРИТЕЛИ ТОЛЩИНЫ ЗАЩИТНОГО СЛОЯ БЕТОНА

ИПА-МГ4



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

ТЦЗ-МГ4 / ТЦЗ-МГ4.01

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



ИЗМЕРИТЕЛИ НАПРЯЖЕНИЙ В АРМАТУРЕ

ЭИН-МГ4

частотный метод

диаметр
арматуры 3...32 мм
диапазон 100...1800 МПа



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

М. САЛЛ, инженер (salmagat@yahoo.fr), Е.С. РЫБИНЦЕВА, магистр,
Г.А. ТКАЧЕНКО, канд. техн. наук, Ростовский государственный строительный университет

Мелкозернистые бетоны с органоминеральной добавкой для дорожного строительства

Цементобетонные дорожные одежды в процессе эксплуатации зарекомендовали себя положительно, в том числе и на магистральных дорогах, отличающихся большой грузонапряженностью. При относительно одинаковой стоимости с асфальтобетонным полотном срок их службы выше в 2–3 раза и они требуют меньших затрат на ремонт [1].

Разрушения бетона вследствие образования поверхностных трещин и его расслоения на поверхности, на что обращают внимание эксплуатационники [2], можно избежать, если повысить трещиностойкость за счет модифицирования структуры бетона, квалифицированной укладкой и ухода за ним.

Качество мелкозернистых бетонов для верхнего покрытия цементобетонных автомобильных дорог существенно повышается введением в состав бетонных смесей органоминеральной добавки (ОМД), состоящей из зерен вулканического туфа и суперпластификатора Melment F10. Оптимальное содержание компонентов добавки было определено экспериментально. Лучшие результаты получены при использовании вулканического туфа фракции 0,63–1,25 мм в количестве 5% массы плотных заполнителей и суперпластификатора Melment F10, оптимальное содержание которого составило 0,5% массы цемента. Бетоны с ОМД имеют более высокую прочность как при сжатии, так и при растяжении при изгибе и раскалывании, лучше сопротивляются ударным воздействиям, существенно увеличивают морозостойкость и, что весьма важно, показали большую сопротивляемость испарению воды из свежееуложенной смеси в условиях сухого и жаркого климата [3].

Улучшение свойств мелкозернистых бетонов с ОМД связано с присутствием в составе бетонной смеси по-

ристых зерен вулканического туфа, которые направленно влияют на формирование структуры, обеспечивающей лучшее сопротивление внешним эксплуатационным воздействиям.

Зерно туфа сохраняет в бетонной смеси форму и характер внутриверновой пористости с преобладанием шаровидной и овальной формы пор. Пористость по площади зерна доходит до 60%. Около 80–90% пор имеют размер 0,05–0,5 мм. Именно наличие мелкой замкнутой пористости зерен туфа в плотном цементном камне придает затвердевшему бетону демпфирующие свойства. Распределенные зерна вулканического туфа в структуре плотного композита можно считать воздухововлекающей добавкой, хорошо себя зарекомендовавшей в дорожных бетонах [4].

Структурные особенности мелкозернистого бетона с ОМД проявляются при оценке их деформативных свойств. Испытывали образцы-кубы с ребром 7 см, балочки размером 7×7×28 см и бетонные цилиндры двух видов: диаметром и высотой 7 см и диаметром 10 см, высотой 40 см. Перечисленные образцы были изготовлены из бетонных смесей с равной жесткостью (10–12 с) двух составов: контрольного (без добавок) и рабочего с добавкой ОМД. Составы и свойства бетонных смесей приведены в табл. 1.

После 28-суточного твердения в нормальных условиях контрольные образцы-кубы, балочки и малые цилиндры были испытаны по методике ГОСТ 10180–90, а большие образцы-цилиндры – по методике ГОСТ 24452–80.

Результаты определения физико-механических свойств бетонов приведены в табл. 2.

При анализе механических свойств бетона следует обратить внимание на рост соотношения между кубической, призматической прочностью и прочностью на рас-

Таблица 1

Состав смеси для образцов	Расход материалов на 1 м ³ , кг						Жесткость, с (ГОСТ 7473–94)	Средняя плотность, кг/м ³
	Цемент	Вода	Песок плотный	Отсев гранит. (≤10 мм)	Melment F10	Вулк. туф фр. 0,63–1,25 мм		
Контрольный	467	205	726	1002	–	–	11	2400
С ОМД	467	177	685	957	2,34	86,4	12	2375

Таблица 2

Состав смеси для образцов	Средняя плотность, кг/м ³	Пористость, % общая/ открытая	Водопогл., мас. %	Предел прочности, МПа			Призматическая прочность, МПа	Модуль упругости E·10 ³ , МПа	Пределная сжимаемость, ε·10 ⁻³
				при сжатии	при растяжении при изгибе	при растяжении при раскалывании			
Контрольный	2375	14,7/8,3	3,5	42,2	6,89	7,91	32,7	32,25	1,65
С ОМД	2365	12,2/7,7	3,3	50,3	7,96	9,04	45,4	39,87	1,93

Таблица 3

Состав смеси для образцов	Средний предел прочности контрольных водонасыщенных образцов, МПа	Результаты испытаний экспериментальных образцов					
		Через 10 ц. (экв. 150 ст. ц.)		Через 20 ц. (экв. 200 ст. ц.)		Через 30 ц. (экв. 300 ст. ц.)	
		Изменение массы, %	Изменение прочности, %	Изменение массы, %	Изменение прочности, %	Изменение массы, %	Изменение прочности, %
Контрольный	39,1	+0,4	-1,8	-0,1	-4,2	-1,7	-7,6
С ОМД	42	+0,11	+2,3	+0,26	-1,6	-0,14	-3,9

Таблица 4

Состав смеси для образцов	Исходные образцы	Средняя скорость ультразвука до испытаний, м/с	Результаты испытаний экспериментальных образцов						Изменение прочности после окончания испытаний, ΔR/R, %
			Изменение скорости прохождения ультразвука, %, циклы						
			1-й		2-й		3-й		
			25 уд.	5 ц. замораживания-оттаивания	25 уд.	5 ц. замораживания-оттаивания	25 уд.	5 ц. замораживания-оттаивания	
Контрольный	34,7	3903	-0,02	-1,2	-9,8	-3,4	-12,3	-13,5	-25,5
С ОМД	38,4	4276	+1	-0,6	-6,6	-3,6	-7,7	-9,3	-10,4

тяжение при раскалывании мелкозернистых бетонов с ОМД по сравнению с бетоном без добавок. Была отмечена разница в характере разрушения образцов из бетона с ОМД и контрольных образцов. Ветвление магистральных трещин выявило влияние демпфирующих свойств вводимого в состав бетона вулканического туфа. Это мнение подтвердилось и в дальнейшем при испытаниях больших цилиндров. Изменение структуры бетона контролировали с помощью ультразвуковых приборов. На каждом этапе загрузки фиксировали изменения продольных деформаций и времени прохождения ультразвука.

При росте у бетона с добавкой ОМД прирост прочности и модуля упругости одновременно отмечается и повышенная пластичность, о чем свидетельствует рост предельной сжимаемости ϵ_{RC} .

Образцы из бетона контрольного состава теряют несущую способность за счет образования и развития одной наклонной трещины; разрушение цилиндров из бетона с ОМД характеризуется появлением и развитием 2–3 магистральных трещин.

При ультразвуковом контроле за процессом деформирования бетона у нагружаемых цилиндров из бетона контрольного состава микротрещинообразование началось при уровне нагружения 30–40% от разрушающего, в цилиндрах из бетона с ОМД этот уровень повышался до 65–70%.

Результаты проведенного эксперимента позволяют отметить, что мелкозернистые бетоны с ОМД обладают одновременно и высокими упругими свойствами, так как имеют больший модуль упругости, и обладают повышенной трещиностойкостью.

Оценку морозостойкости мелкозернистых бетонов проводили на образцах-кубах с ребром 7 см в возрасте 28 сут при нормальных условиях, изготовленных из контрольной и с добавлением ОМД бетонных смесей. Составы бетонных смесей и свойства бетонов приведены в табл. 1 и 2. Испытания проводили по ускоренной методике (ГОСТ 10060.2–95). Насыщенные в 5% растворе NaCl образцы погружали в емкости, заполненные тем же раствором, и подвергали в нем замораживанию при температуре минус $(50 \pm 5)^\circ\text{C}$ и оттаиванию при температуре плюс $(18 \pm 2)^\circ\text{C}$. Результаты испытаний на морозостойкость через 10, 20 и 30 циклов приведены в табл. 3.

Испытания выявили увеличение морозостойкости бетонов с ОМД (более чем на одну марку). Далее исследовали стойкость бетонов при комбинированном воздействии удара и последующего замораживания и оттаивания. Было выполнено три цикла испытаний по 25 ударов, нанесенных бабой копра массой 5,625 кг, падающей на образец с высоты 0,5 м, и последующих 5 циклов замораживания-оттаивания по ранее описанной методике. Перед испытанием, после нанесения 25 ударов и проведения 5 циклов замораживания-оттаивания вы-

Таблица 5

Свойства бетонов	Вид используемого бетона	Свойства исходных образцов	Свойства бетонов после циклов увлажнения-высушивания					
			60	80	100	150	200	250
Предел прочности при сжатии, МПа	Контрольный	41,8	45	49,5	49	46,2	45,3	38,4
	С ОМД	47,1	51,8	56,5	57,7	53	52,2	49,9
Предел прочности при растяжении при изгибе, МПа	Контрольный	6,78	9,02	8,6	7,56	7,08	6,3	5,97
	С ОМД	7,67	9,66	9,1	9	9	8,93	8,8
Скорость распространения ультразвука, м/с	Контрольный	4624	4665	4610	4575	4359	4250	4020
	С ОМД	4719	4730	4750	4711	4700	4610	4360

полняли ультразвуковой контроль. Рост времени прохождения ультразвука служил основанием окончания испытаний и последующего определения остаточной прочности бетона в образцах (ГОСТ 10180–90). Результаты испытаний приведены в табл. 4.

Полученные данные по оценке морозостойкости мелкозернистых бетонов подтверждают преимущества бетонов с ОМД как при классических, так и при комбинированных, т. е. с добавлением ударных воздействий, испытаниях. Бетоны с ОМД выдерживали испытания 30 циклов замораживания-оттаивания при снижении прочности на 3,9%; при комбинированных воздействиях через 15 циклов замораживания-оттаивания, чередующихся с ударными воздействиями, бетонные образцы снизили прочность на 10%. Таким образом, выполненные испытания показали эффективность введения ОМД.

Были проведены испытания мелкозернистых бетонов с целью оценки их атмосферостойкости. Выполняли одностороннее увлажнение образцов-балочек размером 4×4×16 см в течение 17–18 ч и их сушку при 55–60°C в течение 6–7 ч (составы бетонных смесей в табл. 1). Промежуточные результаты уже выполненных испытаний представлены в табл. 5, испытания продолжаются.

При одностороннем увлажнении и высушивании бетонов изменение их механических свойств и нарушение структуры происходит вследствие знакопеременных напряжений, возникающих за счет набухания и усадки. Известно, что при таких воздействиях на бетоны проявляет себя как конструктивный фактор роста прочности за счет дополнительной гидратации вяжущего, так и деструктивный, связанный с воздействием растягивающих напряжений и ускоряющий процессы микротрещинообразования бетонов. Такие испытания имитируют условия влияния на долговечность бетонов сухого

и жаркого климата. Анализ результатов испытаний показывает, что в первые 70–80 циклов преобладали конструктивные факторы, затем стали преобладать деструктивные. Через 250 циклов прочность бетона контрольного состава оказалась меньше исходной, особенно при испытаниях на изгиб. Прочность бетонов с ОМД как на сжатие, так и при изгибе даже через 250 циклов выше начальной.

Многосторонние исследования свойств мелкозернистых бетонов для дорожных покрытий показывают возможность существенного повышения их долговечности и других эксплуатационных свойств введением в их состав комплексной органоминеральной добавки. Использование пористого заполнителя и суперпластификатора Melment F10 является эффективным технологическим приемом повышения эксплуатационной надежности цементобетонных покрытий автодорог в условиях постоянного роста их грузонапряженности.

Список литературы

1. *Сабуренкова В.А.* Автоматизированный расчет характеристик несущей способности жестких аэродромных покрытий по данным испытаний // Транспортное строительство. 2008. № 1. С. 11–13.
2. *Корочкин А.В.* Особенности работы жесткой дорожной одежды с асфальтобетонным покрытием // Строит. материалы. 2009. № 2. С. 64–66.
3. *Салл М., Ткаченко Г.А.* Введение пористого компонента в мелкозернистые дорожные бетоны // Строит. материалы. 2009. № 2. С. 29–31.
4. *Шейнин А.М., Эккель С.В.* Причины долговечности. Высокопрочные морозостойкие бетоны для дорожного строительства. // Строительная техника и технология. 2004. № 3. С. 36–41.

ПНО ПРОМАВТОМАТИКА

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



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

Реклама

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

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

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

MixBUILD

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

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

**ТЕХНО
строй**

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

6-й Московский международный фестиваль
Строительные материалы и технологии

EXPO Mix

10th International Specialized Exhibition
Dry mixtures, concrete and mortars

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

www.dry-mix.ru

Тел./факсы в Санкт-Петербурге:

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

Тел./факсы в Москве:

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

Tel./fax in Saint-Petersburg:

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

Tel./fax in Moscow:

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



СТРОИТЕЛЬНЫЕ
МАТЕРИАЛЫ®

СУХИЕ
СТРОИТЕЛЬНЫЕ
СМЕСИ

А.О. ЛЮТЕНКО, канд. техн. наук, М.А. НИКОЛАЕНКО, инженер, (mysha-nyk@yandex.ru)
 А.Ф. ЩЕГЛОВ, канд. техн. наук, Белгородский государственный
 технологический университет им. В.Г. Шухова;
 Е.И. ХОДЫКИН, зам. директора по развитию, ООО «Валентин» (Челябинск)

Композиционное вяжущее на основе попутно-добываемых пород угольных месторождений для укрепления грунтов в дорожном строительстве

В условиях наступившего финансового кризиса происходит повсеместное сокращение финансирования на строительство и ремонт объектов практически во всех регионах страны. Настоящая проблема затронула и дорожную отрасль, что заставляет искать пути применения альтернативного, более дешевого местного сырья при строительстве конструктивных слоев дорожных одежд взамен традиционных материалов, таких как песок, щебень, гравий [1–3].

Практически неиссякаемыми источниками сырьевой базы таких материалов служат отходы горно-промышленного комплекса, включающего угольные месторождения, разрабатываемые открытым способом.

Из всех добываемых в мире минеральных ресурсов в качестве полезного продукта используется только 2%. Остальные 98% в химически малоизмененном состоянии, переходят в разряд отходов, которые в виде отвалов занимают огромные площади, пригодные для сельского хозяйства и других целей. При этом, в настоящее время массовой утилизации попутно-добываемых пород не происходит.

К числу причин, сдерживающих широкое производственное

внедрение различных видов отходов в практику дорожного строительства, следует отнести недостаточную изученность в лабораторных и опытно-производственных условиях.

В связи с этим с целью разработки композиционного вяжущего для строительства укрепленных оснований автомобильных дорог были исследованы отходы одного из самых глубоких в мире Коркинского угольного месторождения (КУМ) [4]. Техногенное сырье КУМ характеризуется разнообразием в генетическом, минералогическом и гранулометрическом составе и представлено крупными и мелкими обломками аргиллитов, алевролитов, песчаника, угля, глинистыми грунтами. Анализ состава и свойств отходов показал, что наиболее пригодным материалом для получения комплексного вяжущего является глина опокovidная, отличающаяся высокой емкостью поглощения (70–80 мг/г).

Приготовление вяжущего производили путем совместного помола основного компонента и активатора твердения, в качестве которого применяли известь гашеную 1-го сорта.

Подбор оптимального состава разрабатываемого материала осуще-

ствлялся методом математического планирования эксперимента. При этом факторами варьирования оптимизации состава комплексного грунтоизвесткового вяжущего (КГИВ) являлись удельная поверхность КГИВ, количество воды в формовочной смеси, процентное содержание извести.

Выбор факторов и параметров оптимизации производился исходя из технологической и экономической целесообразности. Варьирование расхода составляющих КГИВ преследовало цель получения материала с требуемыми физико-механическими характеристиками при минимальных затратах.

Процентное содержание компонентов в вяжущем подбиралось с учетом емкости поглощения глины опокovidной и активности извести. При этом экспериментальный диапазон содержания извести для определения производственного состава вяжущего составил 11–23%.

Помол вяжущего производили в шаровой мельнице МФ-8 с урлитовыми роликами объемом 8 л. Анализ кинетики помола КГИВ показал, что наибольшая удельная поверхность 700 м²/кг достигается после 60 мин диспергирования в шаровой мельнице. При после-

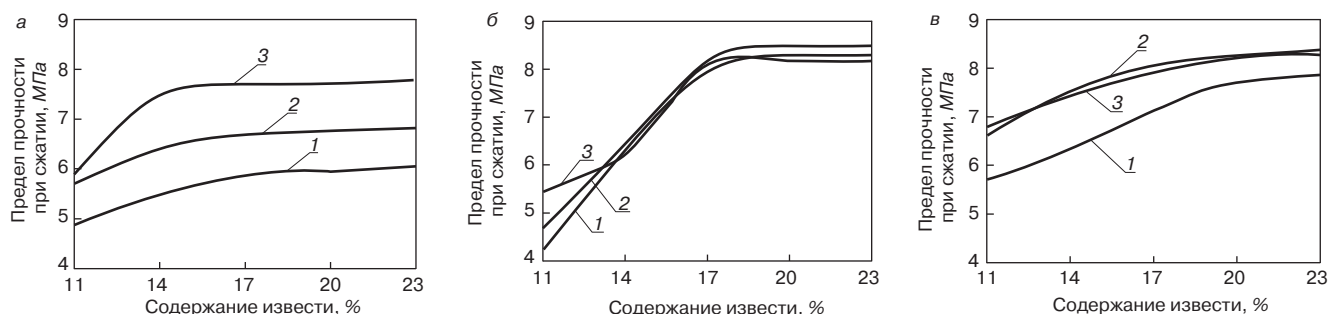


Рис. 1. Зависимость предела прочности при сжатии КГИВ при величине удельной поверхности 600 (а), 650 (б), 700 (в) м²/кг от содержания извести: 1 – влажность 15%, 2 – влажность 20%, 3 – влажность 25%

дующем измельчении значение удельной поверхности остается практически неизменным, что свидетельствует о пределе размо- лоспособности данной системы, при этом начинает происходить агрегация вещества за счет увеличения активности поверхности извести и породообразующих мине- ралов глинистой составляющей. Дальнейшее увеличение времени помола нецелесообразно.

Выходным параметром для подбора оптимального состава служила прочность на сжатие. Анализ прочностных характеристик вяжущего (рис. 1) показал, что наиболее высокую прочность на 90-е сутки твердения имеет состав с удельной поверхностью КГИВ 700 м²/кг, равную 8,37 МПа, с содержанием извести 23%, воды – 20% от массы смеси (рис. 1, в). Однако при сравнении с составами, имеющими меньшую удельную поверхность вяжущего и меньшее количество активатора твердения (рис. 1, а, б), наблюдается лишь незначительный прирост прочно- сти (до 2%). Следовательно, с целью минимизации энергетических затрат за оптимальный принимаем помол до удельной по- верхности 650 м²/кг при содержа- нии извести 20%, воды 20%.

Таким образом, в соответствии с ГОСТ 23558–94 на основе глины опоконидной разработано комплекс- ное вяжущее III вида, рациональ- ная область применения которого получение грунтобетонов различ- ных классов прочности. Данным КГИВ целесообразно укреплять песчаные грунты различного гра- нулометрического состава, в том числе и отходы КУМ, что позволит максимально снизить стоимость дорожно-строительных материа- лов и соответственно увеличить объемы утилизации техногенного сырья.

Укрепленные комплексным вя- жущим материалы могут быть использованы при устройстве конструктивных слоев дорожных одежд автомобильных дорог – верх- них и нижних слоев оснований на дорогах облегченного и переходного типа покрытий, а также нижних слоев оснований на дорогах более высоких категорий.

Внедрение предприятиями Че- лябинской области предложенного способа утилизации отходов будет способствовать не только уменьше- нию стоимости строительства авто- мобильных дорог, но также сниже- нию темпов образования отвалов и оздоровлению экологической об- становки, уровень которой в регио-

не в настоящее время достигает критической отметки.

Список литературы

1. Строчкова В.В., Карацуна С.В., Лютенко А.О., Яковлев Е.А. Математическая модель оценки прочности грунтобетона // Строит. материалы. 2006. № 4. С. 80–82.
2. Карацуна С.В., Яковлев Е.А., Дмитриева Т.В. Укрепление глинистых пород в дорожном строи- тельстве // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2008. № 3. С. 12–15.
3. Гришина В.А., Хританков В.Ф., Пи- чугин А.П. Использование комп- лексных добавок для укрепления грунтов в сельском дорожном строительстве // Строит. материа- лы. 2008. № 10. С. 36–38.
4. Ходыкин Е.И., Лютенко А.О., Ни- колаенко М.А. Об актуальности использования техногенного сырья на примере Коркинского угольного месторождения: Сб. трудов общего собрания РААСН «Здоровье населения – стратегия развития среды жизнедеятель- ности». Белгород: Изд-во БГТУ им. В.Г. Шухова, 2008. Т. 2. С. 377–381.



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.



подготовка шихты для керамической плитки

помол пигментов

смешение компонентов пенобетона

активация цемента

получение сухих смесей

• 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».

[>>](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

RUSBUILD

ОСЕНЬ 2009

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



www.rusbuild.com

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

RUSBUILD

ОСЕНЬ 2009

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

 **ВакuBuild** 

15-я ЮБИЛЕЙНАЯ
АЗЕРБАЙДЖАНСКАЯ МЕЖДУНАРОДНАЯ
ВЫСТАВКА
“СТРОИТЕЛЬСТВО”



21-24 Октября 2009
БАКУ, АЗЕРБАЙДЖАН

ОРГАНИЗАТОРЫ:

  **Iteca Caspian LLC**
Тел.: +994 12 447 47 74;
Факс: +994 12 447 89 98;
E-mail: build@iteca.az





Научно-практическая конференция «Энергосбережение в строительстве. Ячеистые бетоны и силикатный кирпич: технологии производства, опыт применения»

26–28 мая 2009 г. в Киеве (Украина) состоялась III Международная научно-практическая конференция «Энергосбережение в строительстве. Ячеистые бетоны и силикатный кирпич: технологии производства, опыт применения». Организаторами конференции выступили государственное предприятие «Украинский научно-исследовательский и проектно-конструкторский институт строительных материалов и изделий» (НИИСМИ), Министерство регионального развития и строительства Украины. В конференции приняли участие представители научно-исследовательских институтов, вузов и предприятий – производителей ячеистого бетона, силикатного кирпича и извести, а также машиностроительных компаний и проектных организаций.

Традиционным стеновым материалом на Украине на протяжении длительного периода являлся керамический кирпич. Причем ежегодные плановые задания по повышению средней марочности кирпича сформировали у потребителя ошибочное мнение о необходимости использования стенового материала высокой прочности даже для возведения стен малоэтажных зданий. Пористая структура ячеистого бетона вызывает у потребителя опасения относительно его долговечности. Это заблуждение объясняется отсутствием знаний о свойствах ячеистого бетона, а также об отечественном и мировом опыте его применения для строительства коттеджей и многоэтажных зданий.

Повышению спроса на ячеисто-бетонные изделия может способствовать ширококомасштабная постоянная работа по пропаганде преимуществ ячеистого бетона как стенового материала и особенности его применения. Задачи, которые стоят перед производителями ячеистого бетона и силикатного кирпича, можно сгруппировать следующим образом:

- максимальное снижение доли природного минерального сырья и замена его на промышленные отходы и вторичные продукты;
- совершенствование технологии и снижение энергопотребления в производстве ячеистого бетона;
- совершенствование нормативной базы.

Основная часть выступлений была посвящена сырьевой базе производства автоклавных газобетонных изделий, и в частности применению золы-уноса. Несмотря на большое количество исследований, посвященных применению золы-уноса в технологии производства ячеистых бетонов, на практике очень небольшое число предприятий ее используют. Производственным опытом поделились **А.А. Вишневский** (ООО «Рефтинское объединение «Теплит», Россия), **В.Н. Долгополов** (Проблемный институт ресурсо- и энергосберегающих технологий в строительстве «Академресурсэнергопроект» Академии строительства Украины), **В.Р. Сердюк** (Винницкий национальный технический университет, Украина), **Г. Запоточна-Сытэк** (Центр по развитию бетонной промышленности «ЦЕБЕТ», Польша). Из представленных докладов можно заключить: зола-унос и другие типы зол, получаемые при сжигании угольной пыли, смеси угля и биомассы и т. п., являются ценным сырьем для производства газосиликатных изделий. Однако существует проблема унификации оборудования и технологических режимов сжигания топлива с целью получения зол с постоянными свойствами.

В России существует также ряд субъективных причин, препятствующих увеличению использования зольных отходов. В частности, производители золы считают ее «ценным» продуктом, цена которого часто превышает стоимость природного сырья.

Процесс изменения нормативной базы, гармонизация ее с европейскими нормами, принятие прогрессивных, учитывающих современные достижения науки национальных стандартов будут способствовать более широкому применению в практике строительства ячеистых бетонов. Проблемам совершенствования нормативной базы были посвящены доклады **Я.М. Поплавска** (Aeroc International AS, Эстония), **Г.П. Сахарова** (Московский государственный строительный университет, Россия), **Ю.Н. Червякова** (НИИСМИ, Украина).

В последний день работы конференции ее участники побывали на заводе газобетонных изделий «Аэрок-Березань» (г. Березань, Киевская обл.).



Проблемы и перспективы производства газобетонных изделий с применением природного и техногенного сырья обсуждают (слева направо): главные технологи С.И. Белоусова (ХСМ, Харьков, Украина), Т.А. Рябенко («Форум-ДС», Киев), Я. Ядрузик (Benda-Lutz Skawina, Польша) и Г. Запоточна-Сытэк (Польша)



С большим вниманием представители машиностроительных компаний, проектировщики, ученые и технологи слушали доклады



Необходимость наличия в технологической линии завода делительной установки обсуждают (в центре слева направо): Н.П. Сажнев (Беларусь) и Ю.Н. Червяков

М.А. ГОНЧАРОВА, канд. техн. наук (kat-st@stu.lipetsk.ru),
Липецкий государственный университет

Использование конвертерных шлаков в производстве материалов для дорожного строительства

Природное сырье, применяемое в дорожном строительстве, относится к категории невозобновляемых ресурсов, и его добыча сопровождается нанесением невосполнимого ущерба окружающей среде. Это обуславливает актуальность поиска и принятия альтернативных решений, связанных с возможностями использования техногенных отходов взамен природного сырья [1].

Липецкий опыт использования шлаковых материалов в дорожном строительстве заключается в применении литого и гранулированного доменных шлаков производства ОАО «НЛМК», так как они являются наиболее изученными. Вместе с тем известны и другие многотоннажные малоиспользуемые техногенные отходы, например конвертерные шлаки, представляющие собой побочный продукт сталеплавильных процессов. Они состоят из оксидов и сульфидов, образующихся при взаимодействии с кислородом примесей, содержащихся в чугуне и металлургическом ломе, компонентов ферросплавов, шлакообразующих, миксерного и доменного шлака, поступающих с чугуном, а также от футеровки плавильных агрегатов. Химический состав конвертерных шлаков ОАО «НЛМК», мас. %: CaO – 43,5–56; SiO₂ – 12,9–17,2; Al₂O₃ – 1,24–3,8; Fe_{общ} – 13,2–21,3; Fe₂O₃ – 13,9–21,9; FeO – 3,6–8,62; MgO – 1,48–4,2; MnO – 1,1–3,2; P₂O₅ – 1,02–1,31; S – 0,08–0,19; Zn – <0,005. Удельный выход конвертерных шлаков 120–160 кг/т стали.

Самым большим недостатком конвертерных шлаков является их способность к увеличению в объеме при гидратации оксидов кальция и магния. Использование шлаков в цементных композициях приводит к возникновению в цементном камне внутренних напряжений, что в дальнейшем способствует образованию трещин. При применении конвертерных шлаков в дорожном

строительстве эта особенность не имеет существенного влияния на физико-механические свойства дорожных покрытий.

Истинная плотность сталеплавильных шлаков 3470–3560 кг/м³. Для определения средней плотности шлака было проведено по 9 испытаний для каждой партии. Так как шлак неоднороден, отбирались группы образцов с разными структурами по 3 образца в группе. Первая группа (пробы 1–3) представляла собой застывший шлак в виде корки, имеющий незначительную пористость с размерами пор 0,5–3,5 мм. Вторая группа (пробы 4–6) – шлак средней пористости с размерами пор 0,1–3 мм. Третья группа (пробы 7–9) – пористый шлак ноздреватой структуры с размерами пор 0,1–4,5 мм. В результате испытаний установлено, что усредненное значение средней плотности 3140–3360 кг/м³, коэффициент вариации до 3,45%, а среднеквадратическое отклонение 110 кг/м³. Конвертерные шлаки имеют в своем составе более 2,1% зашлакованного железа и омагниченную часть 6,1%.

Предварительные исследования применения конвертерных шлаков в качестве различных компонентов дорожных бетонов требуют контроля за физико-механическими характеристиками композитов. При этом конвертерный шлак с неустойчивой структурой должен перерабатываться по специальным технологиям.

Строительство обьездной дороги по ул. Механизаторов было реализовано в Липецке. При этом в качестве материала земляного полотна и насыпи высотой более 12 м использовались конвертерные шлаки (см. рисунок).

Для обеспечения устойчивой работы основания необходимо строгий подбор гранулометрического состава скелетной части, состоящей из песчано-щебеночной смеси. В качестве щебня применяли конвертерные шла-

Группы образцов	Свойства образцов						
	Средняя плотность, кг/м ³	Прочность при сжатии, МПа			Коэффициент водостойкости при длительном водонасыщении	Сдвигоустойчивость, МПа	
		при 0°С	при 20°С	при 50°С		По коэф. внутр. трения	Сцепление при сдвиге
1	2650	4,7	2,3	4,8	0,75	0,88	0,39
2	2650	3,8	1,9	3,9	0,77	0,86	0,41
3	2660	5,5	2,8	5,3	0,68	0,81	0,35
4	2670	4,7	2,2	4,4	0,82	0,82	0,36
5	2660	4,3	2,1	4,2	0,73	0,86	0,37
6	2660	4,5	1,8	3,5	0,82	0,84	0,38
7	2670	4,8	2,3	4,5	0,75	0,83	0,36
8	2650	4	1,9	3,2	0,79	0,87	0,4
9	2660	4,6	2	4,1	0,73	0,85	0,38



Строительство обьездной дороги в Липецке

ки фракций 0–10 мм и фракций 40–90 мм (ТУ 14-106-480–2001 «Шлак дробленый для дорожного строительства»). Марка щебня по прочности составила 1200, а по морозостойкости 150. Мелким заполнителем служил кварцевый песок фракции 0–5 мм. Технология устройства основания и земляного полотна включала послойное наращивание насыпи из разных по зерновому составу слоев. Состав щебеночно-песчаной смеси из конвертерных шлаков и кварцевых песков фракции 0–10 мм способствовал повышению эффективности уплотнения материала насыпи до следующих показателей: коэффициент уплотнения 0,98, относительный коэффициент уплотнения 1,5. Оценка общей и местной устойчивости насыпи произведена с учетом подтопления. Общая устойчивость была оценена по двум расчетным схемам потери устойчивости – по методу равноустойчивого откоса и по методу круглоцилиндрических поверхностей скольжения в модификации Терцаги.

Через год после эксплуатации дороги был проведен отбор образцов шлаков из шурфов насыпи. Установлено, что материал насыпи представляет собой композит, имеющий среднюю прочность при сжатии около 3,5 МПа, а испытания на устойчивость против всех видов распада характеризует его структуру как среднеустойчивую. Дальнейшие исследования, направленные на изучение влияния временного фактора на свойства материала, подтвердили целесообразность использования конвертерных шлаков для устройства насыпей и оснований автомобильных дорог высотой 12 м и более.

Как известно, асфальтовый бетон на основе шлаков по своим структурно-механическим свойствам значительно отличается от бетонов на природных минеральных материалах. Наиболее существенное отличие заключается в том, что эти шлаки одинаково хорошо взаимодействуют с органическими вяжущими и водой [2].

При взаимодействии с водой на поверхности шлаковых зерен формируются продукты гидратации. При контакте битума с продуктами гидратации на разделе фаз (битум–шлак) образуются нерастворимые соединения, устойчивые к длительному воздействию воды. При объединении битума со шлаковым материалом на границе фаз протекает химическое взаимодействие с формированием новых органоминеральных соединений.

Структура и физико-химические свойства конвертерных шлаков потенциально способны обеспечить достаточно интенсивное взаимодействие между шлаком и битумом. Выявлено, что с использованием тонкодисперсных конвертерных шлаков можно получить акти-

вированные минеральные порошки. Конвертерные шлаки вводились в состав асфальтобетонной смеси и щебеночно-мастичного асфальтобетона как в естественном, так и в активированном виде. Результаты испытаний показали соответствие всех показателей нормативным требованиям (таблица).

Внедрение разработанных составов показало хорошие результаты при устройстве верхнего асфальтобетонного покрытия дороги III категории Скорняково–Гагарино в Задонском районе Липецкой области. Проверка состояния покрытия через год эксплуатации доказала правильность выбранных компонентов: покрытие сохранилось без видимых дефектов, трещин и ямок.

Проведенные исследования по применению конвертерных шлаков показывают, что имеются возможности значительного расширения сырьевой базы материалов для строительства автодорог различного назначения при одновременном повышении качества их покрытия за счет полной или частичной замены дорогостоящих минеральных порошков и привозных заполнителей.

Список литературы

1. Чернышов Е.М., Потамошнев Н.Д. Природное и техногенное сырье промышленности строительных материалов как технико-экономическая и экологическая альтернатива // Известия Орловского госуд. техн. ун-та: Строительство. Транспорт. 2007. № 4. С. 213–214.
2. Расстегаева Г.А. Активные и активированные минеральные порошки из отходов промышленности. Воронеж: Издательство ВГАСУ, 2002. 192 с.

**ЭЛЕКТРОННАЯ
ПОДПИСКА**



на журнал
«Строительные материалы»®

**Актуальная информация
для всех работников
строительного комплекса**



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

Ассоциация «Недра» подвела итоги работы за пять лет

19 июня 2009 г. состоялось общее собрание ассоциации «Недра», на котором были подведены итоги работы за пять лет и намечен план действий на будущее. При создании ассоциации в нее вошло 16 организаций, в настоящее время число участников увеличилось до 118. Это предприятия и организации, связанные с горной отраслью промышленности строительных материалов, — производители минеральной продукции и ее потребители, машиностроительные предприятия, научно-исследовательские и проектные институты, учебные заведения, финансовые структуры. За время деятельности ассоциация установила постоянные деловые связи с РНТО строителей, Российской инженерной академией, Академией горных наук, Ассоциацией горнопромышленников Карелии, Российской ассоциацией производителей станкоинструментальной продукции, общероссийским отраслевым объединением работодателей «Союз машиностроителей России».

Члены ассоциации территориально находятся в 23 субъектах РФ. Предприятия, входящие в сферу деятельности ассоциации, через другие некоммерческие структуры, в том числе по договорам содружества — в 80 субъектах РФ. Таким образом, консолидированно ассоциация представляет интересы более 500 организаций.

Пятилетний период деятельности ассоциации свидетельствует о том, что цель, поставленная при ее создании — объединение организаций промышленности строительных материалов и потребителей их продукции для совместного коллегиального решения общих проблем, достигнута.

В ассоциации устойчиво функционируют направления: производство и потребление природных строительных материалов, специализированное машиностроение, научно-образовательная деятельность. В последнее время сформировались два новых направления — финансовая поддержка предприятий и экология промышленных производств.

Ассоциация «Недра» уделяет первостепенное внимание повышению технического уровня предприятий. За отчетный период проведены две международные конференции «Технология, оборудование и сырьевая база горных предприятий промышленности строительных материалов» в 2006 г. (12-я) и 2008 г. (13-я). Конференции вызывают большой интерес специалистов-горняков и машиностроителей, в них принимают участие как руководители и специалисты производственных предприятий, так и представители государственных органов исполнительной власти.

Постоянно организуются выездные конференции и со-

вещения на базе передовых горных и машиностроительных предприятий. Так, члены ассоциации и приглашенные специалисты участвовали в выездных заседаниях, проведенных на предприятиях: Мансуровское карьероуправление, Орешкинкий КНСМ и Тучковский КСМ (Московская обл.), Пятовское карьероуправление (Калужская обл.), Малиновский и Красиво-Меченский карьеры (Тульская обл.), Михайловский КСМ (Рязанская обл.).

В Воронеже на базе завода Рудгормаш была проведена конференция по теме «Требования к оборудованию горнопромышленного комплекса», которая включала ознакомление с работой машиностроительного завода. Затем участники конференции побывали на крупнейшем в России предприятии отрасли — «Павловскгранит» и перерабатывающем комплексе Стойленского ГОКа.

Ценность таких мероприятий — обсуждение прогрессивных технологий и оборудования в конкретных условиях предприятий. Машиностроители имеют возможность узнать объективное мнение потребителей о своей продукции, а также поделиться информацией о перспективных разработках.

Проведенные научно-технические мероприятия выявили тенденцию повышенного интереса отраслевых предприятий к передвижным и самоходным перерабатывающим комплексам для производства нерудных строительных материалов.

По окончании конференций в Правительство РФ и другие органы власти направляются обращения. Определенной результативности таких обращений удается достичь. Например, в 2006 г. ОАО «РЖД» обеспечило ряд предприятий нерудных строительных материалов (членов ассоциации) железнодорожным транспортом.

Ассоциация является постоянным участником различных выставок, в рамках которых также проводятся конференции и семинары. К участию в них привлекаются ведущие специалисты СоюздорНИИ, ВНИПИИСтромсырье, НИИЖБ, представители отечественных и зарубежных машиностроительных компаний.

Особо следует отметить, что в современных экономических условиях ассоциация «Недра» организовала проведение важного производственного эксперимента по определению целесообразности использования горного комбайна одной из зарубежных фирм в условиях карбонатных месторождений, сложенных разнородными породами, на карьере Пятовского карьероуправления. Испытания продолжались несколько месяцев. Новая селективная технология разработки карбо-



Слева направо: В.М. Гусев, генеральный директор ЗАО «Промлизинг», А.А. Журавлев, президент ассоциации «Недра», А.Г. Шанина, председатель ревизионной комиссии, ООО «Радонит-В»



Участники общего собрания ассоциации «Недра»



Выступает В.А. Дубов, генеральный директор ЗАО «Волгоцемсервис»



Слева направо: В.Г. Лях, генеральный директор ОАО «Пятовское карьероуправление», А.А. Журавлев, президент ассоциации «Недра»

натных пород исключает взрывное рыхление массива горных пород и позволяет производить щебень при двухстадийном дроблении вместо трехстадийного. Выявлены также некоторые недостатки такой технологии, которые следует учитывать при ее применении.

С целью повышения результативности деятельности было принято решение о создании представительств ассоциации «Недра» по федеральным округам. Такие представительства созданы:

Центральный федеральный округ — президент ассоциации «Недра» А.А. Журавлев (Москва);

Северо-Западный федеральный округ — председатель горного совета Ассоциации горнопромышленников Карелии Ю.А. Кореньков (Республика Карелия);

Приволжский федеральный округ — генеральный директор ЗАО «Волгоцемсервис» В.А. Дубов (г. Тольятти);

Уральский федеральный округ — генеральный директор ОАО «УК «Автострада Менеджмент» А.Ф. Галимов (Екатеринбург);

Южный федеральный округ — генеральный директор ООО «Азово-Донская нерудная компания» В.М. Давыдов (Ростов-на-Дону).

Собрание сочло целесообразным открыть представительства также в Сибирском и Дальневосточном округах.

Расширяется международная деятельность ассоциации. Открылось представительство в Республике Беларусь (генеральный директор ОАО «Нерудпром» М.М. Дубовый, Минск). Заключены договоры о творческом сотрудничестве с Институтом проблем природопользования Украины (Днепропетровск) и научно-исследовательским институтом УП «НИИСМ» (Минск).

В отчетном докладе президент ассоциации «Недра» А.А. Журавлев отметил, что мировой финансово-экономический кризис оказал существенное влияние на развитие отрасли. Производители строительных материалов, в особенности нерудных строительных материалов, ощутили резкое падение спроса на свою продукцию.

В I квартале 2009 г. объемы производства составили примерно 20% от объемов аналогичного периода 2008 г. Ожидаемого улучшения ситуации с началом строительного сезона не произошло. Объем производства нерудных строительных материалов составляет 35–40% к уровню прошлого года. Работа подавляющего числа предприятий подотрасли стала убыточной, многие держатся только за счет «проедания» собственных оборотных средств, снижают цену на продукцию ниже рентабельности. Если не будут решены вопросы сбыта продукции, это приведет к еще большему сокращению рабочих мест к осенне-зимнему периоду 2009–2010 гг.

Правлением ассоциации было принято решение довести до первых лиц государства информацию о падении производства строительных материалов и обратиться к руководству страны с конкретными предложениями. Среди первоочередных мер были названы необходимость выделения бюджетных средств на строительство объектов, вклю-

ченных в национальные проекты и федеральные целевые программы; замораживание тарифов на электроэнергию и железнодорожные перевозки на период кризиса.

В рамках отчетного собрания был заслушан ряд выступлений.

А.Я. Данилкин, член экспертного совета Союза некоммерческих организаций «Национальная инновационная система», рассказал, что Союз создан по инициативе партии «Единая Россия». Подготовлен пакет проектов законодательных предложений по инновационной деятельности, который должен быть внесен в Госдуму в ноябре 2009 г. Деятельность Союза создает возможность сократить путь обращений в Правительство РФ.

А.Ф. Галимов, генеральный директор ООО «УК «Автострада-Менеджмент», отметил, что совместная работа с ассоциацией позволила повысить значимость и эффективность мероприятий, проводимых в рамках собственной деятельности.

В.М. Гусев, генеральный директор ЗАО «Промлизинг», рассказал о работе направления «Финансовая поддержка предприятий» и задачах, которые оно призвано решать. Было отмечено, что повышение кредитных ставок, безусловно, является тормозом в реализации планов перевооружения производств. При кредитовании или лизинговой операции банк просит представить сведения о надежности сбыта производимых товаров и услуг. В этом заключается главная проблема, которую в условиях кризиса предприятиям строительной индустрии решить не просто.

Г.Р. Буткевич, ученый секретарь ФГУП «ВНИПИИ-стромсырье», сравнил показатели промышленности нерудных строительных материалов России и развитых стран. Он обратил внимание коллег, что на отечественных предприятиях производительность труда в несколько раз ниже, значительно выше травматизм. При этом цены на продукцию сравнимы с зарубежными. Средняя цена 1 т щебня из скальных пород в США составляет 8–9 USD (11–13 USD/м³). Отмечена необходимость возрождения хорошо работавших прежде систем рационализации, технической учебы, научно-технических советов.

В.А. Сергеев, руководитель направления «Специализированное машиностроение», сообщил, что к настоящему времени создана база данных о потребности предприятий в запчастях и инструменте, что позволяет оперативно оказывать помощь членам ассоциации в ремонте оборудования, поиске поставщиков. Ассоциация сотрудничает с ведущими производителями горного и обогащательного оборудования мира.

В.А. Дубов, генеральный директор ЗАО «Волгоцемсервис», высоко оценил выставочную и конференционную деятельность ассоциации, что реально позволяет расширять контакты, находить новых заказчиков на продукцию.

Собрание признало работу правления ассоциации удовлетворительной, избрало новое правление и утвердило план работы.

удк 622

К.Н. ТРУБЕЦКОЙ, академик РАН;
 М.Н. КОТРОВСКИЙ, горн. инженер, НПК «Гемос Лимитед»;
 А.Н. ДОМБРОВСКИЙ, И.А. СИДОРЕНКО, кандидаты техн. наук, УРАН ИПКОН РАН (Москва)

Перспективная технология разработки карьеров высокими уступами с использованием кранлайнов

В развитии горнодобывающей промышленности России при открытом способе добычи минерального сырья, в связи с увеличением глубины карьеров и вовлечением в эксплуатацию месторождений с более сложными горно-геологическими условиями возрастает значение транспортной системы разработки. В горной отрасли промышленности строительных материалов, где объем производства только нерудных строительных материалов превышает 400 млн м³, доминирующее распространение всегда имели геотехнологические схемы с использованием средств транспорта. С целью улучшения технико-экономических показателей горных работ совершенствование структур комплексной механизации главным образом происходит в направлении увеличения единичной мощности традиционного выемочно-погрузочного и транспортного оборудования.

Однако за последнее время наметилась тенденция к поиску более совершенных видов оборудования. К числу применяемых в настоящее время выемочно-погрузочных машин следует отнести экскаваторы-драглайны, способные обрабатывать более высокие уступы по сравнению с широко распространенными механическими лопатами, которые осуществляют погрузку горной массы в средства карьерного транспорта. На эту особенность драглайнов еще в середине прошлого века обратил внимание академик Н.В. Мельников, предложивший новую классификацию систем открытых горных работ, в которую вошла система экскаватор-карьер, при которой обосновывалась принципиальная возможность разгрузки ковша на канатной подвеске не как обычно, в отвал, а в средства карьерного транспорта.

Геотехнология разработки высоких уступов драглайнами была освоена в практике работы ряда карьеров, в том числе в промышленности строительных материалов, например на карьере ОАО «Павловскгранит». В целях облегчения контроля машиниста за погрузкой транспорт-

ных сосудов на предприятиях у драглайнов стандартной конструкции укорачивают стрелы (Соколовско-Сарбайский, Михайловский железорудные карьеры). Другим способом совершенствования процесса разгрузки стало оборудование драглайна устройством прицельной погрузки (УПП), которое обеспечивало с помощью гидравлического привода поворот стандартного, разгружающегося через режущую кромку ковша, над кузовом транспортного средства. Однако сложность и ненадежность эксплуатации этого устройства в производственных условиях, а также невысокая производительность предопределили необходимость поиска новых более эффективных технических решений.

Творческим коллективом специалистов Института проблем комплексного освоения недр РАН (ИПКОН РАН) и Национального научного центра горной промышленности (ИГД им. А.А. Скочинского) разработана эффективная высокоуступная геотехнология, в основе которой предусматривается применение принципиально нового вида экскаваторов, названных кранлайнами (драглайны погрузочного типа). Рекомендуемые в качестве альтернативы карьерным мехлопатам, кранлайны сочетают преимущества мехлопата (точная и практически безударная погрузка горной массы в транспортные средства) с преимуществами шагающих драглайнов (возможность отработки высоких уступов – 30 м и более – нижним черпанием при низком удельном давлении на грунт).

В конструктивном отношении кранлайн отличается от драглайна тем, что его стрела состоит из двух частей: первая, воспринимающая нагрузку от подъема груженого ковша, выполняется усиленной конструкции; вторая, предназначенная для заброски порожнего ковша в забой, выполняется облегченной, так как воспринимает сравнительно меньшие нагрузки. Кроме того, кранлайн имеет третью, дополнительную лебедку заброса ковша (помимо тяговой и подъемной), а блоки подъемных ка-

Таблица 1

Технические характеристики моделей кранлайнов малой и средней мощности

Наименование	ДШП-6,5.35	ДШП-10.41	ДШП-15.50	ДШП-20.55
Вместимость ковша, м ³	6,5	10	15	20
Длина стрелы, м	35	41	50	55
Максимально допустимая статическая концевая нагрузка, кН	205	315	473	630
Наибольший радиус копания, м	34,2	40,5	49	53,2
Наибольшая глубина копания, м	20	24	30	33
Радиус разгрузки, м	11,4–14,2	15–19,5	21–26,4	21,3–26,4
Высота разгрузки максимальная, м	8	9	10	12
Среднее удельное давление на грунт, МПа	0,054	0,061	0,087	0,098
Мощность приводного двигателя, кВт	660	800	1950	2×1000
Расчетное время рабочего цикла в породах II категории при угле поворота экскаватора на разгрузку 90°, с	28	30	42	45
Рабочая масса экскаватора, т	250	450	800	900

Таблица 2

Основные технико-экономические показатели вариантов технологии

Показатели	Варианты технологии	
	Существующая, с драглайнами ЭШ-6.45	Предлагаемая, с кранлайном ДШП-13.65
Годовой объем вскрышных работ, тыс. м ³	2100	2100
Режим работы: сут/смен/ч	350/2/12	350/2/12
Сменная производительность экскаватора, м ³	2370	5400
Годовая производительность экскаватора, тыс. м ³	1200×2	3100
Годовая себестоимость вскрышных работ, млн р.	39,6	27,4
Капитальные вложения, млн р.	140	95
Приведенные капитальные вложения (при E _n = 0,2), млн р.	28	19
Приведенные затраты, млн р.	67,6	46,4

натов расположены в средней части нижнего пояса стрелы. Кранлайн оснащается ковшом коробчатого типа, соединенным с лебедками канатами, с открывающейся с помощью запорного механизма задней стенкой.

Специальная конструкция ковша значительно упрощает управление машиной, повышая технологическую надежность и безопасность процесса погрузки транспортного средства.

С учетом горно-геологических и геотехнологических условий использования на наиболее крупных предприятиях цементной и нерудной подотраслей промышленности строительных материалов в табл. 1 приведены расчетные параметры кранлайнов с ковшами вместимостью 6,5; 10; 15; 20 м³, которые могут найти применение на ряде действующих и перспективных карьерах.

В качестве первоочередной модели для проведения опытно-промышленных испытаний рекомендуется создание головного образца кранлайна с ковшом вместимостью 15 м³ с использованием узлов и деталей серийно выпускаемого драглайна ЭШ 11.75 на заводе машиностроительной корпорации «Уралмаш».

Оценка технологических и технико-экономических преимуществ одной из возможных модификаций кранлайна данного класса была произведена институтом «Гипронеруд» (Санкт-Петербург) на примере самого крупного из действующих предприятий России по производству нерудных строительных материалов – Павловского ГОКа мощностью 8 млн м³ щебня в год.

Вскрышные породы разрабатываемого этим карьером Шкурлатовского месторождения гранитов представлены четвертичными отложениями (пески, глинистые породы), мелом и аргиллитами. Мощность вскрышных пород: четвертичных отложений от 4,8 до 20 м; мела от 6,1 до 20 м; аргиллитов от 4 до 28,1 м. Средняя мощность объединенного уступа (H_{ср}) по четвертичным и меловым отложениям изменяется от 20 до 36,6 м. При этом H_{ср} < 30 м составляет 68%, H > 30 м – 32% в целом по месторождению. Рыхлые вскрышные породы Шкурлатовского месторождения относятся к I, II группам пород по СНиП-IV-5–82 и по ЕНВ-1989.

В настоящее время вскрышные породы обрабатываются тремя уступами. Нескальная вскрыша разделена на два уступа: один по четвертичным отложениям, второй по мелу. Скальная вскрыша (аргиллиты и выветренные граниты) обрабатывается одним уступом. Высота вскрышных уступов равна мощности слоя залегающих в массиве разновидностей обрабатываемых пород. Выемка нескальной вскрыши производится драглайнами ЭШ-6.45, скальной вскрыши – мехлопатой ЭКГ-4У. Транспортирование вскрышных пород осуществляется в железнодорожных думпкарах грузоподъемностью 105 т.

Нескальная вскрыша обрабатывается драглайнами, установленными на кровле четвертичных пород и на кровле меловых отложений, нижним черпанием. В связи с низкой несущей способностью меловых отложений драглайн устанавливается на «подушке» (толщиной не

менее 2 м) из четвертичных отложений, оставляемых при обработке верхнего вскрышного уступа. Для повышения устойчивости ярусов отвалов вскрышные породы перемешиваются непосредственно при их укладке.

Полезная толща обрабатывается шестью добычными уступами с отметками рабочих горизонтов 50, 35, 20, 8, -4 и -19 м. Высота добычного уступа на горизонте 50 м, в зависимости от рельефа кровли полезной толщи, изменяется от 13 до 18 м. Выемка гранитов производится карьерными экскаваторами ЭКГ-4У, ЭКГ-8И, ЭКГ-8УС, ЭКГ-10. Транспортировка горной массы на ДСЗ осуществляется железнодорожным транспортом – составами с тяговыми агрегатами ОПЭ-1 и думпками 2ВС-105. Подготовка гранитной толщи к выемке осуществляется БВР с взрыванием скважинных зарядов.

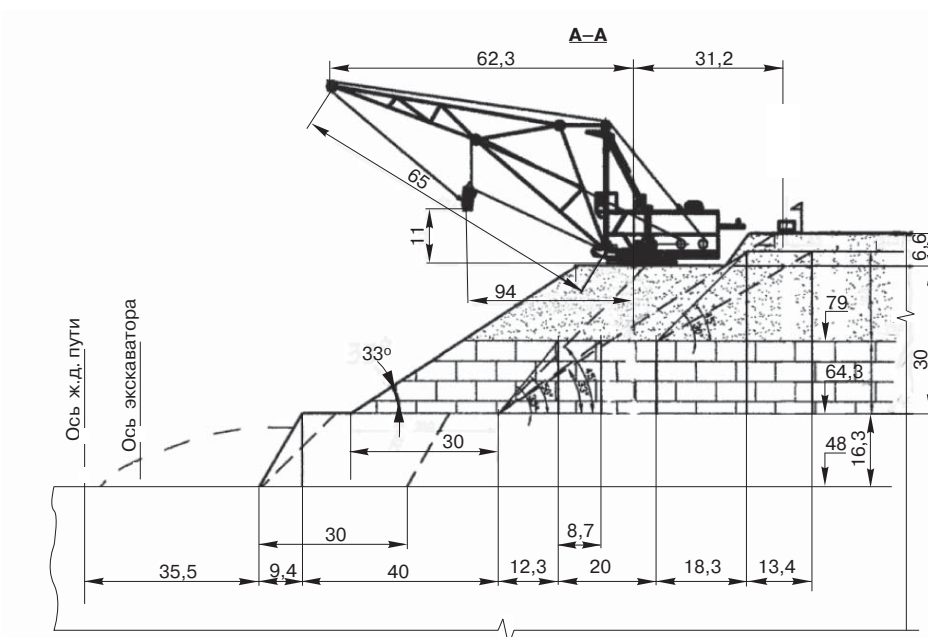
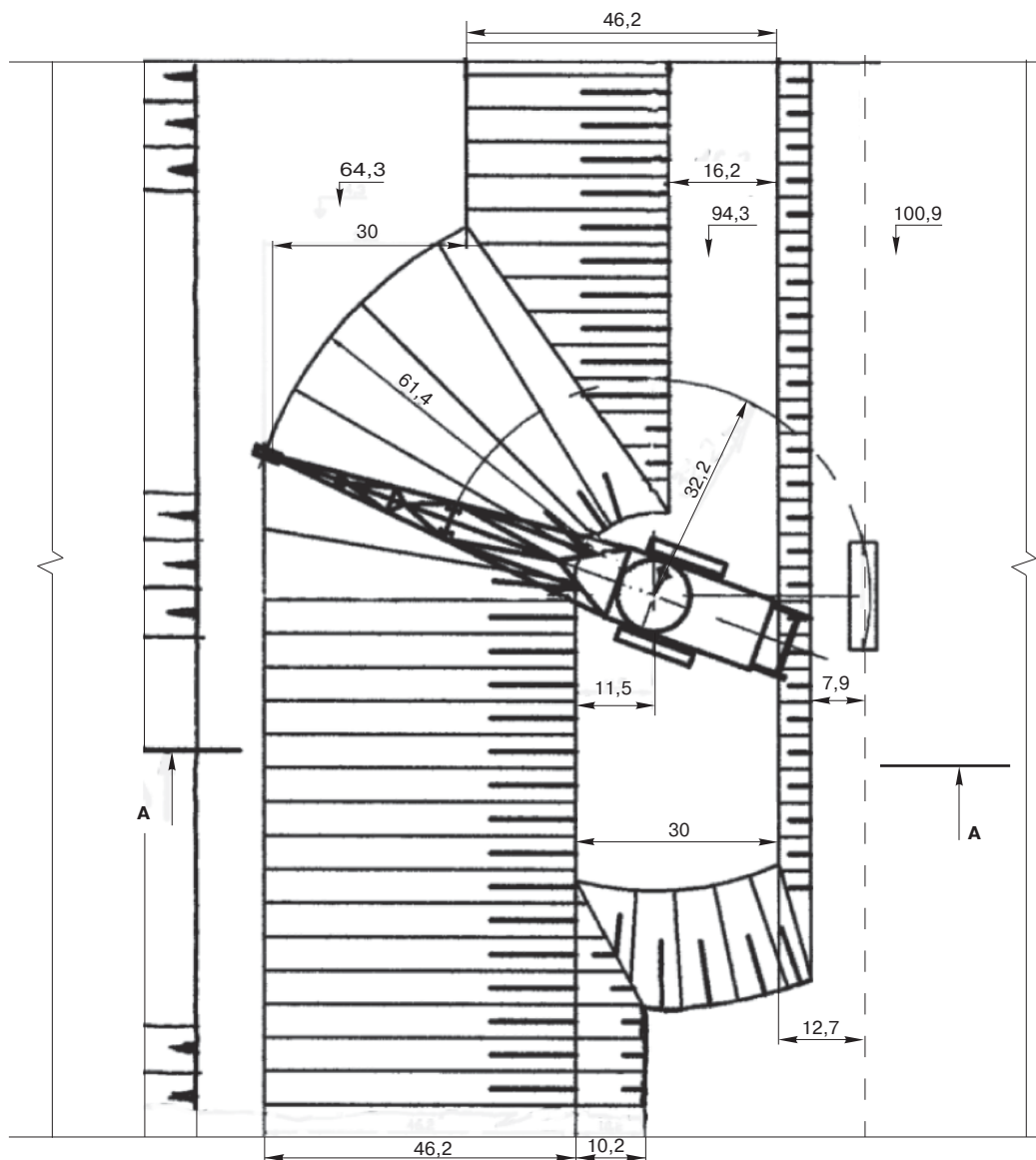
Основным фактором, сдерживающим увеличение мощности карьера, стал значительный рост объемов вскрышных работ при сложных условиях обработки четвертичных пород и меловых отложений и дальнейшего их совместного складирования во внешнем отвале. Максимальный объем удаления нескальной вскрыши по существующей технологической схеме с использованием ЭШ-6.45 не превышает 2–2,5 млн м³ в год, что обеспечивает объем добычи гранитов 3–3,5 млн м³ (в плотном теле).

Другим фактором, сдерживающим увеличение производительности карьера, остается недостаточная производительность вскрышного драглайна по четвертичным породам, которая составляет всего лишь 1,2 млн м³ в год. Следовательно, по своим техническим возможностям драглайн не может обеспечить подвигания вскрышных уступов, необходимого для достижения заданной производительности карьера по добыче на уровне 4–4,5 млн м³.

Перспективным направлением повышения эффективности добычи полезного ископаемого в карьере является модернизация схемы ведения вскрышных работ за счет увеличения высоты вскрышного уступа при одновременном сокращении количества транспортных горизонтов и применения более мощного оборудования на удалении вскрышных пород.

Учитывая низкую несущую способность мелов, обработка четвертичных и меловых отложений одним уступом решит задачу перемешивания пород уже в ковше экскаватора, что позволит увеличить безопасность ведения отвальных работ по сравнению с действующей технологией.

Институт ИПКОН РАН по заданию ОАО «Гипронеруд», рассмотрев условия обработки вскрышных пород на карьере ОАО «Павловскгранит», рекомендовал для выполнения выемочно-погрузочных работ по четвертичным и меловым отложениям модель кранлайна ДШП-13.65. В соответствии с этой рекомендацией обработка вскрыши должна вестись одним кранлайном, установленным на объединенном уступе максимальной высотой 36,6 м, обрабатываемом двумя подступами:



Технологическая схема отработки нескальной вскрыши объединенным уступом с применением кранлайна ДШП-13.65

нижним — высотой 30 м; верхним — высотой 6,6 м. Нижний подступ разрабатывается нижним черпанием кранлайна, верхний — верхним черпанием. При этом железнодорожные пути располагаются на поверхности рельефа (см. рисунок).

Параметры кранлайна, определенные для этих условий: вместимость ковша 13–14 м³; длина стрелы 65 м; радиус черпания и разгрузки 62,3 м и 27–34 м соответственно; максимальная высота разгрузки 13–14 м; общая масса машины 800–900 т.

Вместимость ковша определена из условия выполнения заданного годового объема вскрышных работ двумя ЭШ-6.45, равного 2,1 млн м³ в год. Вместе с тем вместимость ковша кранлайна должна соответствовать погонной емкости думпкаров грузоподъемностью 105 т и выше, т. е. объемом 50 м³ и более.

Длина стрелы определена с учетом максимальной высоты отрабатываемого уступа 36,6 м, угла его откоса по фронту 33° при частичной работе экскаватора верхним черпанием. Работа кранлайна верхним черпанием, хотя и снижает его производительность как любого драглайна, но позволяет уменьшить длину стрелы с 78 м до 65 м и массу с 1000 до 800 т. С учетом того, что 68% вскрыши заключено в уступах высотой до 30 м, данное решение можно считать обоснованным и оправданным. При отработке объединенного вскрышного уступа по мере снижения его высоты от 36,6 до 30 м высота нижнего подступа остается постоянной (30 м), а верхнего — уменьшается от 6,6 м до 0 м. Радиус и высота разгрузки экскаватора определяются положением оси железнодорожного пути с учетом максимальной высоты верхнего черпания кранлайна и необходимой ширины берм безопасности.

Применение кранлайнов обеспечит следующие технические и экономические преимущества по сравнению с использованием для этих целей ЭШ-6.45:

- сокращение вдвое количества транспортных горизонтов, что приведет к соразмерному уменьшению длины внутрикарьерных железнодорожных путей, а также объема работ по строительству и поддержанию в эксплуатации железнодорожных путей и вспомогательных автодорог;
- снижение расходов на строительство и содержание внутрикарьерных энергосетей в связи с сокращением количества переключательных пунктов и кабелей, повышением срока их службы и общим уменьшением расхода электроэнергии на горные работы;
- существенно большая производительность кранлайна благодаря его оснащению ковшом увеличенной вместимости при одновременно меньшей удельной доли времени на передвижки машины в забое;
- уменьшение размера территории, отторгаемой для ведения горных работ, за счет исключения второй рабочей площадки уступа;
- экономия фонда заработной платы за счет сокращения численности экскаваторных бригад и рабочих по обслуживанию железнодорожных путей;
- исключение объема горно-подготовительных работ по формированию рабочей площадки на кровле мелового уступа;
- повышение высоты и устойчивости ярусов отвала благодаря укладке разнородных пород, смешиваемых при экскавации кранлайном.

В табл. 2 приведены основные показатели по сравниваемым вариантам технологических схем разработки нескальных вскрышных пород. Ожидаемый годовой экономический эффект от применения кранлайна ДШП-13.65 по сравнению с используемыми в настоящее время ЭШ-6.45 составит 21,2 млн р.

На базе предложенных моделей кранлайнов (табл. 1) могут создаваться модификации для особых условий

эксплуатации. Например, для Павловского гранитного карьера на базе ДШП-15.50 может быть создана модель ДШП-13.65.

Ускорение освоения промышленного выпуска кранлайнов предложенного типоразмерного ряда позволит вывести на отечественный рынок инновационное горное оборудование для коренного переоснащения выемочно-погрузочных работ на карьерах промышленности строительных материалов, обладающее также высоким экспортным потенциалом.

Список литературы

1. *Буткевич Г.Р.* Технология «экскаватор-карьер» — плодотворная идея Н.В. Мельникова // В сб. материалов международного совещания «Развитие идей Н.В. Мельникова в области комплексного освоения недр». Москва. 3–9 марта 2009 г. С. 49–51.
2. *Трубецкой К.Н., Домбровский А.Н., Сидоренко И.А., Сеинов Н.П., Киселев Н.Н.* Высокоуступная технология открытых горных работ на основе применения кранлайнов // Горный журнал. 2005. № 4. С. 40–43.
3. *Трубецкой К.Н., Сидоренко И.А., Домбровский А.Н., Котровский М.Н.* Кранлайн: актуальная задача создания нового типа экскаватора для разработки месторождений высокими уступами по транспортной системе // Горная промышленность. 2008. № 4(80). С. 40–49.
4. *Сидоренко И.А.* Конструктивно-геотехнологические аспекты совершенствования систем открытой разработки месторождений // В сб. материалов международного совещания «Развитие идей Н.В. Мельникова в области комплексного освоения недр». Москва. 3–9 марта 2009 г. С. 208–214.
5. *Энкин Ю.М., Домбровский А.Н., Сидоренко И.А.* О новой технологии разработки вскрышной толщи Павловского гранитного карьера // Горная промышленность. 2007. №1(70). С. 90–94.

ЭЛЕКТРОННАЯ ПОДПИСКА 

на журнал «Строительные материалы»®



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



НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ
ИНТЕРПРИБОР
ПРИБОРЫ И СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА

Реклама

УЛЬТРАЗВУКОВЫЕ ПРИБОРЫ

ПУЛЬСАР-1.1/1.2/1.2+



Пульсар-1.1 - измерение времени и скорости ультразвука, прочности и плотности бетона, кирпича и др. материалов, глубины трещин в конструкциях
Пульсар-1.2 - дефектоскопия, анализ сигналов, А-скан, АРУ, режим осциллографа, компьютерная программа + все функции ПУЛЬСАР-1.1
Пульсар-1.2+ - комплекс для дефектоскопии буронабивных свай.
Преобразователи для сквозного и поверхностного прозвучивания.

Диапазон измерения времени УЗК, мкс 5,0...20000
Рабочая частота колебаний, кГц 40...600
Длина кабеля, м 1...70

ИЗМЕРИТЕЛИ ПРОЧНОСТИ БЕТОНА

ОНИКС-2.5/2.6



Оникс-2.5 - самый компактный и легкий измеритель прочности строительных материалов. Впервые реализован **новый многопараметрический метод** измерения прочности (патент). Контроль тяжелых и легких бетонов, и других материалов. Интерфейс USB.
Оникс-2.6 - визуализация и многофакторный анализ сигналов, измерение прочности, плотности, компьютерная программа, карта памяти.

Диапазон измерения прочности, МПа 0,5...100
Ресурс памяти, Гб 1
Масса, кг 0,29

ИЗМЕРИТЕЛЬ МОРОЗОСТОЙКОСТИ БЕТОНА

БЕТОН-ФРОСТ



Ускоренное определение морозостойкости бетона dilatометрическим методом по образцам - кубам и кернам (ГОСТ 10060.3-95). Состоит из 1...3 измерительных камер и электронного блока. Впервые эталонная камера заменена адаптивной моделью (патент). Прецизионный измерительный тракт. Эргономичная компактная конструкция из легких материалов.

Время измерения, ч 4...5
Габариты камеры, мм 125x125x145
Масса, кг 3,0

ИЗМЕРИТЕЛИ ПРОЧНОСТИ БЕТОНА И АДГЕЗИИ

ОНИКС-ОС/СР/СР+/АП/ВД/СК



ОНИКС-ОС - метод измерения - отрыв со скалыванием. **Исключено проскальзывание анкера.** Самоустановка оси вырыва (патент на прибор и способ испытаний).
Диапазон, МПа 5...100
Масса, кг 3,7



ОНИКС-СР - самый компактный и легкий прибор для контроля прочности бетона методом скола ребра. Новый способ испытаний (патент).
Диапазон, МПа 5...100
Масса, кг 2,1



ОНИКС-СР+ - портативный измерительный пресс для оперативного испытания образцов кубов методом скола ребра.
Диапазон эквивалентной нагрузки, кН 10...1000
Масса, кг 6



ОНИКС-АП - измерение адгезии различных покрытий методом отрыва в диапазоне - 0,1...35 МПа

ОНИКС-ВД - измерение усилия вырыва дюбелей, фасадных анкеров шурупов в диапазоне - 0,1...20 кН
ОНИКС-АП/ВД - адгезия + вырыв
Масса приборов 1,1 кг

ОНИКС-СК - измерение силы сцепления кирпича в диапазоне - 0,1...20 кН
Масса 5 кг

ТЕСТЕР АКТИВНОСТИ ЦЕМЕНТА

ЦЕМЕНТ-ПРОГНОЗ



Первый автоматический контракциометр. Оценка активности цемента за 3 часа согласно МИ 2487-98. Регистрация контракции, проводимости и температуры цементного теста, индикация активности. Одновременное испытание 1...3 марок (образцов) цемента. Эргономичная и легкая конструкция. Возможно исследование процессов структурообразования.

Погрешность оценки активности, % 10
Погрешность измерения контракции, мл 0,01
Количество характеристик цементов 60

Другие виды продукции:

- Прибор диагностики свай - **СПЕКТР-2.0**
- Виброанализаторы-сборщики - **ВИБРАН-2.1/2.2/2.3**
- Виброанализатор 4-канальный - **ВИБРАН-3.0**
- Виброметры - **ВИСТ-2.4/3.0**
- Измерители напряжений в арматуре - **ИНК-2/2К**
- Измерители защитного слоя - **ПОИСК-2.5/2.6**
- Акустический дефектоскоп - **ИЧСК-1**
- Дефектоскоп вихретоковый - **ВДЛ-5.2**
- Толщиномеры - **МТП-1**
- Плотномеры асфальтобетона - **ПАБ**
- Плотномеры грунтов - **ДПГ-1, ДПГ-2**
- Комплекс диагностики дорожных покрытий - **ДПГ-К**
- Измеритель коэффициента сцепления дорог - **МИКС**
- Системы мониторинга конструкций - **ТЕРЕМ-3.1/3.2/4.0/4.1**
- Системы теплового мониторинга - **ТЕПЛОГРАФ**
- Автономные регистраторы - **АВТОГРАФ - 1.1/1.2**
- Миниатюрный регистрирующий комплекс - **РТВ**
- Влагомеры универсальные - **ВИМС-2**
- Измеритель теплопроводности - **ИТС-1**
- Мобильный измеритель теплопроводности - **МИТ-1**
- Системы управления ТВО бетона - **РТМ-5**
- Термометры, гигрометры, анемометры - **ТЕМП-3.Х**
- Регуляторы - **РТ-2**
- Прецизионный генератор сверхнизких частот - **ПНГ-1**
- Преобразователи и датчики различных видов
- Программные продукты

Полная информация представлена на **WWW.INTERPRIBOR.RU**

г. Челябинск: (351) 729-88-85, 245-09-69, 245-09-70 г. Москва: (495) 998-01-95, 789-28-50 г. С-Петербург: (812) 454-03-55, 570-64-96

Ю.И. СЫЧЕВ, канд. техн. наук, заведующий отделом облицовочных материалов из природного камня, Н.И. МОТОРНЫЙ, канд. геол.-мин. наук, ведущий научный сотрудник, Г.Л. ЛЕВКОВСКИЙ, канд. техн. наук, старший научный сотрудник, ФГУП «ВНИПИИстромсырье» (Москва)

Метод экспресс-оценки долговечности облицовочного камня

В связи с большими объемами жилищного и гражданского строительства в Москве особую актуальность приобретает проблема оценки качества и состояния строительных конструкций и отделочных материалов. К числу мер, способствующих решению этой проблемы, относится распоряжение № 51 от 20.06.2003 г. руководителя Комплекса архитектуры, строительства, развития и реконструкции г. Москвы, в соответствии с которыми строительные материалы, изделия и конструкции, применяемые при сооружении или реконструкции объектов городского заказа, по долговечности должны соответствовать установленным в Москве нормативным требованиям.

Однако в действующем нормативе «Технические рекомендации по определению долговечности облицовочных материалов ТР 174-05», разработанном ГУП «НИИМосстрой» и ГУ Центр «Энлаком» (2005 г.), облицовочные каменные материалы не учтены. Кроме того, в качестве основного метода оценки состояния и долговечности различных материалов в упомянутых рекомендациях предусмотрены лабораторные испытания образцов в климатических камерах (везерометрах), что делает процедуру оценки долговременной, дорогой, полностью исключающей возможность экспресс-диагностики непосредственно на строительном или ремонтном объекте.

Отсутствие у строителей и реставраторов объективных методов и средств оценки состояния и долговечности каменных облицовок приводит к несвоевременному проведению ремонтных работ, нарушению их технологии. Результатом этого в большинстве случаев является глубокая деструкция камня, требующая его замены. Это подтверждается результатами обследования состояния каменных фасадов в исторической части Москвы, выполненного институтом ВНИПИИстромсырье: установлено, что примерно на 25% объектов (преимущественно историко-архитектурных памятниках) каменные детали облицовки (цокольные и накрывочные плиты, ступени, облицовочные плиты, карнизы, наличники, элементы порталов и т. д.) находятся в аварийном состоянии и подлежат замене; еще 30–35% объектов нуждается в проведении ремонтно-восстановительных работ с консервацией и частичной заменой деталей наружной облицовки.

Основываясь на длительном опыте изучения состояния облицовок, а также на результатах исследований, специалистами института ВНИПИИстромсырье разработана методика экспресс-оценки состояния и срока службы (долговечности) каменных облицовок зданий и сооружений. В основу методики положена комплексная диагностика камня, осуществляемая непосредственно на объекте и сочетающая визуальный и инструментальные способы контроля состояния деталей облицовки.

Визуальные методы позволяют зафиксировать видимые поверхностные дефекты облицовки (мучнистая эрозия, шелушение, сколы, трещиноватость, кавернозность, отслоения и т. п.). Инструментальные методы делают возможным оценить степень структурной деструкции камня, снижение его прочностных характеристик, наличие скрытых дефектов (внутренних трещин, каверн и т. п.). Из достаточно обширной группы методов и средств инструментальной диагностики в качестве наиболее эффективных выбраны три метода неразрушающего контроля: склерометрический, влагометрический и ультразвуковой (приборное обеспечение отечественное — соответствующее портативное измерительное оборудование выпускается Челябинским научно-производственным предприятием «Интерприбор»).

Склерометрический метод, осуществляемый с помощью электронного склероскопа серии ОНИКС-2.5, позволяет реализовать двухпараметрический способ определения динамической прочности одновременно по ударному импульсу и упругому отскоку, что существенно повышает достоверность измерений. С помощью склероскопа может быть получен ряд физико-механических констант горной породы, что позволяет оценить степень выветрелости камня (по снижению его механической прочности) и зафиксировать динамику процессов деградации облицовки.

Влагометрический метод, предусматривающий использование электронного влагомера модели ВИМС-2, позволяет оценить водонасыщение камня, его влажность, скорость насыщения и скорость отдачи воды при высыхании; эти показатели могут косвенно иллюстрировать развитие поровой структуры камня по мере его выветривания.

Ультразвуковой метод, осуществляемый с помощью ультразвукового дефектоскопа, например серии «Пульсар», позволяет путем прозвучивания исследуемого образца (сквозного или поверхностного с помощью волн Рэлея) оценивать его механическую прочность, упругопластические характеристики, анизотропность, а также выявлять различные внутренние дефекты (трещины, каверны и т. п.).

К основному достоинству выбранных методов и средств инструментальной диагностики (помимо их портативности, программного обеспечения, быстроты измерений и т. п.) относится наличие достаточно тесной корреляции между состоянием и сроком службы камня, т. е. его эксплуатационным возрастом, с основными диагностическими параметрами: скоростью ультразвукового импульса, динамической прочностью и влажностью. Как показали исследования, зависимость перечисленных показателей от срока службы близка к линейной. На рис. 1 приведен пример такой зависимости для скорости прохожде-

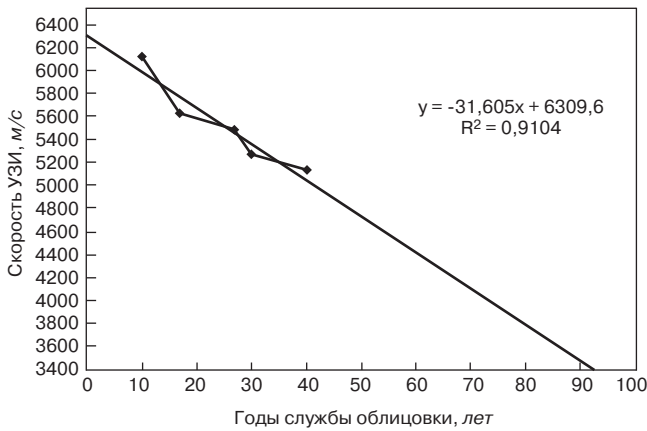


Рис. 1. Зависимость скорости ультразвукового импульса от срока службы облицовки (коелгинский мрамор)

ния ультразвука.

На основании установленных корреляционных связей строятся составные номограммы сетчатого типа, позволяющие определять долговечность и остаточный ресурс камня по измеренным диагностическим параметрам. Пример номограммы приведен на рис. 2. Номограмма имеет четыре оси: одну ось абсцисс (левая ее часть для скорости УЗИ и правая — для условной влажности) и три оси ординат (для динамической прочности, для остаточного ресурса, а также средняя вспомога-

тельность). Последовательность действий при пользовании номограммой показана на рисунке стрелками. Вначале из точки на левой половине оси абсцисс, соответствующей измеренному значению скорости УЗИ, восстанавливают перпендикуляр до его пересечения с наклонной линией, соответствующей динамической прочности. Из этой точки проводят горизонталь до промежуточной оси; от точки пересечения движение осуществляется по линии, параллельной семейству наклонных линий, до ее встречи с перпендикуляром, восстановленным из точки измеренной условной влажности, после чего проводят горизонталь до оси остаточного ресурса, получая конкретное значение этого показателя.

Зная величину остаточного ресурса, можно установить категорию состояния камня и разработать соответствующую технологию ухода за ним. По величине остаточного ресурса T_0 , полученной с помощью номограммы, можно вычислить долговечность камня D :

$$D = T_0 + t_i$$

где t_i — срок службы камня, годы.

Долговечность может быть определена и непосредственно по номограмме. Для этого задают предельно возможные для данного материала значения диагностических параметров, например для коелгинского мрамора: скорость УЗИ 6200 м/с; динамическая прочность 65 МПа; условная влажность 14%, получая по номограмме значение долговечности на оси «остаточный ресурс» (90 лет).

Установленная таким образом долговечность основных видов камня для условий Москвы составляет, годы:

– лабрадорит типа головинского	220
– мрамор типа коелгинского	90
– известняк мячковского горизонта	100

Для результирующей (обобщенной) оценки состояния каменной облицовки все дефекты камня, выявленные визуальным и инструментальными методами диагностики, оцениваются по 5-балльной шкале, после чего их относят к одной из четырех категорий состояния

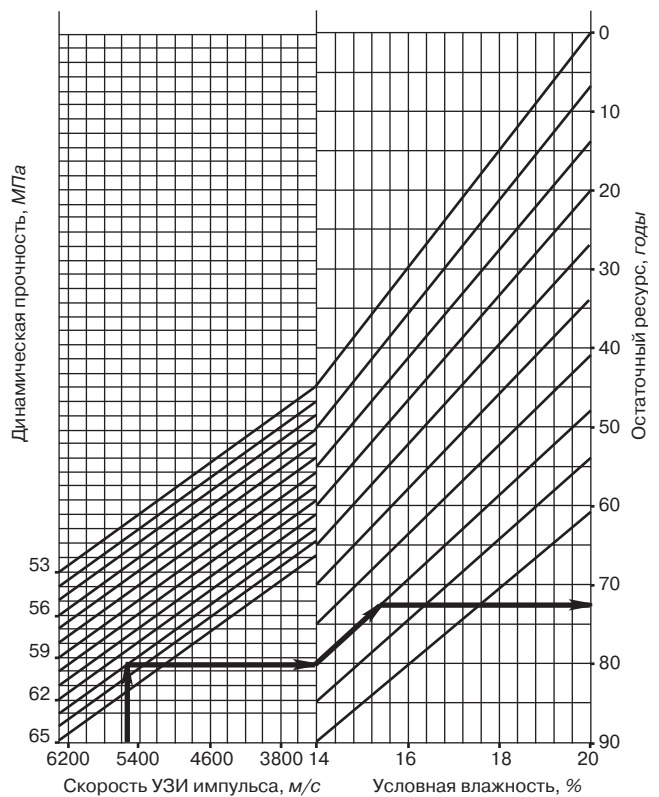


Рис. 2. Номограмма для определения остаточного ресурса облицовки из коелгинского мрамора. Пример (жирная линия): скорость УЗИ – 5520 м/с; динамическая прочность – 63 МПа; условная влажность – 15,4%; остаточный ресурс – 72 года

в соответствии с принятой классификацией. Каждая категория соответствует определенному количеству и значимости дефектов, а также их распространенности. Для каждой категории состояния даются рекомендуемые виды ухода за облицовкой.

Разработанная методика, отличающаяся простотой и оперативностью, позволяет оценивать состояние (степень деградации) камня непосредственно на строящемся, ремонтируемом либо эксплуатируемом объекте, не снимая деталь из облицовки, не вырезая из нее образцов для испытаний и не проводя этих испытаний. Полученные в результате инструментальной диагностики данные могут быть использованы для установления остаточного ресурса (срока службы) камня с помощью номограммы рис. 2.

Как показывает практический опыт, затраты времени на проведение инструментальной диагностики, осуществляемой *in situ* (на месте), ничтожно малы по сравнению с традиционными методами обследования: они составляют от 8 до 15 мин в зависимости от размеров детали. За это время выполняются все необходимые измерения с 5-кратным их повторением по каждой точке (берется среднее арифметическое из 5 измерений), после чего требуется еще 3–4 мин для определения по номограмме остаточного ресурса камня.

Необходимость использования для оценки срока службы трех диагностических параметров продиктована стремлением получить объективный результат исследования. Эти параметры, дополняя друг друга, дают в итоге наиболее точную картину степени деградации каменного материала. Так, например, замеры только двух показателей (динамической прочности и влажности) могут дать несколько завышенную оценку эксплуатационному состоянию камня (высокая динамическая прочность при пониженной влажности); но если в этом камне имелись признаки структурной де-

градации (внутренняя трещиноватость, кавернозность, ослабление когезионных связей, разрыхление поровой структуры и т. п.), склероскоп и влагомер ее не выявят. В таких случаях использование ультразвуковой дефектоскопии, фиксирующей пониженную скорость ультразвукового импульса, позволит скорректировать результат, полученный при замерах склероскопом и влагомером. С другой стороны, если измерена только скорость УЗИ, показавшая высокое значение, делать вывод о хорошем состоянии камня преждевременно: в его верхних слоях могут быть развиты процессы поверхностной эрозии, снижающие качество камня, уменьшающие его остаточный ресурс, что будет установлено другими видами инструментальной диагностики — склерометрией (низкий показатель динамической прочности) и влагометрии (высокая степень влажности).

Очевидно, что номограммы, подобные приведенной для коелгинского мрамора, могут быть разработаны для всех основных разновидностей природного камня, используемых в наружной облицовке и не обладающих высокой атмосферостойкостью, — мраморизованных известняков, травертинов, доломитов, песчаников, гнейсов, лабрадоритов, серпентинитов и др. Граниты, диориты, сиениты, габбродиабазы и другие прочные изверженные породы, а также кварциты в круг этих материалов не входят, поскольку их долговечность, составляющая 300—400 лет и более, многократно превышает проектный срок службы зданий и сооружений.

Изложенное позволяет сделать вывод, что описанная методика экспресс-дефектоскопии может стать для строителей и реставраторов весьма полезным и эффективным инструментом для объективной оценки состояния камня и прогнозирования его остаточного временного ресурса.

Новая книга



Ищук М.К.

Отечественный опыт возведения зданий с наружными стенами из облегченной кладки

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

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.

Заявки направляйте в редакцию

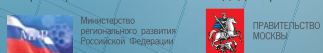
Тел./факс: (495) 976-20-36, 976-22-08

E-mail: mail@rifsm.ru, rifsm@mail.ru

www.rifsm.ru

III Международный Форум СТРОИТЕЛЬСТВО ГОРОДОВ CityBuild

Официальная поддержка



ОРГАНИЗАТОР



ГЛАВНОЕ СОБЫТИЕ СТРОИТЕЛЬНОЙ ИНДУСТРИИ
ОБЪЕДИНЯЕТ СПЕЦИАЛИСТОВ ВСЕХ ЭТАПОВ ГРАДОСТРОИТЕЛЬСТВА

19-22 ОКТЯБРЯ 2009

Москва
НОВЫЙ ПАВИЛЬОН
Всероссийского
Выставочного Центра №75

ИЗЫСКАНИЯ, ПРОЕКТИРОВАНИЕ, СТРОИТЕЛЬСТВО, ЭКСПЛУАТАЦИЯ

www.city-build.ru

Контактная информация:

Тел.: +7 (495) 921-22-74, 981-82-20, 981-92-61. Факс +7 (495) 981-82-21

e-mail: city@global-expo.ru, www.city-build.ru

Информационная поддержка:



Международные выставки в составе Форума

- ПОДЗЕМНЫЙ ГОРОД
- ВЫСОТНОЕ СТРОИТЕЛЬСТВО
- МЕТАЛЛОСТРОИТЕЛЬСТВО
- АРХИТЕКТУРА, ПРОЕКТИРОВАНИЕ И РЕКОНСТРУКЦИЯ
- ИНТЕХГЕОСТРОЙ
- ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЕ И ЭЛЕКТРОСБЕРЕЖЕНИЕ ГОРОДОВ
- ДОРМОСТЭКСПО
- АВТОМАТИЗАЦИЯ И БЕЗОПАСНОСТЬ ЗДАНИЙ
- СВЕТ В ГОРОДЕ
- ГОРОДСКИЕ ИНЖЕНЕРНЫЕ СЕТИ И КОММУНИКАЦИИ
- ГАРАЖ И ПАРКИНГ
- СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ТЕХНОЛОГИИ
- ГОРОДА РОССИИ: ДОСТИЖЕНИЯ СТРОИТЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСА



В.П. Булгаков – создатель прокатной технологии производства резиновых изделий для нерудной промышленности

В 2009 г. исполняется 85 лет со дня рождения Виктора Пантелеймоновича Булгакова. Основная часть его творческой деятельности была связана с промышленностью нерудных строительных материалов и изделий из природного камня. Однако большинству работников этих подотраслей, которые используют до настоящего времени результаты конструкторской мысли В.П. Булгакова, его имя мало известно. Наиболее ярко его талант проявился при создании прокатной технологии производства резиновых сит. Сита, произведенные по этой технологии, в настоящее время работают на многих перерабатывающих комплексах промышленности нерудных строительных материалов, черной металлургии.

Были и другие очень интересные машиностроительные изделия, которые прекрасно зарекомендовали себя на предприятиях. Сложные, такие как самоходное горное оборудование. Или нехитрые, но нужные для производства, такие как устройство для заоткоски уступов. К сожалению, эти изделия были выпущены в ограниченном количестве и после их физического износа больше не изготавливались.

Жизненный путь В.П. Булгакова типичен для молодых людей, родившихся в 20-х – начале 30-х гг. прошлого столетия, чье взросление проходило перед войной, а трудовая деятельность началась в тяжелое военное время.

В.П. Булгаков родился 6 июля 1924 г. в семье будущего военного врача П.Н. Булгакова в селе Ивановском Курской обл. Начало войны застало семью в Ялте. Глава семьи ушел на фронт, а мать с сыном эвакуировались в Ульяновск, где Виктор Пантелеймонович в 1942 г. начал работать токарем на авиационном заводе. По его воспоминаниям, работа была тяжелой. Работали иногда по 18 часов и спали около станков, не выходя из цеха.

В 1950 г. Виктор Пантелеймонович принял решение переехать в Москву. Он поступил лаборантом в мастерскую новых строительных материалов, входившую в систему управления строительства Дворца Советов. С этого момента он на всю жизнь связал свою судьбу с промышленностью строительных материалов.

Перелом в карьере и творческой деятельности Виктора Пантелеймоновича произошел в 1957 г., когда зам. директора института НИИЖелезобетон И.Б. Шлаин уговорил его перейти на опытное предприятие института «Гурбан» (впоследствии Икшинское опытно-производственное предприятие – ИОПП). Здесь сформировался и развернулся его талант конструктора. Начав работать на опытном предприятии в качестве главного конструктора, он скоро стал главным инженером, а затем и директором этого предприятия. Однако, проработав некоторое время директором, он понимает, что такая работа ему не интересна и, когда по его просьбе был найден новый директор, возвращается на должность главного инженера. Для тех лет это было достаточно неординарное решение. Только яркая личность, человек, уверенный в своих творческих способностях, мог решиться на такой шаг.

Созданное по его инициативе и при поддержке руководства института на опытном предприятии конструкторское бюро позволило Виктору Пантелеймоновичу не только заниматься изготовлением оборудования по чужим чертежам, но и реализовать собственные идеи. Предприятие «Гурбан» в 1960–1970 гг. было небольшим, с весьма скромным, изношенным станочным парком.

В тот период на пути реализации конструкторских идей было два существенных препятствия: плохая техническая оснащенность и большие трудности в приобретении комплектующих деталей, оборудования и металла. Сложности удавалось преодолевать. На предприятии были изготовлены такие крупные и сложные виды оборудования, как самоходные на гусеничном ходу бункеры-питатели нескольких типов производительностью до 400 м³ в час; станки строчечного бурения; станок для распиловки блоков «Мрамор-3»; несколько шлифовальных камнеобрабатывающих станков; уникальный самоходный отвалообразователь с вантовой стрелой длиной 30 м и оригинальными роликовыми опорами из пластмассы; гидроклассификаторы и другие изделия.



Один из бункеров-питателей



Отвалообразователь ОГ-30/250

Следует особо остановиться на создании прокатной технологии изготовления резиновых сит и других резинотехнических изделий для промышленности. Как известно, металлические сита имеют определенные недостатки, основным из которых является их быстрый износ. Особенно при переработке абразивных пород. Замена сит является трудоемким процессом. Работы производятся вручную. Из-за этого значительно сокращается производительное время работы всего комплекса по переработке минерального сырья.

Срок службы сит из резины по сравнению со стальными во много раз выше.

В настоящее время трудно даже представить, как Виктору Пантелеймоновичу, имея небольшое конструкторское бюро и довольно примитивное механическое производство, удалось решить такие проблемы, как разработка схемы, а затем и конструкции прокатной машины, создание установки по автоматическому удалению облоя. Нужно было разработать технологию, создать конструкцию и изготовить все элементы оборудования на станках устаревшей конструкции, которыми в то время располагало Икшинское опытно-промышленное предприятие института. Была разработана конструкция принципиально нового способа крепления резиновых полотен на грохоты, так называемый ласточкин хвост, и т. д.

Необходимо учитывать, что у специалистов ИОПП отсутствовал опыт работы с сырой резиной вулканизации, не были известны особенности ее вулканизации. Например, оказалось, что одна и та же марка резины, изготовленная на различных заводах, проявляет себя не одинаково, дает различную усадку после вулканизации, вследствие чего изменяются размеры ячейки и самого резинового полотна.

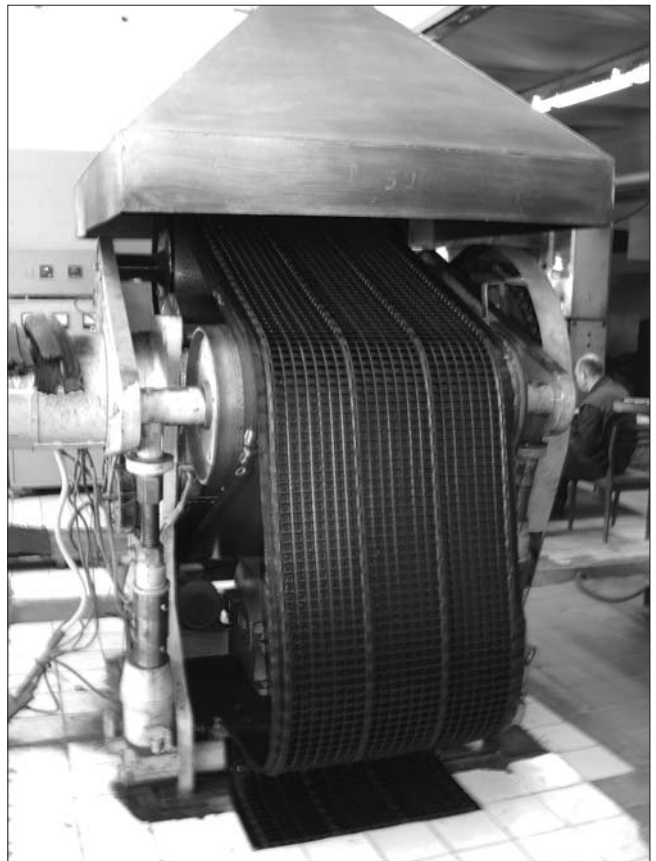
Конечно, над созданием технологии работал коллектив — и конструкторы, и рабочие, и сотрудники института. Но несомненно, В.П. Булгаков был основным генератором идей. Он сумел объединить усилия людей различных специальностей и создать уникальную технологию.

Насколько эта технология и оборудование являются сложными, говорит следующий факт. Институту ВНИПИИстромсырье было предложено передать изготовление оборудования на Тамбовский завод Министерства химической промышленности СССР, который специализировался на изготовлении машиностроительной продукции, в том числе и для производства резинотехнических изделий. Производственная мощность, оснастка и технологические возможности Тамбовского завода не могли идти ни в какое сравнение с ИОПП. Однако этот крупный завод отказался выпускать машины для производства сит с малым размером ячейки (5×5 мм) из-за технологических трудностей по изготовлению прокатного барабана.

Прокатная технология была представлена на одной из международных выставок в Москве и вызвала неподдельный восторг у зарубежных производителей резиновых сит, в частности у шведских специалистов, которые были лидерами в производстве этого вида изделий.

Что может лучше характеризовать изделие, как не широкое признание его потребителями? Прокатные сита выпускаются уже несколько десятилетий, и спрос на них не падает. В настоящее время на ИОПП работает 10 технологических линий, на которых выпускается 5 типоразмеров сит. Сита можно увидеть на многих предприятиях, перерабатывающих абразивный материал, а не только на предприятиях нерудной промышленности.

Виктор Пантелеймонович Булгаков обладал редкой в наше время чертой характера — скромностью. Он никогда не стремился подчеркнуть свою ведущую роль в создании оборудования или технологии. Вопрос авторства его, как человека одаренного, интересовал в последнюю очередь, а вот работа оборудования и отзывы



Производство прокатных сит

производственников были для него первостепенны. Он был готов ехать в самую удаленную точку страны, чтобы узнать судьбу оборудования, выпущенного ИОПП, и внести, если требовалось, необходимые изменения в техническую документацию.

Природа не наделила В.П. Булгакова яркой, запоминающейся внешностью. Он был малоразговорчивым, особенно в незнакомой компании. Но если он выступал с техническим сообщением или докладом, то можно было заслушаться, настолько продуманна, аргументированна и образна была его речь.

Было у Виктора Пантелеймоновича хобби, как ни удивительно, связанное с его служебной деятельностью. Он обожал ремонтировать часы и всякую бытовую технику. Старожилы ИОПП и соседи по дому, в основном люди пожилые, знали эту слабость и беззастенчиво ее использовали. Его квартира была завалена остановившимися будильниками, электроплитами и довольно сложным электрооборудованием, которое ждало своей очереди. Это характеризует его технические возможности и пристрастия, умение и желание работать самому, своими руками.

Последние годы, когда начали одолевать болезни, Виктор Пантелеймонович работал в штате института «ВНИПИИстромсырье», продолжая реализовывать свои творческие задумки, хотя в период перестройки это оказалось еще более затруднительным. В начале 2007 г. его не стало. Однако оборудование и технологические линии, воплощенные в металле, навсегда сохраняют имя талантливого конструктора и организатора производства в истории развития отечественной промышленности.

*О.Е. Харо, первый заместитель генерального директора
Г.Р. Буткевич, ученый секретарь,
ВНИПИИстромсырье;
М.В. Мирончук, генеральный директор
ОАО «Икшинское опытно-производственное предприятие»*

В.М. ОСЬКИН, канд. техн. наук, технический специалист компании ISOVER;
К.Н. ГОЛЬЦОВ, заместитель начальника отдела, М.С. ЛЕБЕДЕВ, адъюнкт,
ФГУ ВНИИПО МЧС России

Влияние теплоизоляции на основе волокон различной химической природы на огнестойкость и пожарную опасность

По данным МЧС России, ежегодно происходит около 250 тыс. пожаров, причем их основная доля (более 70%) приходится на жилой сектор. Одна из основных опасностей пожара в здании — снижение прочности и обрушение несущих конструкций под воздействием открытого пламени и высоких температур. Как показывает практика, люди при пожаре гибнут в основном не от ожогов, а от травм, связанных с обрушением перекрытий, и удушья. Таким образом, огнестойкость строительных конструкций, то есть способность конструкции сохранять несущие и/или ограждающие функции в условиях пожара, напрямую влияет на тяжесть последствий пожара.

Противопожарные свойства строительных конструкций зависят от вида и свойств входящих в их состав компонентов. Идеальный случай, когда все входящие в конструкцию материалы являются негорючими.

Согласно ГОСТ Р 52953—2008 «Материалы и изделия теплоизоляционные. Термины и определения» минеральным волокном считается полученное искусственным способом неорганическое волокно из расплава горной породы, шлака, стекла, оксидов металлов или глины. В настоящее время для обеспечения эффективной теплоизоляции зданий в строительных конструкциях широко применяются современные минераловатные утеплители как из стекловолокна, так и из волокна на основе каменных пород. Оба типа утеплителей содержат минимальные количества органического связующего, и это позволяет отнести их к группе негорючих материалов (НГ) по ГОСТ 30244—94.

Стекловолоконистые утеплители обладают рядом преимуществ по сравнению с каменно-ватными, но уступают последним по температуре плавления волокон. Волокна на основе каменных пород имеют температуру плавления 900—1000°C, волокна из стекла — 650—750°C. Этот факт используется производителями каменно-ватных утеплителей в рекламных целях: они утверждают, что только каменно-ватные утеплители способны априори обеспечить строительным конструкциям необходимые противопожарные характеристики. Следует отметить, что полимерное связующее в тех и других утеплителях одинаково (фенолформальдегидные смолы) и подвержено термическому разложению при одной и той же температуре (250—300°C).

Такой упрощенный подход к проблеме абсолютно некорректен. Строительная конструкция как объект исследования является сложной системой, состоящей из множества взаимодействующих составляющих (подсистем), вследствие чего сложная система приобретает новые свойства, которые отсутствуют на подсистемном уровне и не могут быть примитивно сведены к сумме свойств подсистемного уровня.

Строительные конструкции следует рассматривать во всем многообразии возможных синергетических или антагонистических взаимодействий составляющих их элементов.

Нужно отметить, что в научно-технической литературе отсутствуют какие-либо сведения о системных ис-

следованиях поведения минераловатных утеплителей из волокна различной химической природы в строительных конструкциях при огневом воздействии. Все представления о преимуществах и недостатках того или иного вида минераловатного утеплителя с точки зрения пожарной безопасности базируются на чисто умозрительных рассуждениях; оппоненты ссылаются на результаты одних частных исследований и умалчивают или просто игнорируют результаты других работ.

С тем чтобы выяснить, как химическая природа волокнистого утеплителя влияет на поведение строительных конструкций при огневом воздействии, в ИЦ «Огнестойкость» ЗАО «ЦСИ «Огнестойкость — ЦНИИСК» по инициативе компании ООО «Сен-Гобен Строительная Продукция Рус» провели сравнительные испытания теплоизоляционных плит на основе штапельного стекловолокна торговой марки ISOVER и теплоизоляционных плит из волокон на основе базальтовых пород одного из известных производителей в составе нескольких строительных конструкций.

Первый тип испытанных конструкций — перегородки толщиной 100 мм с каркасом из стальных профилей толщиной 75 мм, минераловатной теплоизоляцией (вариант 1: ISOVER ЗвукоЗащита—75/E; вариант 2: плиты плотностью 37 кг/м³ из волокон на основе базальтовых пород) и однослойными обшивками из листов ГКЛ толщиной 12,5 мм. За исключением утеплителя, конструкции перегородок были совершенно идентичными^{1,2}.

Испытания перегородок на определение предела огнестойкости проводили в соответствии с ГОСТ 30247.0—94 «Конструкции строительные. Методы испытаний на огнестойкость. Общие требования» и ГОСТ 30247.1—94 «Конструкции строительные. Методы испытаний на огнестойкость. Несущие и ограждающие конструкции». Испытания проводили до наступления предельного состояния по целостности (E) и по потере теплоизолирующей способности (I).



Строительные конструкции с точки зрения пожарной безопасности следует рассматривать во всем многообразии синергетических и антагонистических взаимодействий составляющих элементов

1. Протокол испытаний № 18ск/и-2008 от 30.06.2008 г., ИЦ «Огнестойкость» ЗАО «ЦСИ «Огнестойкость - ЦНИИСК» (договор № 114 ск-08).
2. Результаты испытаний от 02.09.2008 г., ИЦ «Огнестойкость» ЗАО «ЦСИ «Огнестойкость - ЦНИИСК» (договор № 143 ск-08).

Таблица 1
Испытания каркасной перегородки с теплоизоляцией ISOVER ЗвукоЗащита-75/Е (вариант 1)

Время, мин	Результаты наблюдения
<i>Образец №1</i>	
0	Начало испытания
4	Дымовыделение вдоль верхнего профиля конструкции
20	Обрушение внутреннего слоя ГКЛ в районе термопар №1 и №3
22	Деформация образца в сторону обогрева
30	Трещины по наружной поверхности ГКЛ между термопарами №3 и №5.
38	Темное пятно прогара в районе термопар №3 и вдоль по трещине по наружной поверхности между термопарами №3 и №5
39	Слабое дымовыделение из трещин на наружной поверхности образца. Свечение пламени в трещине на наружной поверхности между термопарами №3 и №5
40	Воспламенение контрольного ватного тампона в трещине между термопарами №3 и №5
40	Испытание окончено
<i>Образец №2</i>	
0	Начало испытания
17	Деформация образца в сторону обогрева
24	Обрушение внутреннего слоя ГКЛ между термопарами №4 и №5. Деформация образца в сторону обогрева увеличилась
30	Обрушение внутреннего слоя ГКЛ в районе термопары №3
39	Трещина на наружной поверхности ГКЛ. Дымовыделение по боковым профилям конструкции
42	Темное пятно прогара в районе термопары №3
44	Воспламенение контрольного ватного тампона в трещине на поверхности ГКЛ в районе термопары №3
45	Испытание окончено
<p><i>Время наступления предельного состояния по потере целостности (E):</i> – на образце №1 – 40 мин от начала испытания; – на образце №2 – 44 мин от начала испытания.</p> <p><i>Время наступления предельного состояния по теплоизолирующей способности (I):</i> – на образце №1 не достигнуто; – на образце №2 – 43 мин от начала испытания.</p> <p>Оценка результатов испытания: предел огнестойкости перегородки толщиной 100 мм с каркасом из стальных профилей, стекловолоконистой теплоизоляцией марки ISOVER ЗвукоЗащита-75/Е и обшивками из листов ГКЛ составляет EI30.</p>	

Таблица 2
Испытания каркасной перегородки с теплоизоляцией плотностью 37 кг/м³ из каменной ваты (вариант 2)

Время, мин	Результаты наблюдения
<i>Образец №1</i>	
0	Начало испытания
3	Слабое дымовыделение вдоль верхнего профиля конструкции над термопарой №2
20	Деформация образца в сторону обогрева
27	Деформация образца увеличилась, дымовыделение на стыке обшивок между термопарой №2 и №5
29	Темное пятно прогара на стыке обшивок между термопарами №2 и №5
30	Дымовыделение по вертикальным торцам конструкции. Дымовыделение на стыке обшивок в районе термопары №3
37	Свечение пламени в зазоре между обшивками между термопарами №2 и №5. Контрольный ватный тампон не воспламеняется
40	Воспламенение контрольного ватного тампона в зазоре на правом вертикальном стыке
41	Испытание окончено
<i>Образец №2</i>	
0	Начало испытания
16	Деформация образца в сторону обогрева
21	Дымовыделение на стыке обшивок в районе термопары №3
32	Деформация образца увеличилась
40	Темное пятно прогара на стыке обшивок в районе термопары №3
41	Дымовыделение с поверхности образца в районе термопары №3
43	Воспламенение контрольного ватного тампона в зазоре на левом вертикальном стыке
43	Испытание окончено
<p><i>Время наступления предельного состояния по потере целостности (E):</i> – на образце №1 – 40 мин от начала испытания; – на образце №2 – 43 мин от начала испытания.</p> <p><i>Время наступления предельного состояния по теплоизолирующей способности (I):</i> – на образце №1 не достигнуто; – на образце №2 не достигнуто.</p> <p>Оценка результатов испытания: предел огнестойкости перегородки толщиной 100 мм с каркасом из стальных профилей, теплоизоляцией плотностью 37 кг/м³ из волокон на основе базальтовых пород и обшивками из листов ГКЛ составляет EI30.</p>	

Результаты наблюдений в процессе испытаний образцов перегородок приведены в табл. 1 и 2.

Также было проведено определение предела огнестойкости каркасной перегородки, аналогичной по конструкции варианту 1 (теплоизоляция марки ISOVER ЗвукоЗащита-75/Е), но в качестве обшивки были использованы огнестойкие листы гипсокартона ГКЛО³. Результаты наблюдений в процессе испытаний образцов перегородок приведены в табл. 3.

Приведенные выше результаты испытаний предела огнестойкости перегородок с заполнением теплоизоляционными плитами плотностью 37 кг/м³ из волокон на основе базальтовых пород и стекловолоконистыми плитами марки ISOVER ЗвукоЗащита-75/Е не выявили какого-либо заметного влияния химической природы во-

локна на поведение конструкций в процессе огневых воздействий. Напротив, тип облицовки играет некоторую роль в обеспечении огнестойкости конструкций. Замена в рассматриваемых конструкциях гипсокартонных листов на листы огнестойкого гипсокартона формально привела к повышению предела огнестойкости с EI 30 до EI 45. Хотя если сравнить результаты испытаний (табл. 1 и 3) перегородок с заполнением стекловолоконистыми плитами марки ISOVER ЗвукоЗащита-75/Е, огнестойкий гипсокартон позволил повысить огнестойкость конструкции всего на 3 мин.

Второй тип строительных конструкций, испытанных в ИЦ «Огнестойкость» ЗАО «ЦСИ «Огнестойкость-ЦНИИСК», – многослойное кровельное покрытие с основанием из металлического профнастила^{4, 5}.

3. Протокол испытаний № 21 ск/и – 2008 от 02.09.2008, ИЦ «Огнестойкость» ЗАО «ЦСИ «Огнестойкость-ЦНИИСК» (договор № 143 ск-08).

4. Протокол № 6ск/по/и-2008 от 24.01.2008 г., ИЦ «Огнестойкость» ЗАО «ЦСИ «Огнестойкость-ЦНИИСК» (договоры № 141 ск-07 и №141-1 ск-07).

5. Протокол № 3ск/по/и-2008 г., ИЦ «Огнестойкость» ЗАО «ЦСИ «Огнестойкость-ЦНИИСК» (договоры № 141 ск-07 и №141-1 ск-07).

Таблица 3

Испытания перегородки с теплоизоляцией марки ISOVER ЗвукоЗащита-75/Е и облицовкой листами огнестойкого гипсокартона ГКЛО

Время, мин	Результаты наблюдения
Образец №1	
0	Начало испытания
5	Слабое дымовыделение в верхних углах образца
21	Слабое дымовыделение по боковым торцам образца
27	Деформация образца в сторону обогрева
29	Темное пятно прогара на стыке обшивок между термопарами № 2 и № 5
40	Дымовыделение по верхнему торцу конструкции
49	Пробежки пламени на стыке листов ГКЛО между термопарами № 1, № 3 и № 4. Воспламенение контрольного ватного тампона
49	Испытание окончено
Образец № 2	
0	Начало испытаний
18	Прогиб конструкции в сторону прогрева
30	Увеличился прогиб в сторону прогрева
35	Дымовыделение в вертикальном стыке слева от термопары № 3. Образовался зазор на левом стыке (вертик.)
38	Свечение в зазоре на левом стыке в районе термопары № 2
41	Контрольный ватный тампон в зазоре на левом вертикальном стыке не воспламенился
44	Контрольный ватный тампон в зазоре на левом вертикальном стыке не воспламенился.
47	Воспламенение контрольного ватного тампона в зазоре на левом вертикальном стыке.
48	Испытание окончено.
<p><i>Время наступления предельного состояния по потере целостности (E):</i> – на образце № 1 – 43 мин от начала испытания; – на образце № 2 – 47 мин от начала испытания.</p> <p><i>Время наступления предельного состояния по теплоизолирующей способности (I):</i> – на образце № 1 не достигнуто; – на образце № 2 не достигнуто.</p> <p>Оценка результатов испытания: предел огнестойкости перегородки толщиной 100 мм с каркасом из стальных профилей, стекловолоконистой теплоизоляцией марки ISOVER ЗвукоЗащита-75/Е и обшивками из листов ГКЛО составляет EI45.</p>	

Состав кровельного покрытия (послойно):

- стальные профилированные листы;
- полиэтиленовая пароизоляция;
- теплоизоляция в два слоя:



Стеновая конструкция (перегородка) из двух слоев ГКЛ на стальном каркасе с минераловатной теплоизоляцией ISOVER ЗвукоЗащита – 75/Е

вариант 1: нижний слой (90 мм) – ISOVER OL-P; верхний слой (40 мм) – ISOVER OL-TOP;
 вариант 2: плиты на основе базальтовых пород: нижний слой (90 мм) – плиты плотностью 115 кг/м³; верхний слой (40 мм) – плиты плотностью 190 кг/м³.

– битумно-полимерная гидроизоляция в два слоя – «ВиллаЭластН» и «ВиллаЭластВ».

Испытания многослойных кровельных покрытий на определение класса пожарной опасности проводили согласно ГОСТ 30403–96 «Конструкции строительные. Метод определения пожарной опасности» и ГОСТ 30247.0–94 «Конструкции строительные. Методы испытаний на огнестойкость. Общие требования».

Особенностью теплоизоляционного материала марки ISOVER OL-TOP является его принадлежность к группе горючести Г1 по ГОСТ 30244–94 (слабогорючие по СНИП 21-01–97*) из-за наличия горючего каширующего слоя из стеклохолста.

Следует отметить, что в отличие от кровельного покрытия с теплоизоляцией, выполненной плитами ISOVER, в соответствии с ГОСТ 30403–96 п.10.6 кровельному покрытию с утеплением каменно-ватными плитами (группа НГ), по формальным признакам может быть присвоен класс пожарной опасности К(0) без проведения испытаний.

Продолжительность испытаний кровельных покрытий на определение класса пожарной опасности составляла 15, 30 и 45 мин. Результаты наблюдений в процессе проведения испытаний образцов приведены в табл. 4 и 5.

Как видно из описания, поведение конструкций в процессе огневого воздействия несколько отличается в зависимости от химической природы материала утеплителей. Однако эти отличия в поведении конструкций не сказываются на конечном результате.

При испытании всех образцов кровельного покрытия независимо от марки применяемого утеплителя и продолжительности огневого воздействия отмечено наличие теплового эффекта.

После остывания конструкции вскрыли для оценки повреждений внутренних слоев, вызванных огнем воздействием. Повреждения гидроизоляционного слоя не произошло, повреждение пароизоляции, как и факт ее горения в процессе испытания, при исследовании конструкций не учитывалось в соответствии с ГОСТ 30403–96.

Критические повреждения произошли в слоях теплоизоляции. Характер повреждений различался для стекловолоконистых и каменно-ватных материалов. Стекловолоконистая теплоизоляция в результате оплавилась, выгорела, обуглилась, а теплоизоляция из каменной ваты выгорела и обуглилась. Такой характер повреждений обусловлен более низкой температурой плавления стеклянного волокна по сравнению с волокном на основе каменных пород. Однако в общем площадь и глубина повреждений сопоставимы при одинаковой продолжительности огневого воздействия, а их величина была такой, что вместе с наличием теплового эффекта позволило исследованные кровельные покрытия отнести к категории пожарной опасности К(3).

Таким образом, по ряду признаков (величина повреждения у теплоизоляции, наличие теплового эффекта) многослойные кровельные покрытия с основанием из металлического профнастила, полиэтиленовой пароизоляцией, двухслойной теплоизоляцией из минераловатных плит на основе стекловолокна марок ISOVER OL-P и ISOVER OL-TOP или каменной ваты плотностью 115 кг/м³ для нижнего слоя и плотностью 190 кг/м³ для верхнего слоя теплоизоляции и двухслойной гидроизоляцией соответствуют классу пожарной опасности К3 (15), К3 (30), К3 (45).

Полученные результаты испытаний кровельных покрытий с теплоизоляцией, выполненной из негорю-

Таблица 4

Испытания кровельного покрытия с теплоизоляционными плитами ISOVER

Время, мин	Результаты наблюдения
<i>Образец №1</i>	
0	Начало испытания
4	Дымовыделение по торцам конструкции из-под стекловолокнистых плит
15	Окончание испытания
<i>Образец №2</i>	
0	Начало испытания
3	Дымовыделение по торцам конструкции из-под стекловолокнистых плит
16	Обугливание нижней кромки нижнего слоя утеплителя в зоне огневой камеры печи
25	Осадка утеплителя в зоне огневой камеры печи
30	Окончание испытания
<i>Образец №3</i>	
0	Начало испытания
3	Дымовыделение по торцам конструкции из-под стекловолокнистых плит
16	Обугливание нижней кромки нижнего слоя утеплителя в зоне огневой камеры печи
24	Осадка утеплителя в зоне огневой камеры печи
32	Расслоение нижних и верхних плит утеплителя на боковых торцах конструкции в зоне огневой камеры печи
40	Дымовыделение из зазора между верхними и нижними плитами утеплителя с левого торца образца в зоне огневой камеры печи
45	Окончание испытания

Таблица 5

Испытания кровельного покрытия с теплоизоляцией из каменной ваты

Время, мин	Результаты наблюдения
<i>Образец №1</i>	
0	Начало испытания
2	Плавление пароизоляции на боковых торцах конструкции
2,5	Дымовыделение по торцам конструкции
7	Тление пароизоляции на боковых торцах конструкции
9	Воспламенение и стабильное горение пароизоляции на боковых торцах конструкции в зоне огневой камеры печи
15	Окончание испытания
<i>Образец №2</i>	
0	Начало испытания
2	Плавление пароизоляции на боковых торцах конструкции
4	Дымовыделение по торцам конструкции
8	Тление пароизоляции на боковых торцах конструкции. Воспламенение пароизоляции
30	Окончание испытания
<i>Образец №3</i>	
0	Начало испытания
2	Плавление пароизоляции на боковых торцах конструкции
4	Дымовыделение по торцам конструкции и на боковых торцах
8	Тление пароизоляции на боковых торцах конструкции. Воспламенение пароизоляции
29	Дымовыделение прекратилось
45	Окончание испытания

чих по ГОСТ 30244–94 каменно-ватных плит, находятся в противоречии с п.10.6 ГОСТ 30403–96, позволяющим без испытаний присваивать категорию пожарной опасности К0 конструкциям, изготовленным только из материалов группы горючести НГ.

Другие важные экспериментальные данные, позволяющие оценить влияние химической природы волокна теплоизоляционных плит на пожарную опасность строительных конструкций, в частности навесных фасадных систем с воздушным зазором (НФС), получены в ряде работ, выполненных в ФГУ ВНИИПО МЧС России^{6–13}.

Что касается минераловатных теплоизоляционных плит на основе базальтовых пород, то их применение для теплоизоляции основной плоскости стен в навес-

ных фасадных системах распространено широко и не вызывает сомнений. Совершенно другое положение сложилось с теплоизоляцией на основе стеклянного волокна. До последнего времени существовали ограничения на применение в НФС стекловолокнистых плит для утепления основной плоскости стен. Особенно жесткие ограничения касались НФС с несущим каркасом, выполненным из алюминиевых сплавов, что мотивировалось низкой температурой плавления этих сплавов.

С целью изучения возможности применения в НФС в качестве теплоизоляции минераловатных плит на основе стеклянного штапельного волокна марки ISOVER во ВНИИПО МЧС РФ провели серию испытаний на пожарную опасность в соответствии с ГОСТ 31251–2003 «Конструкции строительные. Методы определения пожарной опасности. Стены наружные с внешней стороны» ряда навесных фасадных систем с воздушным зазором и каркасом из алюминиевых сплавов. Для облицовки основной плоскости фасада были использованы следующие материалы: керамогранит, керамика, натуральный камень, цементно-волоконные плиты, металлокомпозитные материалы.

Все испытанные фасадные системы имели общие технические решения:

– двухслойное утепление основной плоскости стены (внутренний слой – теплоизоляционные плиты из стеклянного штапельного волокна марки ISOVER KL 34,



Двухслойное решение ISOVER OL–TOP+ISOVER OL–P

6. Протокол № 8934 от 25.03.2009 г., ФГУ ВНИИПО МЧС России.
 7. Протокол № 7712 от 15.10.2007 г., ФГУ ВНИИПО МЧС России.
 8. Протокол № 7740 от 22.10.2007 г., ФГУ ВНИИПО МЧС России.
 9. Протокол № 7710 от 17.03.2007 г., ФГУ ВНИИПО МЧС России.
 10. Протокол № 7281 от 09.04.2007 г., ФГУ ВНИИПО МЧС России.
 11. Протокол № 8396 от 21.07.2008 г., ФГУ ВНИИПО МЧС России.
 12. Протокол № 8382 от 16.07.2008 г., ФГУ ВНИИПО МЧС России.
 13. Отчет № 8934 от 26.03.2009 г., ФГУ ВНИИПО МЧС России.

группа НГ по ГОСТ 30244–94, и внешний слой — плиты марки ISOVER RKL-B, кашированные стеклохолстом, группа горючести Г1 по ГОСТ 30244–94;

— пожарную отсекку (противопожарный короб открытого или скрытого исполнения) по периметру оконных, дверных и др. проемов, выполненную панелями из коррозионно-стойкой тонколистовой стали или из стали с антикоррозионным покрытием толщиной не менее 0,55 мм, заполненную полосами-вкладышами толщиной 50 мм из минераловатных теплоизоляционных плит с волокнами на основе базальтовых пород.

Результаты работ показали, что все испытанные фасадные системы с утеплением основной плоскости стены теплоизоляционными плитами на основе стеклянного штапельного волокна марки ISOVER относятся к внешней стороны к классу пожарной опасности К0.

Следует отметить, что применение в навесной фасадной системе в качестве теплоизоляционного материала плит марки ISOVER RKL-B (группа горючести Г1), состоящих из негорючего материала (группа НГ) с горючим наружным ветрозащитным слоем из стеклохолста (кашированием), не приводит к изменению класса пожарной опасности НФС по критериям ГОСТ 31251–2003. Такая конструктивная особенность наружного слоя системы утепления ISOVER в НФС

позволяет отказаться от применения горючих диффузионных мембран без снижения тепловой эффективности изоляции.

Обобщение результатов испытаний НФС с использованием теплоизоляции ISOVER позволило сформулировать требования к конструктивным решениям и констатировать, что применение в навесных фасадных системах с воздушным зазором в качестве утеплителя основной плоскости системы теплоизоляционных плит из стеклянного штапельного волокна на синтетическом связующем торговой марки ISOVER не приведет к изменению ранее присвоенного этим системам класса пожарной опасности^{14, 15}.

Настоящая работа дала объективную оценку влияния минераловатной теплоизоляции на основе стеклянного штапельного волокна, в частности марки ISOVER, на огнестойкость и пожарную опасность строительных конструкций. Показано, что химическая природа теплоизоляционного материала — стекла или каменного сырья, не оказывает никакого влияния на их противопожарные характеристики.

Результаты проведенных исследований позволили снять ранее существовавшие ограничения на применение минераловатной теплоизоляции из стекловолокна ISOVER в навесных фасадных системах с воздушным зазором.

14. «Заключение по оценке возможности применения минераловатных утеплителей на основе стеклянного штапельного волокна торговой марки ISOVER в навесных фасадных системах с воздушным зазором, с каркасом из профилей, выполненных из алюминиевых сплавов...» от 26.03.2009 г., ФГУ ВНИИПО МЧС России (договор № 221/Н-3.2).

15. «Заключение по оценке возможности применения минераловатных утеплителей на основе стеклянного штапельного волокна торговой марки ISOVER в навесных фасадных системах с воздушным зазором, с каркасом из профилей, выполненных из коррозионно-стойкой стали или стали с антикоррозионным покрытием...» от 26.05.2009 г., ФГУ ВНИИПО МЧС России (г/п исх. № 112 от 12.05.2009 г. ООО «Сен-Гобен Строительная Продукция Рус»).

«ОСЕННИЙ СТРОИТЕЛЬНЫЙ ФОРУМ-2009»

XI-я специализированная выставка
ЖИЛИЩЕ

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



**с 22 по 25
сентября**

2009



КАЗАНЬ

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

УДК 66.074

Н. М. САМОХВАЛОВ, канд. техн. наук,
Иркутский государственный технический университет

Регенерация насыпных слоев в зернистых фильтрах

В сложных технологических условиях, к которым относятся очистка высокотемпературных и коррозионных запыленных газов, особое значение приобретают зернистые фильтры. Фильтрование через зернистые насыпные слои в таких условиях обладает рядом преимуществ перед другими способами пылеулавливания за счет их термической и коррозионной стойкости, способности к высокоэффективной очистке и дешевизны.

В производстве минеральной ваты на Новомальгинском заводе строительных материалов при очистке колошниковых газов из ваграночных печей был испытан барабанный зернистый фильтр с вращающейся насадкой [1]. В качестве зернистой фильтрующей среды в нем использован гравийный песок с фракцией зерен 0,002–0,005 м. Необходимость использования зернистого фильтра вызвана низкой эффективностью очистки существующей пылеочистой установки (не более 50–60%), состоящей из рукавного фильтра и системы автоматизированного охлаждения колошниковых газов. Однако в условиях Сибири такая установка оказалась ненадежной и быстро вышла из строя.

В барабанном зернистом фильтре для регенерации использовалась интенсивная струйная продувка в месте пересыпки вращающегося кольцевого фильтрующего слоя (рис. 1). Такой способ регенерации позволяет реализовать быструю и непрерывную продувку слоя, что обеспечивает высокую эффективность очистки в стационарном периоде фильтрования до 98–99% [2]. Однако степень очистки и гидравлическое сопротивление фильтра зависят от эффективности регенерации запыленного зернистого слоя.

На рис. 2 представлены результаты исследования различных условий регенерации в барабанном зернистом фильтре.

Для исследования использовалась уловленная пыль из колошниковых газов. Фракционный состав пыли представлен в табл. 1.

Сравнение различных методов регенерации (рис. 2) показало, что наиболее эффективно удаление пыли происходит при интенсивной струйной продувке зернистого слоя, пересыпающегося в месте продувки. Эффективность регенерации K_p в этом случае составил 93–95% (кривая 4). При этом основное количество пыли было удалено в течение первой минуты регенерации. Пересыпка происходила за счет небольшой недогрузки зернистого материала в фильтрующий слой. Продувочная струя была направлена перпендикулярно к плоскости естественного откоса пересыпающегося материала. Давление продувочного воздуха обеспечивало псевдооживление слоя в месте продувки. Расход воздуха на продувку составлял менее 10% от расхода фильтруемого газа.

Изучение влияния скорости вращения барабана на регенерацию позволило заключить, что даже небольшое вращение барабана 0,015–0,03 с⁻¹ приводит к резкому спаду сопротивления. Однако увеличение скорости вращения барабана до 0,08–0,1 с⁻¹ приводит к ухудшению условий регенерации за счет сокращения длительности воздействия струи на регенерируемый участок слоя. Оптимальной скоростью вращения барабана следует считать 0,01–0,03 с⁻¹. В этом случае обеспечивается хорошая пересыпка и эффективная регенерация.

В производстве нейтрального гипохлорита кальция (НГК) – порошкообразного продукта с содержанием хлора 30–50% на ООО «Усольхимпром» для улавливания готового продукта после сушилки с «кипящим слоем» используется трехступенчатая очистка: 1-я и 2-я ступени – два последовательно установленных циклона, 3-я ступень – пенно-вихревой аппарат. Однако остаточная запыленность НГК в выбросах значительно превышает ПДК.

Одним из наиболее целесообразных способов очистки в данной ситуации является фильтрование зернистой средой. Для исследований был разработана опытная модель зернистого фильтра с рециркуляцией фильтрующе-

Таблица 1

Размер частиц, мкм	0–5	5–16	16–40	40–63	63–100	100–160	Более 160
Содержание фракции, мас. %	15	13	24	19	12	10	7

Таблица 2

Время фильтрации, с	Толщина зернистого слоя, м	Входная запыленность, кг/м ³	Сопротивление слоя, Па:	
			ПВХ	Цемент
1800	0,05	$7 \cdot 10^{-3}$	72,3	87,6
2400	0,05	$7 \cdot 10^{-3}$	109,1	136,1
5400	0,05	$7 \cdot 10^{-3}$	140	185,5
9000	0,05	$7 \cdot 10^{-3}$	235,2	286,3
10800	0,05	$7 \cdot 10^{-3}$	274,4	340,2
11700	0,05	$7 \cdot 10^{-3}$	304	360,4

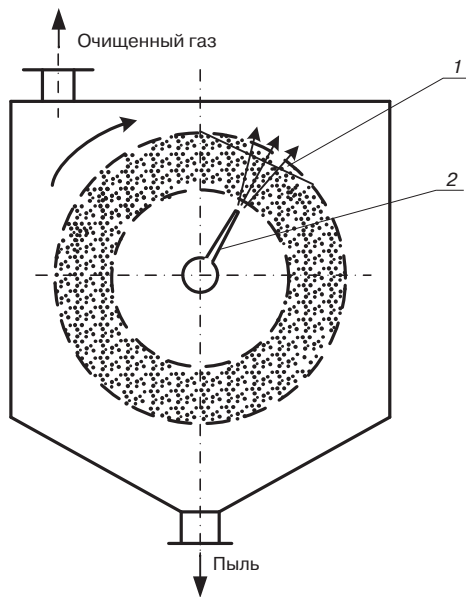


Рис. 1. Схема струйной продувки пересыпающейся зернистой насадки: 1 – плоскость естественного откоса пересыпающегося материала; 2 – струйная продувка

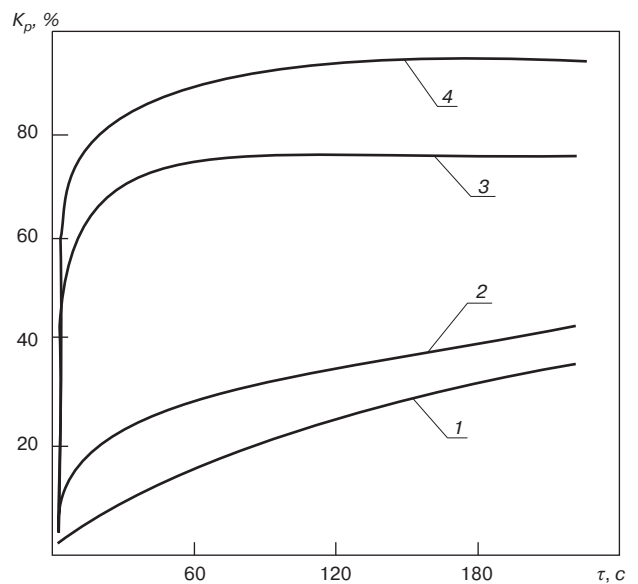


Рис. 2. Зависимость эффективности регенерации K_p вращающегося зернистого слоя от продолжительности продувки T : 1 – прямая продувка неподвижного слоя; 2 – прямая продувка пересыпающегося слоя; 3 – обратная неструйная продувка пересыпающегося слоя; 4 – обратная струйная продувка при пересыпке зерен в слое

го слоя (рис. 3). Фильтр состоит из цилиндрического корпуса 5 с коническим дном. Внутри корпуса расположен вертикальный кольцевой канал, ограниченный двумя коническими жалюзийными стенками 6. Между ними под действием силы тяжести движется зернистый материал 7. Запыленный воздух подается по патрубку 11 во внутреннюю полость фильтра. Пройдя через движущийся слой 7, очищенный воздух отводится из аппарата через патрубок 8. Зернистый материал с уловленной пылью опускается вниз и через дозирующее устройство 4 удаляется по наклонной сетке 3, расположенной в камере 2, в эжектор 16. Из эжектора зернистый материал потоком чистого воздуха транспортируется пневмотранспортной линией 14 в бункер-сепаратор 9. При транспортировке происходит интенсивная продувка зерен от оставшейся после просеивания пыли. Просеянная на сетке 3 пыль выводится из аппарата через патрубок 1.

В сепараторе 9 зернистый материал отделяется от транспортирующего потока и воздух с пылью направляется через патрубок 12 в общий очищаемый поток на фильтрацию. Для равномерного распределения зернистой насадки в бункере-сепараторе 9 входной патрубок 13 выполнен тангенциально. Возможный частичный унос зерен из сепаратора не нарушает работу аппарата. Зернистый материал загружается через люк 15 камеры для просеивания или люк 10. Дозирующее устройство обеспечивает подачу запыленного зернистого материала на просеивание небольшими дискретными порциями или непрерывной струйкой. Воздух, частично проникающий через дозирующее устройство, продувает сетку от пыли. Учитывая сложность работы в лабораторных условиях с НГК, исследования условий регенерации проводились на менее опасных пылях – поливинилхлорида (ПВХ) и цемента. Медианный размер ПВХ $\delta_{50} = 26$ мкм и дисперсия $\sigma^2 = 3,2$, а цемент имел $\delta_{50} = 15$ мкм и $\sigma^2 = 3,6$.

Регенерация зернистой среды только продувкой ее при пневмотранспорте (без просеивания) с возвратом продувочного воздуха на фильтрацию не дала положительного эффекта. В этом случае сопротивление гравийного слоя при пылеочистке непрерывно возрастало во времени (табл. 2). Использование просеивания на наклонной сетке запыленного зернистого материала перед подачей его на

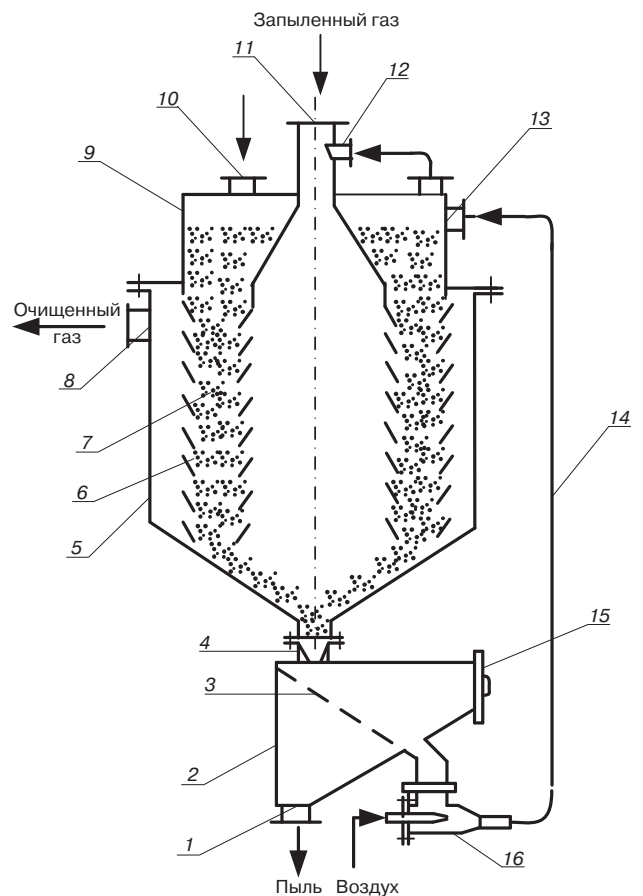


Рис. 3. Зернистый фильтр с рециркуляцией насадки: 1 – патрубок для вывоза пыли; 2 – камера для просеивания; 3 – наклонная сетка; 4 – дозирующее устройство; 5 – цилиндрический корпус с коническим дном; 6 – жалюзийные стенки кольцевого канала; 7 – зернистый материал (движется под действием силы тяжести); 8 – патрубок для отвода очищенного газа; 9 – бункер-сепаратор; 10 – люк; 11 – патрубок для ввода запыленного воздуха; 12 – патрубок, по которому воздух с пылью направляется на очищение в общий поток; 13 – входной патрубок; 14 – пневмотранспортная линия; 15 – люк камеры для просеивания; 16 – эжектор

Таблица 3

Зернистый материал	Пыль	Аутогезионная прочность пыли, P_a , Па	Наклон сетки, град.	Длина сетки, м	Содержание пыли, кг/кг	Эффективность просеивания, %
Полистирол с размером зерен $3,7 \cdot 10^{-3}$ м	ПВХ	25	25	0,3	0,04	Плохая сыпучесть
			35	0,2	0,04	89,6
			35	0,3	0,04	99,5
			35	0,3	0,1	99,4
			35	0,3	0,2	99,6
			40	0,3	0,05	99,5
			40	0,4	0,05	99,7
			50	0,3	0,05	97,8
Песок $(1-3) \cdot 10^{-3}$ м	ПВХ	25	30	0,3	0,05	Плохая сыпучесть
			45	0,3	0,05	98,8
Песок $(1-5) \cdot 10^{-3}$ м	Цемент	300	30	0,4	0,06	Плохая сыпучесть
			40	0,4	0,05	Плохая сыпучесть
			55	0,4	0,05	98,4
			60	0,4	0,05	90

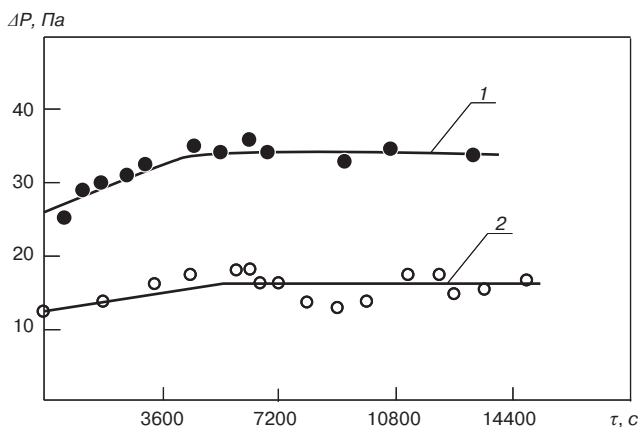


Рис. 4. Зависимость сопротивления зернистого слоя от продолжительности фильтрации при рециркуляции зернистой среды и значении скорости W_0 : 1 – 0,06 м/с; 2 – 0,04 м/с

линию пневмотранспорта привело к быстрому снижению гидравлического сопротивления фильтра.

Исследования показали, что эффективность просеивания пыли на наклонной сетке зависит от длины сетки, количества пыли в зернистом материале, количества регенерируемого материала, угла наклона сетки, сыпучести пыли. В табл. 3 представлены экспериментальные данные по просеиванию зернистых материалов на металлической сетке с ячейками 2×2 мм при свободной пересыпке.

Угол наклона сетки зависит от угла естественного откоса зернистого материала. Наличие пыли ухудшает сыпучесть материала, при этом повышение аутогезионной прочности пыли P_a снижает эффективность регенерации. Увеличение угла наклона вызывает рост скорости движения зернистого материала по сетке, что приводит к увлечению пыления материала и снижению качества просеивания.

Установлено, что угол наклона сетки должен быть близок к углу естественного откоса зернистого материала, но меньше угла откоса пыли. Для сыпучих пылей, имеющих аутогезионную прочность до 150 Па, можно рекомендовать угол наклона сетки в пределах $35-40^\circ$, а для пылей с большей слипаемостью – $45-55^\circ$. Большой эффект достигается, когда зернистый материал сыпается не сплошным, а разреженным слоем или когда сетка имеет небольшую волнистость, которая не препятствует движению материала. Перемещение материала вызывает вибрацию сетки и способствует удалению пыли с поверхности зерен и через отверстия сетки. Желательно, чтобы сетка имела ячейки как можно большего размера. Однако одно просеивание не гарантирует стабильной эффективности регенерации, по-

этому его лучше сочетать с другими способами регенерации, например с последующей интенсивной продувкой.

Использование рециркуляции с одновременной регенерацией позволяет проводить непрерывный процесс фильтрации. Установлено, что гидравлическое сопротивление фильтра в этом случае растет только в течение ограниченного периода времени, а далее даже при высокой концентрации пыли запыление фильтрующего слоя не приводит к заметному увеличению сопротивления. При непрерывной регенерации зернистого слоя через определенный промежуток времени происходит стабилизация гидравлического сопротивления вследствие равновесия, достигаемого между количеством поступающей на фильтрацию выводимой при регенерации пыли. Прекращение рециркуляции приводит к возрастанию сопротивления фильтрующего слоя.

На рис. 4 представлены результаты исследований гидравлического сопротивления фильтра с рециркуляцией зернистой насадки, показывающие, что сопротивление растет только в течение некоторого промежутка времени, а затем стабилизируется, колеблясь в небольших пределах около некоторой средней величины. Установлено, что период стабилизации зависит от условий фильтрации, в том числе от скорости рециркуляции. Чем быстрее происходит регенерация фильтрующей насадки, тем меньше период стабилизации и меньше прирост сопротивления.

Скорость рециркуляции насадки определяет продолжительность цикла фильтрации, под которой понимается время полного обновления зернистого материала в фильтрующем слое. Продолжительность цикла фильтрации можно определить по соотношению объемных расходов фильтрующей и регенерируемой насадки:

$$\tau = V_{\text{зн}}/V_{\text{зр}}$$

где $V_{\text{зн}}$ – объем зернистой насадки в фильтрующем слое, м^3 ; $V_{\text{зр}}$ – объемный расход насадки, выводимой на регенерацию, $\text{м}^3/\text{с}$.

Аналогичный зернистый фильтр с рециркуляцией насадки был внедрен на заводе ЖБИ для доочистки воздуха после пневмотранспорта цемента из силосов на бетонно-растворный узел. Эффективность очистки составила 97–98%.

Список литературы

1. Пат. 2060793 Российская Федерация, 6 В 01 D 46/36. Барабанный зернистый фильтр / Самохвалов Н.М., Саторник Д.В. Оpubл. 27.05.96. БИ № 15. 4 с.
2. А. с. 1430072 СССР, В 01 D 46/30. Способ улавливания пыли в зернистых фильтрах / Самохвалов Н. М., Ульянов Б. А., Быстрицкий А. А. № 4103662/31–26; заявл. 04.08.86; опубл. 15.10.88. БИ № 38. С. 4.

В.И. ЛОГАНИНА, д-р техн. наук, Н.А. ПРОШИНА, канд. техн. наук,
О.А. ДАВЫДОВА, инженер (_oda@mail.ru), Пензенский государственный университет
архитектуры и строительства

Золь-гель-технология для синтеза кремнийсодержащей добавки известковых отделочных составов

Реставрация исторических зданий, сохранивших в большей или меньшей степени первоначальную отделку фасадов, вызывает определенные трудности, связанные с несовместимостью известковой штукатурки с современными отделочными материалами.

Как показывает практика, наилучшие результаты при восстановлении фасадов, оштукатуренных известковыми штукатурными растворами, достигаются при использовании красок, близких по составу к историческим аналогам, т. е. известковых. Краски этого типа обладают высокой паропроницаемостью, не вызывают напряжений в материале штукатурки, не разрушают ее и не имеют склонности к отслаиванию в процессе эксплуатации.

Известковые краски применялись на протяжении многих лет для отделки стен зданий. Однако покрытия на основе известковых составов обладают недостаточной долговечностью, составляющей 1–3 года. В связи с разработкой новых лакокрасочных составов на полимерных связующих, покрытия на основе которых обладают более высокой стойкостью, применение известковой краски сократилось, в структуре лакокрасочных материалов ее удельный вес составляет 1–2%. Между тем, по данным [1], срок службы известковой краски может составлять 8–12 лет при соблюдении технологии ее нанесения и рецептуры краски.

Известно, что известковые составы обладают незначительной прочностью, долговечностью. Для повышения стойкости известковых составов в их рецептуру вводят активные минеральные добавки, содержащие кремнезем в аморфном виде (опока, трепел, диатомит). Активность взаимодействия их с известью определяется в числе других факторов тонкостью их помола, что приводит к дополнительным энергозатратам на измельчение.

В связи с этим весьма актуальным является получение активной кремнийсодержащей добавки по энергосберегающей технологии, сущность которой заключается в пропуски жидкого стекла определенной плотности через катионитовую колонку и получении золя кремниевой кислоты с pH=3–4.

Проведенные ранее исследования показали эффективность введения в рецептуру известковых отделочных составов золя кремниевой кислоты [2]. Установлено, что при введении добавки золя в известковую смесь

наблюдается ускорение набора пластической прочности, повышение физико-механических показателей отделочных слоев на их основе, снижение деформаций усадки-набухания, замедление сроков высыхания и т. д.

Для определения активности золя предложена методика, заключающаяся в определении его количества, пошедшего на взаимодействие с известью, в соответствии с выражением:

$$A = \frac{m}{M} 100\%, \quad (1)$$

где А – активность золя; m – количество золя, пошедшее на взаимодействие с известью; М – масса золя в системе.

Для оценки количества золя, пошедшего на взаимодействие с известью, определялось изменение pH системы известь–золь. С этой целью в колбу, содержащую определенный объем золя с известной концентрацией, помещали навеску извести Ca(OH)₂ и измеряли с помощью pH-метра pH системы. Количество золя m определяли в соответствии со стехиометрическим уравнением взаимодействия извести с кремниевой кислотой. На рис. 1 приведена кинетика изменения pH системы известь–золь в зависимости от содержания извести.

При взаимодействии многоосновных слабых кислот с сильными основаниями положение первой точки эквивалентности, соответствующей образованию кислой соли, определяют по формуле:

$$pH_1 = \frac{pK_1 + pK_2}{2}, \quad (2)$$

где K₁ – константа диссоциации H₂SiO₃ по первой ступени; K₂ – константа диссоциации по второй ступени.

Учитывая, что K₁=2,2·10⁻¹⁰ и K₂=1,6·10⁻¹², pH₁=10,73.

Рассчитывалось количество золя, пошедшее на взаимодействие с известью при pH первой точки эквивалентности. Принимали во внимание, что при образовании кислой соли количество прореагировавшего золя составляет 1/2 от общего количества реакционноспособного золя. В табл. 1 приведены числовые значения активности золя в зависимости от его возраста.

Различная активность золя в зависимости от его возраста, на наш взгляд, объясняется изменением размеров его частиц. Размер частиц золя определялся турбидиметрическим методом.

Таблица 1

Возраст золя, сут	Активность золя, А, %
1	22
3	19
5	16
7	14
10	10

Таблица 2

Время твердения, сут	Контрольный состав	Отношение известь:золь	
		1:0,5	1:1
7	0,25	0,35	0,43
14	0,31	0,44	0,56
28	0,51	0,57	0,71

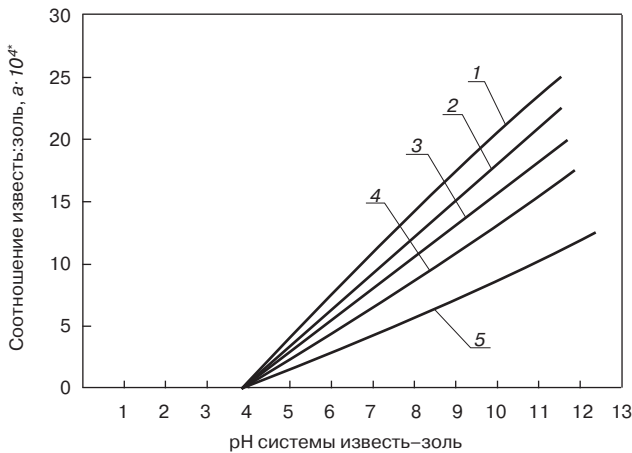


Рис. 1. Кинетика изменения pH системы «известь-золеь» в зависимости от возраста золя: 1 – 1 сут; 2 – 3 сут; 3 – 5 сут; 4 – 7 сут; 5 – 10 сут.
Примечание. * По оси ординат дано отношение массы извести к массе 2%-го золя

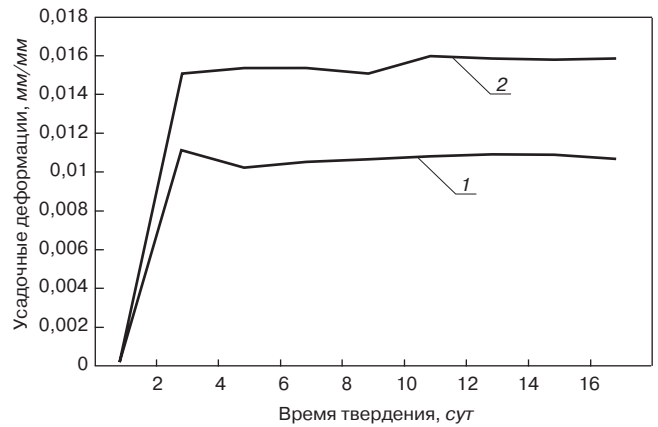


Рис. 2. Влияние добавки золя на деформации усадки отделочных составов: 1 – состав с золом; 2 – контрольный состав

Результаты расчета свидетельствуют, что в возрасте 1–5 сут радиус частиц золя составляет 17,1–17,9 нм, а в дальнейшем происходит укрупнение частиц и в возрасте 19 сут радиус частиц составляет – 131,2–143 нм.

Введение добавки золя (возраст 1 сут) способствует повышению прочности при сжатии известковых растворов. Прочность при сжатии образца с отношением компонентов известь:песок = 1:3, В/И = 2 (молотый песок удельной поверхности $S_{уд} = 5065 \text{ см}^2/\text{г}$) с добавкой золя при отношении известь:золеь = 1:0,5 в возрасте 7 сут твердения составила $R_{сж} = 0,68 \text{ МПа}$ и в возрасте 56 сут твердения $R_{сж} = 0,95 \text{ МПа}$, в то время как у контрольного состава соответственно $R_{сж} = 0,25 \text{ МПа}$ и $R_{сж} = 0,61 \text{ МПа}$.

Увеличение возраста золя до 11 сут снижает эффективность действия добавки и вызывает меньшее повышение прочности при сжатии в возрасте 28 сут воздушно-сухого твердения, составляющее 39% при отношении известь:золеь = 1:1 (табл. 2).

Повышение прочности известковых композиций при введении добавки золя кремниевой кислоты обусловлено физико-химическим взаимодействием золя с известью. В работе определялось количество свободной извести $\text{Ca}(\text{OH})_2$ в затвердевшей известковой композиции. С этой целью были заформованы образцы известкового раствора состава 1:4 (контрольный и с добавкой золя при соотношении известь:золеь = 1:1). После твердения в воздушно-сухих условиях в течение 28 сут проба образцов растиралась, помещалась в эксикатор для исключения карбонизации, а затем использовалась для определения содержания извести по методике ГОСТ 5382–91.

Как показали результаты исследований, содержание свободной извести в контрольных составах составляет 49,8% от общей массы извести, а с добавкой золя – 39,6%, что является подтверждением химического взаимодействия извести с золом.

Отделочные слои на основе известковых составов с применением золя кремниевой кислоты характеризуются пониженными деформациями усадки в процессе отверждения (рис. 2). Усадочные деформации для контрольного состава составили 0,016 мм/мм в возрасте 16 дней, а для состава с золом – 0,011 мм/мм.

Таким образом, проведенные исследования показали, что кремнеземсодержащий золеь может быть использован для повышения эксплуатационных свойств известковых отделочных покрытий.

Список литературы

1. О специфике материалов для реставрации // Технологии строительства. 2001. № 1. С. 6–9.
2. Логанина В.И., Давыдова О.А., Саденко С.М. Применение золеь-гель-технологии для повышения качества известковых отделочных составов. Современные проблемы строительного материаловедения и технологии: Материалы международного конгресса «Наука и инновации в строительстве». Воронеж: Изд-во ВГУАС, 2008. С. 299–304.



на журнал «Строительные материалы»®

Актуальная информация для всех работников строительного комплекса



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



Автомат резки для фасадной плитки



Роботизированное садовое устройство



Обожженные блоки фасадной керамической плитки



Разгрузочное устройство со сменным захватом

Фирма **Cerámicas Mora** воплощает в жизнь гибкость производства с наивысшими требованиями к качеству с помощью нового комбинированного завода фирмы ЛИНГЛ

Испанский производитель кирпича Cerámicas Mora на своем новом заводе по производству лицевого кирпича и фасадной плитки в г. Иллетасе (Испания) делает ставку на усовершенствованную технику фирмы ЛИНГЛ и гибкую концепцию завода, производящего различную продукцию высокого качества при очень низких производственных затратах.

Производство Cerámicas Mora, основанное более 50 лет назад, располагается в г. Иллетасе, к югу от Мадрида. Отсюда предприятие поставляет широкий спектр строительной керамики во все регионы Испании. Одним из первых производителей керамического кирпича Cerámicas Mora использовал туннельную печь. После расширения завода в 1977–1978 гг. фирмой Cerámicas Mora в 2004 г. было принято решение о дальнейшем усовершенствовании производства совместно с фирмой ЛИНГЛ. С конца 2006 г. на новом комбинированном заводе предприятие производит лицевой кирпич, клинкерную плитку для мощения очень высокого качества и *новый продукт – крупноформатную плитку для устройства навесных вентилируемых фасадов*. Это уникальное предложение для испанского рынка.

Для Пабло Гарсии-Фогеды, владельца и руководителя фирмы Cerámicas Mora, в целях минимизации инвестиционных и эксплуатационных расходов было очень важно построить завод, где на минимальной производственной площади производится продукция самого высокого качества при наименьшем количестве занятого персонала. Большой опыт фирмы ЛИНГЛ в создании заводов с гибкой производственной структурой и многочисленные положительные отзывы коллег-производителей строительной керамики из многих стран мира стали главными аргументами в пользу выбора этой фирмы в качестве стратегического партнера.

Также было принято решение о начале производства крупноформатных деталей из керамики для вентилируемых фасадов в Испании. Причиной этого является активное развитие этого направления в оформлении фасадов, исключительный внешний вид керамических фасадных изделий, возможность выпуска изделий широкой цветовой гаммы и фактур, а также быстрый монтаж элементов фасада.

Для фирмы ЛИНГЛ «ноу-хау» при производстве фасадной плитки имеет стратегически важное значение. Поскольку на рынке традиционной кирпичной продукции существует жесткая конкуренция, фирма ЛИНГЛ предлагает наиболее простые и эффективные решения для производства оригинальной продукции, которая является для строительного рынка инновационной, следовательно, может иметь достаточно высокую цену.

Новый завод состоит из двух производственных линий: одна линия для производства лицевого кирпича и клинкерной плитки; вторая линия для производства элементов фасада. Производство ведется в три смены, семь дней в неделю. Дневная производительность линии по производству элементов фасада составляет 330 т, что соответствует годовому объему производства 700 тыс. м². Это чрезвычайно высокая производительность по сравнению с прежними установками по производству фасадной плитки.

Притягательность данной концепции завода позволяет производителям кирпича путем относительно небольших дополнительных инвестиционных затрат в течение короткого времени организовать производство фасадных плит и обеспечить спрос на новую продукцию в минимальные сроки.

Для сохранения эффективности завод разработан таким образом, что для различных видов продукции — клинкер и фасадная плитка — используется одна проходная сушилка, и обжиг производится в одной туннельной печи.

На заводе Cerámicas Mora брус экструдирован вертикально, разрезается на блоки формата 1100×450 мм, которые устанавливаются на сушильные вагонетки. После сушки роботизированный автомат-садчик устанавливает блоки на обжиговые вагонетки. Обожженные изделия разгружаются на линию резки, где блок разрезается на две плитки.

Дополнительно новый завод оснащен оборудованием для производства глазурованного клинкера, который пользуется особым спросом в первую очередь во влажном климате Северной Испании. Равномерная окраска, широкая цветовая гамма придают изделиям эстетичный внешний вид. Высокая водоотталкивающая способность делает их особенно эффективными для облицовки фасадов. Такие свойства изделий как водопоглощение и прочность при сжатии почти вдвое превышают нормативные требования. Такие свойства изделий обеспечиваются не только высоким качеством сырья, грамотной массоподготовкой и формованием, но и высокоэффективным автоматизированным сушильным и обжиговым оборудованием фирмы ЛИНГЛ.

Для линии производства кирпича фирма ЛИНГЛ установила многократно испытанную ленточную «арфу». Благодаря высокоточным элементам конструкции значительно сокращается время, затрачиваемое на переоснащение (до 15 минут), и достигается оптимальный результат резки и нанесения фасок.

Проходная сушилка фирмы ЛИНГЛ оснащена специальной вентиляционной техникой на первом этапе сушки, для обеспечения сушки фасадной плитки без деформаций.

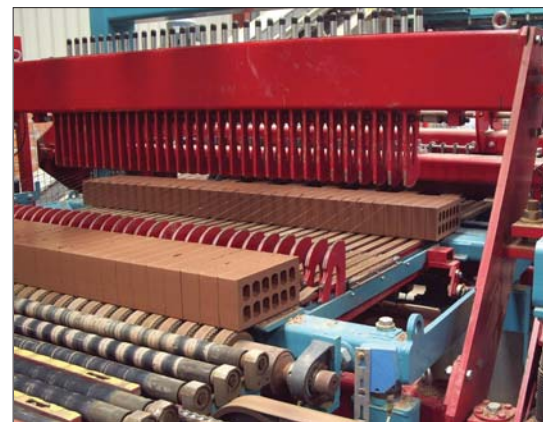
Блоки для фасадной плитки и клинкер обжигаются в кирпичной туннельной печи фирмы ЛИНГЛ длиной почти 150 м, шириной 7 м и высотой 1,2 м. Туннельная печь рассчитана на температуру обжига 1350°C, так что в ней может производиться обжиг также и типичного в Испании клинкера «грес». Система сводовых горелок гарантирует лучшую равномерность распределения температуры над поперечным срезом садки.

Поскольку сырье фирмы Mora из-за высокой доли кварца является очень чувствительным к охлаждению, фирма ЛИНГЛ отреагировала на это использованием новой конфигурации печи. В зону охлаждения встроена система циркуляции горячего газа фирмы KERATEK Brakemeier из Нижней Саксонии, с которой заключено специальное соглашение на поставку таких систем циркуляции. Достигнутый успех стал подтверждением технологической компетентности: по данным заказчика, показатели качества конечной продукции значительно превышают характеристики изделий, представленных на рынке. Это обеспечивает высокий стабильный спрос. Таким образом фирме Mora в короткие сроки удалось занять устойчивую позицию в сегменте клинкерной продукции, за который ведется жесткая конкурентная борьба.

Стремление к наивысшему качеству всех видов продукции всегда являлось важнейшей целью предприятия Cerámicas Mora. На новом заводе фирма ЛИНГЛ реализовала все требования заказчика с учетом особенностей сырья и структуры рынка строительной продукции. Вот что говорит Пабло Гарсия-Фогедо, руководитель предприятия Cerámicas Mora: «Фирма ЛИНГЛ меня удовлетворила!». Испанский производитель кирпича не в последнюю очередь извлекает выгоду из практического опыта фирмы ЛИНГЛ, использованного при строительстве нового завода: чрезвычайно низкая доля бракованной продукции, относительно низкие производственные затраты, малое количество обслуживающего персонала, — вот неоспоримые преимущества в конкурентной борьбе для завода Cerámicas Mora.



Связанная в пачки фасадная плитка



Ленточная «арфа» для линии производства кирпича



Туннельная печь со сводовыми горелками



Печная вагонетка с кирпичом Caravista

Hans Lingl Anlagenbau und
Verfahrenstechnik GmbH & Co. KG
Nordstraße 2
D-86381 Krumbach
Tel +49 (0) 8282 / 825-0
www.lingl.com
lingl@lingl.com

Productos Cerámicas Mora S.L.
Carretera Madrid-Toledo Km. 38,400
E-45200 Illescas, Toledo.
Tel +34 (925) 51 12 86
www.ceramicasmora.com
info@ceramicasmora.com

Р.В. КОРОТКОВ, инженер (korotkovroman01@yandex.ru),
Тольяттинский военный технический институт (Самарская обл.)

Снижение горючести строительных материалов из древесины

Древесина традиционно является одним из важнейших строительных материалов, чему способствуют ее прекрасные декоративные свойства, широкое распространение, легкость обработки, а также высокие показатели прочности при малой объемной массе.

Такое отношение к древесине кроется не только в многовековых традициях использования, но и в несомненных преимуществах – технических, эстетических характеристиках и неповторимой экологичности конструкций из древесины. Известно, что важнейшими аргументами при выборе дома являются его экологическая безопасность, практичность и удобство.

Применение в строительстве деревянных конструкций вместо железобетонных снижает расход стали на 20–24 кг/м², цемента – на 30–35 кг/м², облегчает массу конструкций перекрытий в 4–5 раз.

К сожалению, наряду со всеми достоинствами древесине свойственны и недостатки, значительно ограничивающие применение деревянных конструкций. К таким недостаткам можно отнести опасность возгорания. Актуальность работы заключается в снижении горючести

двух древесных материалов, придании им огнезащитных свойств [1].

Процесс горения древесины сопровождается выбросом в атмосферу токсичных продуктов сгорания и дыма – CO, CH₄, CO₂, предельных и непредельных углеводородов.

Целью исследования является разработка и оптимизация огнезащитных составов многофункционального действия из класса амидофосфатов для снижения горючести строительных материалов из древесины.

С целью расширения ассортимента отечественных антипиренов для огнезащиты древесины в ОАО «Тольяттиазот» совместно с Тольяттинским военным техническим институтом разработаны новые продукты марки ОСА [2, 3]. Показатели одного из них (ОСА-1) приведены в табл. 1. Основным компонентом для получения ОСА-1 является карбамидоформальдегидный концентрат марок КФК-80 и КФК-85.

Результаты испытаний состава ОСА-1 (время испытания 2 мин), выполненных в соответствии с НПБ-251 [4], приведены в табл. 2.

Таблица 1

Показатель	Характеристика
Внешний вид	Бесцветная жидкость, допускается наличие тонкой взвеси
Содержание формальдегида	отсутствие
pH	6–7,5
Плотность при 20°C, г/см ³	1,15–1,25
Коэффициент рефракции, не менее	1,405
Температура замерзания, °C, не выше	минус 15
Расход для I группы огнезащитной эффективности, г/м ²	300
Гарантийный срок хранения, мес	6

Таблица 2

Масса до испытания, г	Масса после испытания, г	Потеря массы, г	Потеря массы, %	Группа огнезащитной эффективности
126,4	119,3	7,1	5,01	I
132,6	126,7	5,9	4,44	I
126,5	120,6	5,9	4,66	I
123,6	117	6,6	5,33	I
134,3	128,5	5,8	4,3	I
145,8	135,5	10,3	7,1	I
135,5	126,9	8,6	6,3	I
124,6	116,9	7,7	6,2	I
161,1	138,2	22,9	14,2	II
131,2	127,2	4	3	I

Таблица 3

Режим испытания	Среднее значение коэффициента дымообразования материала $D_{m\text{ ср}}$, м ² /кг	
	Обработанная древесина	Необработанная древесина
Тление	447	610
Горение	90	92
Группа материала по дымообразующей способности	Д2	Д3

Полученные данные показывают высокую огнезащитную эффективность ОСА-1. Нанесенный путем поверхностной пропитки антипирен заметно препятствует пиролитическому разложению образцов древесины и в соответствии с методикой по НПБ-251 оценен как I группа огнезащитной эффективности.

Экологическая безопасность производства разработанного продукта подтверждена инструкцией по его изготовлению.

В результате обработки древесины разработанной огнезащитной пропиткой марки ОСА-1 на основе амидофосфата в случае возгорания снижается ее дымообразующая способность. Экспериментом подтверждено снижение дымообразующей способности защищенной древесины по сравнению с незащищенной. По методике определения светопропускания (ГОСТ 12.1044–89) получили показатель дымообразования – $D_{m\text{ ср}}$, который является одной из основных характеристик факторов пожара. Результаты исследования дымообразующей способности огнезащитной древесины, обработанной составом ОСА-1, приведены в табл. 3.

Установлено, что образцы древесины, обработанной огнезащитным составом ОСА, в соответствии с [5] относятся к группе материалов с умеренной дымообра-

зующей способностью (Д2) в отличие от необработанной, которая относится к группе материалов с высокой дымообразующей способностью (Д3).

Список литературы

1. *Леонович А.А.* Снижение пожарной опасности древесных материалов, изделий и строительных конструкций. СПб: СПбГПУ, 2002. 59 с.
2. Пат. №2270752 РФ, МПК В 27 К 3/52, С 09 К 21/12. Способ получения антипирена / Махлай В.Н., Афанасьев С.В., Михайлин М.П., Коротков Р.В. № 2004129996/04. Заявл. 12.10.2004, опубл. 27.02.2006. БИ № 6.
3. Пат. №2277046 РФ, МПК В 27 К 3/52, С 09 К 21/10. Способ получения огнезащитного состава / Афанасьев С.В., Махлай В.Н., Михайлин М.П., Коротков Р.В. № 2004138134/04. Заявл. 27.12.2004, опубл. 27.05.2006. БИ № 15.
4. НПБ 251–98. Огнезащитные составы и вещества для древесины и материалов на ее основе. Общие требования. Методы испытаний.
5. СНиП 21-01–97*. Пожарная безопасность зданий и сооружений.

ОАО «Тольяттиазот»

П Р Е Д Л А Г А Е Т

Новую высококачественную **фритту силикатную** белого цвета марки 2225 для производства глазурованных керамических изделий облицовочной плитки, сантехники. Глазурь на основе фритты отличается повышенной белизной и отсутствием цека.

Основные характеристики:

Коэффициент линейного расширения $7 \cdot 10^{-7} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$
 Температура растекания $960\text{--}1020 \text{ } ^\circ\text{C}$

Оригинальный состав защищен патентами РФ. Проведены успешные испытания на ряде предприятий России.

При продаже действует гибкая система скидок в зависимости от объема поставки.

По желанию заказчика возможно изготовление белых и прозрачных фритт других марок по разработанной рецептуре, а также по рецептуре заказчика.

445045, Самарская обл., г. Тольятти, Поволжское шоссе, д. 32

ОАО «Тольяттиазот»

Тел.: (8482) 29-03-33, тел./факс: (8482) 24-15-07

Моб. тел.: 8-917-128-07-60 E-mail: mvn@toaz.ru

Обращаться к Афанасьеву Сергею Васильевичу

Реклама

О.В. КАЗЬМИНА, канд. техн. наук, В.И. ВЕРЕЩАГИН, д-р техн. наук,
А.Н. АБИЯКА, инженер, Томский политехнический университет

Расширение сырьевой базы для производства пеностеклокристаллических материалов

Возрастающий спрос на эффективные теплоизоляционные материалы, обладающие экологической безопасностью, негорючестью и долговечностью, может быть удовлетворен за счет более широкого производства и применения в промышленном и гражданском строительстве пеностеклокристаллических материалов [1]. Однако промышленное их производство не развивается из-за отсутствия надежной сырьевой базы [2].

В данной статье делается попытка установить возможность использования различного вида сырья природного и техногенного происхождения для получения пеностеклокристаллических материалов.

Один из вариантов решения проблемы сырья – процесс стекловарения, который отличается высокими энергозатратами, обязательной организацией непрерывного производственного цикла и технологической сложностью. Известны работы в области получения пеностекла путем низкотемпературного синтеза стекла с предварительной обработкой природного сырья щелочью и последующим вспениванием этой массы в смеси со стеклом [3, 4]. В данном случае промежуточный продукт получают на основе эффузивных пород (перлиты, нефелиновые сиениты, базальты). Содержание пород в пеностекле составляет 10–30%. Применение механической активации прочных эффузивных пород и введение водного раствора гидроксида натрия позволяет получить пеностекло без организации процесса стекловарения [4].

Из патентной литературы известен способ изготовления теплоизоляционного материала на основе распространенных кремнистых пород – трепела, диатомита, опоки [5]. Согласно этому патенту предварительно дозированные кремнистые породы и гидроксид натрия выдерживают при положительной температуре в течение 2–24 ч с последующим вспениванием смеси путем термической обработки при температуре 650–750°C в течение 5–40 мин. Далее осуществляется измельчение полученной массы до фракции менее 0,5 мм, смешивание ее с газообразователем и нагрев до температуры 700–800°C для вспенивания. Реализация способов получения пеностеклокристаллических материалов с использованием растворов щелочей на практике затруднена вследствие работы с агрессивными реагентами и низкой производительностью процесса.

Авторами данной работы предлагается двухстадийный способ получения пеноматериалов через промежуточный продукт – стеклогранулят, синтезируемый путем термообработки шихты определенного состава. Этот продукт выступает исходным материалом для последующего вспенивания и получения пеностеклокристаллических изделий с заданными характеристиками [6]. По фазовому составу стеклогранулят – стеклоподобный продукт с остаточными кристаллами, количество и размер которых определяют плотность и прочность готовых изделий.

Экономически привлекательным выглядит низкотемпературный синтез стеклогранулята при температурах не выше 950°C, что исключает такие энергоемкие стадии стекловарения, как осветление и гомогенизация

стекломассы. При этом сам процесс стеклообразования может быть организован на стандартном для строительной промышленности оборудовании (вращающиеся, конвейерные печи и т. д.) без применения энергоемких стекловаренных печей, работающих при температуре 1500°C и выше.

Для получения стеклогранулята необходима как минимум двухкомпонентная шихта. В качестве основных компонентов шихты для стеклогранулята опробованы кремнеземистые и алюмосиликатные материалы: отсе-вы кварцевых песков, маршаллит, диатомит, опока, цеолит, трепел, диабаз, а также техногенные отходы – золы и шлаки ТЭС. В роли плавня использовали широко применяемую в стекловарении кальцинированную со-

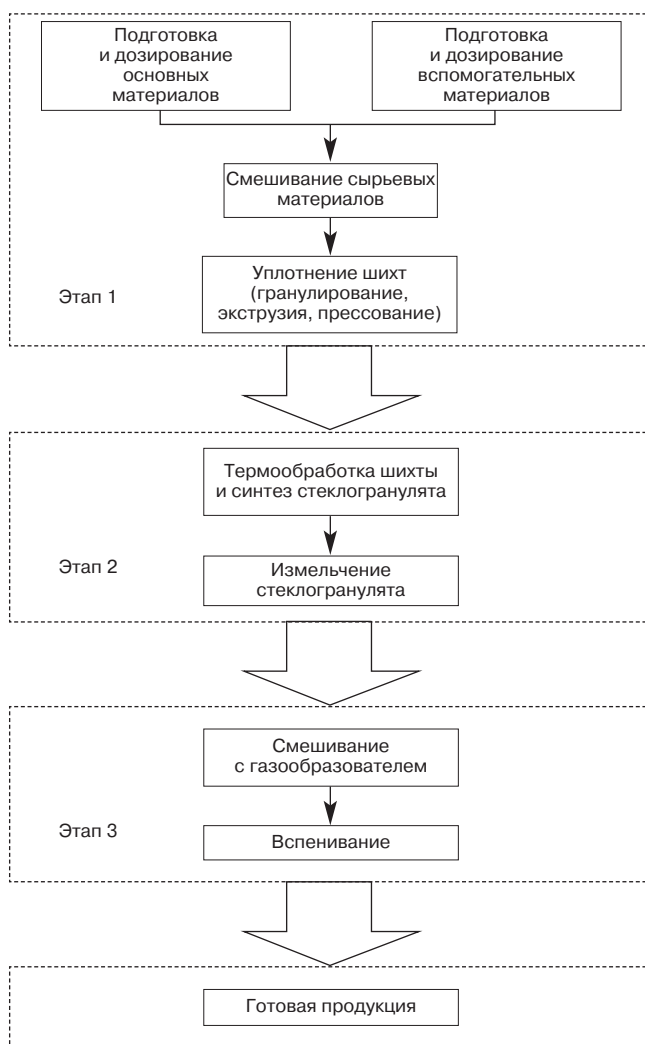


Рис. 1. Принципиальная технологическая схема производства пеностеклокерамических изделий



Рис. 2. Структуры пенокристаллического материала

ду. Выбор сырьевых материалов для получения пено-стеклокристаллических материалов обусловлен следующими факторами:

- распространенность, относительная дешевизна и доступность;
- близкое соответствие химического состава сырьевых материалов составам силикатных стекол (позволяет количественно упростить компонентный состав шихты);
- высокая дисперсность кремнеземистых материалов (обеспечивает возможность стеклообразования при относительно низких температурах);
- наличие в кремнеземистом материале (диатомит, опока, трепел) аморфной составляющей (обеспечивает большую реакционную способность шихты).

Качество стеклогранулята определяется количественным соотношением образующегося стекла и кристаллов, остающихся в продукте низкотемпературного синтеза. Стеклофаза обеспечивает соответствующее пиропластическое состояние массы на стадии вспенивания, а кристаллическая фаза, при определенном ее количестве и размере кристаллов менее 10 мкм, плотность и прочность пеностеклокристаллического материала.

Получение стеклогранулята низкотемпературным синтезом проводили путем термической обработки специально подготовленной шихты, составленной из тонкодисперсных (менее 100 мкм) материалов. Состав шихты с использованием кремнеземистого сырья должен обеспечивать получение стекла с содержанием SiO_2 60–75 мас. %; Na_2O 13–20 мас. %, а с алюмосиликатным (цеолит, диабаз) – SiO_2 – 57–75 мас. %; Al_2O_3 – 5–16 мас. % и Na_2O – 20–28 мас. %. На представленной технологической схеме (рис. 1) выделены три основных этапа получения пеностеклокристаллических материалов, два из которых относятся к стеклогрануляту.

Уплотнение исходных шихт на первом этапе подготовки проводили с целью сохранения однородности шихты в процессе ее термообработки и увеличения контактов взаимодействия между частицами. Появление расплава в шихте каждой гранулы позволяет реализовать процесс силикато- и стеклообразования в объеме всей шихты. Термообработка шихты в гранулированном виде (диаметр гранул 5–7 мм) позволяет при температуре 850–950°C получить стеклогранулят в виде оплавленных гранул. Основным показателем качества стеклогранулята является количество остаточной кристаллической фазы, содержание которой не должно превышать 15%. Результаты определения данной фазы по специально разработанной методике показали, что ее содержание меняется в зависимости от состава шихты и режима ее термообработки в пределах от 5 до 30 мас.%. При этом остаточные кристаллы, по данным оптических исследований, проведенных на растровом электронном микроскопе Philips SEM 515, имеют размер от 1 до 10 мкм. Измельчение стеклогранулята, как и в случае применения стеклобоя, является обязательной операцией подготовки. Удельная поверхность пенообразующей смеси на основе полученного гранулята должна быть не менее 5000 $\text{см}^2/\text{г}$. Вспенивание материала проводится в виде блоков или гранул.

На основе полученной смеси измельченного стеклогранулята с использованием кремнеземистого и алюмосиликатного сырья и газообразующей добавки (углеродсодержащего материала) изготовлены образцы пеностеклокристаллических материалов в гранулированном виде. Для исследуемых материалов активный процесс вспенивания наблюдается при использовании сажи в количестве 1 мас. % от пенообразующей смеси. Исследованиями установлено, что насыпная плотность гранул уменьшается с ростом содержания стеклофазы в стеклогрануляте от 400 до 200 $\text{г}/\text{см}^3$. При синтезе стеклогранулята из шихт кремнеземистого состава наблюдается более высокое содержание стекла (более 80%) по сравнению с количеством стекла из шихт алюмосиликатного состава (70–75%). Наименьшую среднюю плотность образцов с относительно высокой прочностью получают при содержании стекла до 95% и остаточной кристаллической фазы не более 5% при размере кристаллов менее 1 мкм. Основные характеристики полученных гранул приведены в таблице в сравнении со свойствами пеностекла и керамзита.

Использование в качестве основы шихты различных видов кремнеземистого и алюмосиликатного сырья позволяет получать теплоизоляционные материалы с широким диапазоном свойств, которые занимают промежуточное положение между пеностеклом и керамзитом, в отличие от последнего с водопоглощением не превышающим 8%. Пригодность и эффективность применяемого для стеклогранулята сырья зависит как от характеристик исходных материалов (химический, минеральный, гранулометрический состав), так и от состава

Свойства	Пеностеклокристаллический материал из стеклогранулята на основе сырья		Пеностекло (гранулы)	Керамзит (гравий)
	кремнеземистого	алюмосиликатного		
Плотность насыпная, $\text{кг}/\text{м}^3$	150–300	250–400	100–250	300–800
Прочность при сжатии в цилиндре, МПа	1–3	1,5–3,5	1	0,6–4,5
Водопоглощение объемное, %	не более 6	не более 7	не более 5	8–20
Теплопроводность при 20°C, Вт/(м·К)	0,06–0,09	0,07–0,1	0,06–0,09	0,1–0,16

шихты и режима ее термообработки. Для получения пеностеклокристаллических материалов с заданными свойствами необходимо в каждом конкретном случае экспериментальным путем осуществить подбор состава и параметров технологического режима.

Список литературы

1. *Кетов А.А.* О причинах отсутствия конкурентов у пеностекла на рынке теплоизоляции // *Стройкомплекс плюс. Приложение к журналу Стройкомплекс Среднего Урала.* 2006. № 1. С. 4–11.
2. *Кетов А.А., Кетов П.А., Пузанов С.И.* Несортированный стеклобой – проблемы и решения // *Стекло мира.* 2006. № 6. С. 48–54.
3. *Дамдинова Д.Р., Хардаев П.К., Карпов Б.А., Зонхиев М.М.* Технологические приемы получения пеностекол с регулируемой поровой структурой // *Строит. материалы.* 2007. № 6. С. 68–69.
4. Патент на изобретение № 2005103210. Способ получения вспененного стеклокристаллического материала – пеностеклита / Дамдинова Д.Р., Цыремпилов А.Д., Будаева И.И. Оpubл. 20.07.06.
5. Патент на изобретение № 2323191. Способ изготовления теплоизоляционного материала / ООО «ЭКТ». Оpubл. 27.04.2008.
6. Патент на изобретение № 2326841. Способ получения гранулята для производства пеностекла и пеностеклокристаллических материалов / Абияка А.Н., Верещагин В.И., Казьмина О.В. Оpubл. 20.06.08.

ЭЛЕКТРОННАЯ ПОДПИСКА



на журнал
«Строительные материалы»®
Актуальная информация для всех
работников строительного комплекса



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

УДК 666.941.2.046.4

В.К. КОЗЛОВА, д-р техн. наук, А.М. МАНОХА (manoha_a@mail.ru), канд. техн. наук, И.Г. СУТУЛА, инженер, Е.Н. ГУЩИНА, инженер, Алтайский государственный технический университет им. И.И.Ползунова

Влияние температуры обжига на свойства магнезиальных вяжущих веществ

Широко известными магнезиальными вяжущими веществами являются каустический доломит и каустический магнезит.

Сырьем для получения указанных вяжущих служат магнезиты ($MgCO_3$) и доломиты ($MgCO_3 \cdot CaCO_3$). Вяжущие получают обжигом этого сырья с последующим помолом. Основным компонентом в составе всех видов магнезиальных вяжущих веществ является оксид магния.

Различные сорта оксида магния, или жженой магнезии, называемой также магнезией уста [1], отличаются по своим свойствам – химической активности, адсорбционной способности, теплопроводности, дисперсности, средней плотности и пористости. Легкие сорта магнезии используются, как правило, в резинотехнической промышленности как наполнители, как отбеливающий компонент в производстве нефтепродуктов. Более тяжелые сорта магнезии (каустический магнезит) используются в производстве магнезиальных вяжущих веществ и строительных материалов на их основе. Тяжелые сорта магнезии идут на изготовление огнеупорных материалов и изделий.

Более тяжелые и тяжелые формы жженой магнезии получают при обжиге магнезита и доломита, термическом разложении сульфата магния и гидролизе хлорида магния.

Основное количество легких сортов магнезии получают осаждением гидроксида магния и основных карбонатов магния из природных магнезиальных растворов с последующей термической обработкой полученных осадков. Плотность и активность получаемого оксида магния во всех случаях зависит от температуры термической обработки. Полученный при невысоких температурах MgO представляет собой рыхлый порошок, который легко растворяется в кислотах с образованием солей, взаимодействует с водой с образованием гидроксида магния. При высокотемпературной термической обработке получаемый оксид магния приобретает твердость, кислото- и водостойкость [1].

При нагревании выше $500^\circ C$ начинается процесс собирательной рекристаллизации оксида магния. Состав оксида магния, обожженного выше $500^\circ C$, может быть описан формулой $(-Mg-O)_n$; чем выше температура обжига, тем больше величина n , тем крупнее образующиеся кристаллы. При температуре $1200^\circ C$ и выше образуются крупные кристаллы периклаза размером более 43 нм. С увеличением температуры обжига высокомагнезиального сырья размеры кристаллов MgO вырастают до 48 нм [2].

Оксид магния для цемента Сореля (каустический магнезит) получают обжигом магнезита при температуре 750–900°C. Получаемый каустический магнезит сохраняет высокую активность при взаимодействии с водой и растворами солей магния. После гидратации в магнезиальном камне всегда сохраняется какое-то количество непрореагировавшего MgO, фиксируемого на рентгенограммах дифракционным максимумом 0,210 нм. По мнению авторов [3], при твердении магнезиального цемента, представляющего собой смесь MgO с раствором MgCl₂, образуется неорганический полимер, имеющий строение HO–Mg–O(–Mg–O–)n–Mg–Cl (магнезиальный камень), который характеризуется высокой прочностью при сжатии (60–70 МПа). При затворении каустического магнезита водой его прочность в несколько раз ниже.

Менее широко используемым видом магнезиальных вяжущих веществ является каустический доломит, продукт обжига доломита при температуре 780–800°C.

Выполненные нами исследования магнезиального камня, получаемого при затворении каустического доломита растворами солей магния, показали, что в составе такого вяжущего весь присутствующий оксид магния взаимодействует с водой и солями. На рентгенограмме магнезиального камня на основе каустического доломита линии свободного MgO отсутствуют. Основное количество дифракционных максимумов принадлежит карбонату кальция и Mg(OH)₂. Данное обстоятельство может быть объяснено тем, что при обжиге доломита образование полимерной цепочки (–Mg–O–)n затруднено. В оксиде магния в составе каустического доломита не успевают сформироваться мотивы периклазовой структуры. Для их образования требуется более высокая температура обжига (более 1100°C) [4].

По этой причине при гидратации каустического доломита содержащийся в нем оксид магния более полно участвует в образовании новых фаз, чем оксид магния в каустическом магнезите. На образование новых соединений – гидроксидов магния, способствующих повышению прочностных показателей магнезиального камня, в случае использования каустического магнезита расходуется только часть оксида магния, другая часть неорганического полимера как бы выполняет роль наполнителя. Таким образом, несмотря на то что содер-

жание MgO в каустическом магнезите составляет 83%, не весь оксид магния будет участвовать в процессах гидратации. Доля прочности при сжатии в расчете на 1% оксида магния в составе каустического магнезита составляет менее одного МПа, в составе каустического доломита – около 3 МПа.

Уникальным магнезиальным сырьем является минерал брусит, отличающийся от других видов сырья максимальным содержанием оксида магния (до 69%). Довольно широко распространенный в природе, брусит имеет редкие промышленные скопления. В мире известно лишь несколько крупных месторождений мономинерального брусита, одним из которых является Кульдурское на Дальнем Востоке, открытое в 60-х гг. XX века. Большое количество добываемого брусита (около 60%) обжигается до получения оксида магния, который главным образом используется как огнеупорное сырье, а также как сырье для получения металлического магния. Из разностей бруситовой породы с повышенным содержанием примесей может быть получен оксид магния для производства магнезиальных вяжущих веществ. Брусит выгодно отличается от остальных видов магнезиального сырья тем, что температура обжига его с целью получения вяжущего намного ниже температуры обжига доломита и магнезита. Получить активный MgO из брусита можно уже при температуре 450–500°C, время обжига составляет 120 мин. Получающийся при этом оксид магния представляет собой одну из форм легкой магнезии с соответствующим этому состоянию комплексом физико-механических свойств. Обожженный при такой температуре брусит активно взаимодействует с водой, растворами солей и кислот. Каустический брусит как вяжущее обладает повышенной водопотребностью, быстрым схватыванием (начало – 2–3 мин. конец – 5–7 мин.). Реакции гидратации сопровождаются значительным разогревом, до 70–100°C, следствием которого является появление трещин в процессе затвердевания магнезиального камня.

В работе [2] предложен способ снижения активности магнезиального вяжущего на основе брусита и устранения деструктивных явлений путем обжига его при более высокой температуре 1000–1100°C. По мнению авторов, при этом высокоактивный оксид магния переходит

Состав вяжущего, мас. %		Нормальная густота, %	Предел прочности при сжатии, МПа				Сроки схватывания (мин-с)		Примечания
Каустический брусит	Вид добавки количество		Сроки твердения, сут				начало	конец	
			3	7	14	28			
100	0	70	12,5	15,2	17,5	17,5	2-30	5-15	Сквозные трещины
60	№ 1 (дунит) 40	43	15,7	19,2	27,7	51	8-45	12-00	Поверхностные трещины
50	50	40	14,7	26	46,5	53,7	11-00	14-30	Трещин нет
60	№ 2 (брусит) 40	55	15,5	17,5	21,2	35,5	10-15	14-00	Поверхностные трещины
50	50	50	17,4	21,2	23,5	29,7	12-30	16-30	Трещин нет
60	№ 3 (доломит) 40	40	17,5	23,4	29,5	30,6	9-00	13-45	То же
50	50	29	18,7	27,7	31,2	35,7	11-30	15-00	То же
90	№ 4 (природный гипсовый камень) 10	63	20	23,1	37,8	42,5	8-00	10-15	То же
80	20	57	17,5	20,4	31,3	39,2	11-15	13-45	То же
95	Органич. отходы (лигнин) 5	75	12,1	14,5	15,7	20,7	5-00	7-00	Поверхностные трещины
90	10	81	14,3	17,5	19,6	29,2	9-00	13-00	Трещин нет
80	20	88	20,2	21,5	22,2	24,4	17-45	20-00	То же

в умеренно активную форму, что обеспечивает магниезальному вяжущему снижение тепловыделения при затвердевании и исключает появление трещин.

Считаем такое решение ошибочным по двум причинам. Во-первых, обжиг при высоких температурах значительно повышает энергоемкость получаемого магниезального вяжущего. Во-вторых, при таких температурах получающийся оксид магния содержит значительную долю периклазовых мотивов, не участвующих в процессах гидратации, что приводит к значительному снижению эффективности использования получающегося продукта в качестве магниезального вяжущего.

Положительный эффект может быть достигнут при неполном обжиге брусита (до потери массы 10–15%). При сокращении времени или снижении температуры обжига уменьшение активности вяжущего происходит за счет неполного разложения гидроксида магния. Магнезиальный камень, изготовленный из каустического брусита, содержащего менее 40% активного MgO от массы вяжущего, имеет прочность при сжатии 25–40 МПа и не растрескивается в процессе твердения.

Высокая активность оксида магния, полученного при низкотемпературном обжиге, может быть эффективно использована путем получения на его основе магниезальных вяжущих, содержащих различные минеральные добавки, в виде молотых магниезальных горных пород (необожженные брусит, доломит и дунит) и молотого природного гипсового камня, а также применения в качестве заполнителя, активно участвующих в процессе гидратации отходов целлюлозной промышленности и др. добавок. Это обеспечивает значительную экономию вяжущего.

На основании выполненного дифференциально-термического анализа вяжущее получали обжигом бруситовой породы при температуре 450°C в течение двух часов с последующим помолом в шаровой мельнице до остатка не более 15% на сите 008. Для придания однородности вяжущему из оксида магния, полученного обжигом каустического брусита, с различными предварительно молотыми минеральными добавками осуществлял и совместный помол смеси в течение 10 мин.

Органические добавки (лигнин) предварительно смачивали 20% раствором MgCl₂, затем смешивали с обожженным бруситовым порошком. Из теста нормальной густоты, в соответствии с требованиями ГОСТ 1216–87 «Порошки магниезитовые каустические. Технические условия» изготовленного из каустического брусита с добавками и без добавок при использовании в качестве затворителя 20% раствора MgCl₂, формовались образцы-кубы с размером ребра 2 см, твердевшие в течение 28 сут в воздушно-сухих условиях. Прочность при сжатии полученного магниезального камня на основе вяжущих различного состава приведена в таблице.

Образцы, изготовленные с добавками молотых горных пород (№ 1, 2, 3, 4) в количестве менее 40%, имели поверхностные трещины, исчезавшие при введении добавок в количестве более 50%. Введение добавок приводит к замедлению схватывания теста, снижению степени разогрева при твердении и обеспечивает получение бездефектного магниезального камня.

Молотый органический заполнитель, устраняющий трещинообразование, вводился в меньшем количестве, так как он имеет малую плотность и высокую дисперсность. Получаемые изделия отличаются меньшей плотностью по сравнению с магниезальным камнем, изготовленным из каустического брусита с минеральными добавками. Кроме того, для смеси каустического брусита с органическим заполнителем в качестве затворителя можно применять воду.

Таким образом, использование высокоактивного каустического брусита при введении в него достаточного

количества заполнителей, устраняющих трещинообразование, наиболее рационально по сравнению с вяжущим, полученным пережогом исходного сырья. Помимо значительного снижения расхода тепловой энергии, повышения экологической чистоты производства при низкотемпературном обжиге брусита введение минеральных добавок позволяет снизить стоимость получаемых смешанных магниезальных вяжущих веществ.

Предложенные составы могут быть использованы для получения литых смесей для изготовления отделочных материалов, для устройства монолитных конструкций и полов, а также при производстве сухих смесей, предназначенных для проведения внутренней отделки зданий и сооружений.

Высокие прочностные показатели предлагаемых составов при пониженной плотности позволяют использовать их также для производства теплоизоляционных материалов. При введении органического заполнителя можно получить более легкие материалы с низкой теплопроводностью.

Список литературы

1. Позин М.Е. Технология минеральных солей. Ч. 1. Л.: Химия, 1970. 792 с.
2. Черных Т.Н., Крамар Л.Я., Трофимов Б.Я. Свойства магниезального вяжущего из бруситовой породы и их взаимосвязь с размерами кристаллов периклаза // Строит. материалы. 2006. №1. С. 52–53.
3. Караетьянц М.Х., Дракин С.И. Общая и неорганическая химия. М.: Химия, 1994. 592 с.
4. Берг Л.Г. Введение в термографию. М.: Наука, 1969. 396 с.

ЭЛЕКТРОННАЯ ПОДПИСКА



на журнал
«Строительные материалы»®

**Актуальная информация
для всех работников
строительного комплекса**



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

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

Перспективы использования реакционно-порошковых сухих бетонных смесей в строительстве

Реакционно-порошковые бетоны (РПБ) нового поколения – это специфические бетоны будущего, не имеющие в своем составе крупнозернистых и кусковых заполнителей. Это отличает их от мелкозернистых (песчаных) и щебеночных бетонов. Зерновой состав тонкозернистой песчаной фракции очень узок и находится в пределах 0,1–0,6 мм. Удельная поверхность такого песка (П) не превышает 400 см²/г. Средняя удельная поверхность тонкодисперсной фракции, состоящей из портландцемента (Ц), каменной муки (КМ) и микрокремнезема (МК), являющейся реологической матрицей РПБ, находится в пределах 6000–7000 см²/г. Высокая дисперсность является основой адсорбции суперпластификаторов (СП) и кардинального снижения вязкости и предела текучести смеси при минимуме воды. Бетонные смеси для таких бетонов саморастекаются при содержании воды 10–11% массы сухих компонентов. В стесненных условиях реализуются контактные взаимодействия между частицами компонентов через тончайшие прослойки воды. В тонких прослойках воды интенсивно протекают реакции гидратации, гидролиза цементных минералов и взаимодействия гидролизной извести (портландита) с микрокремнеземом и тончайшими частицами кремнеземсодержащих горных пород.

В связи с тем, что в порошковых бетонах объемная концентрация цемента составляет 22–25%, частицы цемента в соответствии с предложенной ранее формулой [1] не контактируют между собой, а разделены частицами микрокремнезема, микрометрическими частицами молотого песка и тонкозернистого песка. В таких условиях в отличие от обычных песчаных и щебеночных бетонов топохимический механизм отвердевания уступает растворному, ионно-диффузионному механизму твердения. Этот факт убедительно подтверждается простыми и оригинальными экспериментами контроля твердения композиционных систем, состоящих из малого количества грубомолотого клинкера и гранулированного шлака и значительного количества высокодисперсного шрамо-ра [2] при 10–12% воды. В порошковых бетонах частицы цемента разделены частицами микрокремнезема и каменной муки. Благодаря тончайшим оболочкам воды на поверхности частиц твердение порошковых бетонов протекает очень быстро, суточная прочность достигает 40–60 МПа.

Оценим среднюю толщину водных пленок на дисперсных частицах реакционно-порошкового бетона и сравним ее с манжетами на частицах цемента. Примем среднюю удельную поверхность цемента 3000 см²/г; каменной муки – 3800 см²/г; микрокремнезема – 30000 см²/г. Состав дисперсной части РПБ: Ц – 700 кг; КМ – 350 кг; МК – 110 кг. Тогда расчетная удельная поверхность дисперсной части порошкового бетона составит 5800 см²/г. Реакционно-порошковые бетонные смеси с гиперпластификаторами (ГП) приобретают гравитационную растекаемость при В/Т = 0,1. Цементная суспензия с ГП

растекается под действием собственного веса при В/Ц = 0,24.

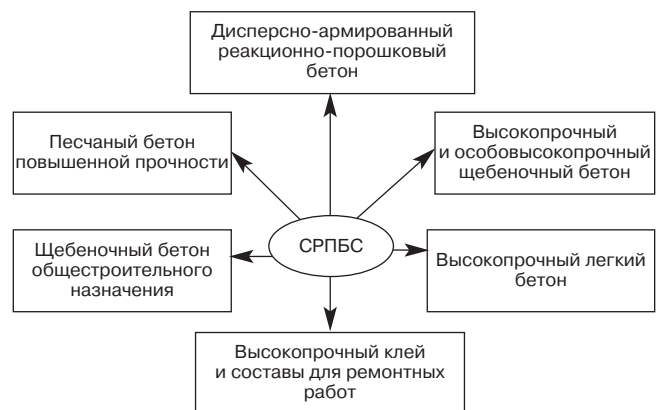
Тогда усредненная толщина слоя воды, распределенная на поверхности частиц, составляет:

$$\delta_{\text{рпв}} = \frac{B}{T} / s_{\text{уд}} = 0,1 / 5800 = 0,17 \cdot 10^{-4} = 0,17 \text{ мкм} ;$$

$$\delta_{\text{ц}} = \frac{B}{T} / s_{\text{уд}} = 0,24 / 3000 = 0,8 \cdot 10^{-4} = 0,8 \text{ мкм}$$

Таким образом, саморастекаемость цементной суспензии обеспечивается почти при пятикратном увеличении прослойки воды по сравнению с РПБ-смесью. Высокая текучесть РПБ-смесей обязана строго подобранной гранулометрии реологически-активным тонкодисперсным компонентам в суспензиях с суперпластификатором. Содержание тонкозернистого песка фракции 0,14–0,63 мм (средний размер 0,38 мм) должно быть таким, чтобы расстояние между частицами его было в пределах 55–65 мкм [1]. По данным [3], толщина реологической прослойки (для песков с d = 0,125–0,4) варьирует от 48 до 88 мкм. При таких прослойках предел текучести составляет 5–8 Па.

Дисперсная часть реакционно-порошкового бетона, состоящая из портландцемента, каменной муки и МК, ответственна за высокую гравитационную текучесть и обладает чрезвычайно высокой водопотребностью без добавки СП. При составе с соотношением ПЦ:КМ:МК как 1:0,5:0,1 гравитационное течение реализуется при водотвердом отношении, равном 0,72–0,76 в зависимости от вида МК. Наибольшей водопотребностью из трех исследованных микрокремнеземов – челябинского, новокузнецкого и братского обладает последний. Его суспензия с водой начинает растекаться при содержании воды 110% массы МК. Поэтому присутствие лишь 10% братского МК повышает водопотребность смеси цемента и



Основные сферы применения сухих реакционно-порошковых бетонных смесей

Состав	В/Т	В/Ц	Консистенция	Плотность, кг/м ³	Водопоглощение, мас. %	Прочность при сжатии, МПа			
						после пропаривания		при нормальных условиях твердения	
						через 1 сут	через 28 сут	через 1 сут	через 28 сут
Реакционно-порошковый бетон с 0,9% Melflux 2641 F	0,1	0,31	Расплав конуса Хигерманна 290 мм	2260	0,96	119	149	49,2	132
Реакционно-порошковый бетон с 0,9% Melflux 2641 F	0,085	0,253	Расплав на встряхивающем столике 106 мм	2310	0,66	152	165	59	156
Легкий бетон, полученный добавлением к реакционно-порошковому бетону 30 мас.% микрозолосфер ($\rho_{\text{нас}} = 400 \text{ кг/м}^3$)	0,184	0,705	Литой	1150	–	–	–	2,1	25,2
Легкий бетон, полученный добавлением к реакционно-порошковому бетону 10 мас.% микрозолосфер	0,136	0,45	Расплав на встряхивающем столике 150 мм	1430	–	–	–	10,2	38,2
Легкий бетон, полученный добавлением к реакционно-порошковому бетону 10 мас.% микрозолосфер (с меньшим количеством воды)	0,118	0,39	Расплав на встряхивающем столике 118 мм	1710	–	–	–	13	50,2
Песчаный бетон, полученный добавлением к реакционно-порошковому бетону 1000 кг песка (расход цемента 522 кг/м ³)	0,107	0,42	Расплав на встряхивающем столике 107–108 мм	2250	–	89,2	96,1	28,2	92,1
Песчаный бетон, полученный добавлением к реакционно-порошковому бетону 2000 кг песка (расход цемента 390 кг/м ³)	0,1	0,46	Ж2	2230	–	58,7	69,4	18,4	68,1

молотого песка с 34 до 76%. Введение суперпластификатора Melflux 1641 F снижает водосодержание дисперсной системы Ц+КМ+МК с 76 до 20% при сохранении текучести. Таким образом, водоредуцирующий эффект составляет 3,8 и достигает практически четырехкратного снижения расхода воды. При этом необходимо отметить, что ни один из исследованных микрокремнеземов не диспергируется в воде, а суспензии их не разжижаются любыми олигомерными суперпластификаторами первого поколения (С-3, Melment, Wiskoment и др.), ни полимерными гиперпластификаторами второго и третьего поколений (Sika Visco Crete, Melflux 1641 F, Melflux 2641 F). Лишь в присутствии цемента МК становится реологически-активным компонентом. Механизм такого превращения, связанный с перезарядкой отрицательно заряженных поверхностей минеральных частиц катионом кальция гидролизной извести, был выявлен в 1980 г. Именно наличие ПЦ в присутствии СП превращает водно-цементно-песчаную суспензию с МК в маловязкую и агрегативно-устойчивую систему.

Сухие реакционно-порошковые бетонные смеси (СРПБС), предназначенные для получения бесщебечных самоуплотняющихся бетонов для монолитного и сборного строительства, могут стать новым основным видом композиционного вяжущего для производства многих видов бетонов (см. рисунок). Высокая текучесть реакционно-порошковых бетонных смесей позволяет дополнительно наполнять их щебнем с сохранением те-

кучести и использовать их для самоуплотняющихся высокопрочных бетонов; при наполнении песком и щебнем – для вибрационных технологий формования, вибропрессования и каландрования. При этом бетоны, полученные по технологии вибрационного и вибросилового уплотнения, могут иметь более высокую прочность, чем литые бетоны.

Можно с уверенностью утверждать, что в будущем цементы будут заменяться сухим реакционно-порошковым вяжущим (СРПВ) благодаря следующим позитивным факторам:

- чрезвычайно высокая прочность РПВ, достигающая 120–160 МПа;
- высокие физико-технические свойства бетона при введении в него коротких дисперсных стальных волокон: водопоглощение менее 1% морозостойкость более 1000 циклов прочность при осевом растяжении 10–15 МПа и при растяжении при изгибе 40–50 МПа высокая ударная прочность и стойкость к коррозии и т. п.;
- высокие технико-экономические показатели производства СРПБ на цементных заводах, располагающих комплексом оборудования – сушильного, помольного и др.;
- широкая распространенность кварцевого песка во многих регионах земного шара, а также каменной муки в технологии обогащения черных и цветных металлов методами магнитной сепарации и флотации;
- огромные запасы отсевов камнедробления;
- возможность использования технологии совмест-

ного помола реакционного наполнителя, цемента и суперпластификатора;

– возможность использования СРПБ для изготовления высокопрочных, особовысокопрочных щебеночных и песчаных бетонов нового поколения, а также бетонов общестроительного назначения путем варьирования соотношения заполнителя и вяжущего;

– возможность получения высокопрочных легких бетонов на не впитывающих воду микростекло- и микророзольнофрах с реализацией высокой прочности реакционно-порошковой связки;

– возможность изготовления высокопрочного клея и связок для ремонтных работ.

Приведем некоторые физико-технические характеристики реакционно-порошкового бетона и различных бетонов, полученных на его основе (см. таблицу).

Как следует из таблицы, использование реакционно-порошковой бетонной смеси, включающей цемент, молотый песок, немолотый тонкозернистый песок с максимальным размером частиц 0,1–0,6 мм, микрокремнезем и СП, позволяет получить бетон с прочностью 150–160 МПа, водопоглощением 0,5–1 мас. %, морозостойкостью 1000–2000 циклов, водонепроницаемостью W20.

Высокопрочная связка из реакционно-порошковой бетонной смеси – необходимая основа для создания очень прочных конструктивных легких бетонов плотностью 1400–1700 кг/м³ и прочностью 40–50 МПа и более.

Наполнение сухой бетонной реакционно-порошковой бетонной смеси кварцевым песком позволяет создать песчаные бетоны нового поколения с расходом цемента 500–550 кг/м³, с прочностью 70–90 МПа. Такие бетоны пока не имеют аналогов в мировой и отечественной практике.

Необходимо отметить, что при оценке марки цемента по ГОСТ 310.4–81 его активность в лучшем случае равна 50–55 МПа (для марки цемент а ПЦ500). Если же говорить о песчаных бетонах с расходом цемента 400 кг/м³, то в лучшем случае получают бетон с суперпластификаторами прочностью, не превышающей 30–35 МПа, из полужестких или жестких песчаных смесей.

При наполнении реакционно-порошковой бетонной смеси песком и высокопрочным щебнем получены бетоны прочностью 120–130 МПа с расходом цемента в пересчете на тяжелый бетон, равным 550 кг/м³.

Это только ряд примеров рационального и эффективного использования СРПБС. Перспективны возможности применения СРПБС для изготовления пенобетонов и газобетонов. В них используется портландцемент, прочность которого в 1,5–1,7 раза ниже, чем у РПБ, а конструктивные процессы самоупрочнения во времени протекают у последнего более полно.

Таким образом, реакционно-порошковые бетоны открывают новые возможности в осуществлении прорыва в технологии бетона.

Повышение эксплуатационной надежности изделий и конструкций из таких бетонов достигается дисперсным армированием тонкими короткими стальными волокнами и полимерной фиброй. Это позволяет увеличить прочность при осевом растяжении в 10–15 раз, прочность при растяжении при изгибе в 7–10 раз, ударную прочность в 15–20 раз по сравнению с бетонами марок 400–500. Судя по публикациям, в России практически не занимаются разработкой особовысокопрочных реакционно-порошковых бетонов классов В120, В140. Большое количество публикаций посвящено совершенствованию бетонов общестроительного назначения с целью экономии 10–20% цемента с сохранением той же прочности.

За последние пять лет появились публикации, посвященные разработке бетонов классов В60–В100 с применением органоминеральных добавок без использования значительных количеств реологически- и реакционно-активной каменной муки (дисперсных наполнителей) для увеличения объема реологической матрицы и усиления действия суперпластификаторов и гиперпластификаторов нового поколения. Без нее невозможно изготовить самоуплотняющиеся бетонные смеси с расплывом стандартного конуса 70–80 см. Что касается использования нанотехнологий, то они не в состоянии радикально изменить несовершенную, чрезвычайно дефектную структуру бетонов классов В30–В40. Поэтому достигнуть прочности 150–200 МПа за счет нанотехнологий вряд ли удастся в ближайшие 10–15 лет. Необходимо использовать то, что достигнуто тремя революционными этапами в химии и механике бетона на эволюционном пути развития его технологии. Нанотехнологии будут необходимы для совершенствования малодефектной структуры высокопрочных бетонов с повышением прочности свыше 200–250 МПа.

Будущее бетонов связано с использованием каменной муки, так как только высокая текучесть смешанной цементно-дисперсной матрицы, имеющей 2–3-кратный водоредуцирующий эффект, позволяет достичь (при оптимальной структуре бетонов) высокой реологии, а через нее высокой плотности и прочности бетонов. Именно в рациональной реологии бетонных смесей будущее бетонов, в создании реологических матриц первого и второго рода за счет кардинального изменения рецептуры и структуры пластифицированной бетонной смеси [4–6]. Основные принципы создания таких бетонов и расчет их состава [7] принципиально отличаются от традиционных бетонов плотных упаковок и самоуплотняющихся пластифицированных бетонов с органоминеральными добавками.

Список литературы

1. *Калашиков В.И.* Тонкодисперсные реологические матрицы и порошковые бетоны нового поколения: // Сб. статей междунар. науч.-практич. конф. «Композиционные строительные материалы. Теория и практика». Пенза: Приволжский дом знаний, 2007. С. 9–18.
2. *Калашиков В.И., Калашиков С.В.* К теории твердения композиционных цементных вяжущих: Материалы международной науч.-техн. конф. «Актуальные вопросы строительства». Саранск: МГУ, 2004. С. 119–124.
3. *De Larrard, F. Sedran.* Optimization of ultrahigh-performance concrete by the use of a packing model // *Cem Concrete Res.* Vol. 24 (6). 1994. P. 997–1008.
4. *Калашиков В.И.* Через рациональную реологию в будущее бетонов. Ч. 1. Виды реологических матриц в бетонной смеси, стратегия повышения прочности бетона и экономия его в конструкциях // *Технология бетонов.* 2007. № 5. С. 8–10.
5. *Калашиков В.И.* Через рациональную реологию в будущее бетонов. Часть 2. Тонкодисперсные реологические матрицы и порошковые бетоны нового поколения // *Технология бетонов.* 2007. № 6. С. 8–11.
6. *Калашиков В.И.* Через рациональную реологию в будущее бетонов. Ч. 3. От высокопрочных и особовысокопрочных бетонов будущего к суперпластифицированным бетонам общего назначения настоящего // *Технология бетонов.* 2008. № 1. С. 22–26.
7. *Калашиков В.И.* Расчет составов высокопрочных самоуплотняющихся бетонов // *Строит. материалы.* 2008. № 10. С. 4–6.

Д.В. ЛОМАЧЕНКО, инженер (dimitrije_ua@mail.ru),
 Н.П. КУДЕЯРОВА, канд. техн. наук, В.А. ЛОМАЧЕНКО, канд. хим. наук,
 Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

Диспергация цементного клинкера при помоле с новой органической добавкой

В настоящее время большое внимание уделяется повышению качества цемента, снижению затрат при его производстве. Это связано с переходом на новые стандарты качества, которые предъявляют повышенные требования к качеству продукции. Одним из направлений повышения качества цемента является использование так называемого эффекта Ребиндера [1, 2], который приводит к уменьшению поверхностной энергии с помощью поверхностно-активных веществ, адсорбирующихся на поверхности твердых частиц и облегчающих деформирование и разрушение твердого тела. Это приводит к снижению энергозатрат в процессе помола цементного клинкера. При производстве цемента используют различные добавки-диспергаторы, позволяющие интенсифицировать процесс помола портландцементного клинкера без снижения качественных характеристик получаемых цементов.

Номенклатура добавок диспергаторов достаточно широка. В последнее время в качестве диспергаторов предлагаются в основном органические вещества, в частности добавки на основе гидроксилamina, формальдегида и полимерных соединений [3, 4]. Однако в данных работах недостаточно описано влияние данного рода добавок на конечные свойства портландцемента.

Целью данной работы было исследование влияния добавки ДР-3 из отходов производства резорцина на интенсификацию помола портландцементного клинкера в соответствии с эффектом Ребиндера и физико-механические свойства полученных цементов.

Отход производства резорцина представляет собой кубовые остатки после дистилляции готового продукта на последней стадии. Они содержат в основном продукты осмоления резорцина и представляют собой смолу темно-коричневого цвета. В состав смолы входит до 18% резорцина. Температура плавления смолы 110–130°C,

плотность 1400–1600 кг/м³. Она растворима в ацетоне, этиловом спирте, диметилсульфоксиде, водном растворе щелочи, нерастворима в воде, хлороформе, бензоле, четыреххлористом углероде. Определение молекулярной массы по методу Раствора показало, что в случае использования камфары в качестве твердого растворителя молекулярная масса равна 130 а. е. м., а в случае использования диметилсульфоксида – 132 а. е. м.

Оценка разжижающих свойств цементных суспензий с добавкой ДР-3 производилась по реологическим характеристикам дисперсных систем.

Изучение реологических параметров концентрированных бездобавочных цементных суспензий на ротационном вискозиметре Реотест-2.1 показало, что они являются типичными вязкопластичными суспензиями с достаточно высокими значениями предельного напряжения сдвига и зависимостью эффективной вязкости от скорости деформации, присущей для сильно структурированных дисперсий. Зависимости скорости деформации суспензий с различной концентрацией ДР-3 от касательного напряжения сдвига для белгородского цемента соответствуют течению исходных суспензий, как было описано Ю.Г. Фроловым [2] и уравнением Оствальда для твердообразных дисперсных систем:

$$\tau - \tau_0 = \eta_{пл} \cdot (\dot{\gamma})^n.$$

В первом приближении для лучшего сравнения цементов без добавки и с добавкой данные суспензии достаточно хорошо описываются уравнением Бингама–Шведова:

$$\tau = \tau_0 + \eta_{пл} \cdot \dot{\gamma},$$

где: τ – касательное напряжение сдвига, Па; τ_0 – предельное напряжение сдвига, Па; $\eta_{пл}$ – пластическая вязкость, Па · с; $\dot{\gamma}$ – скорость деформации, с⁻¹.

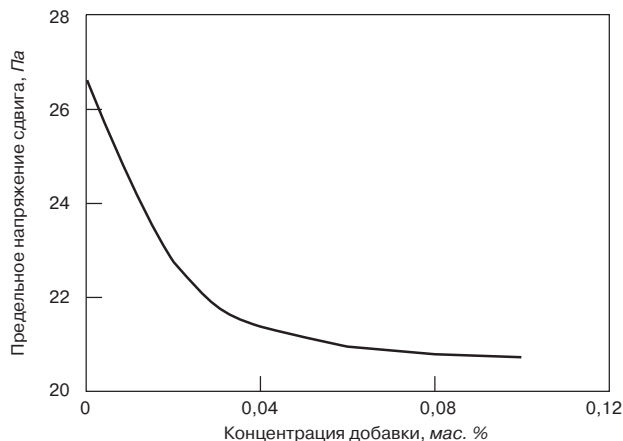


Рис. 1. Зависимость предельного напряжения сдвига от концентрации добавки ДР-3 в цементной суспензии

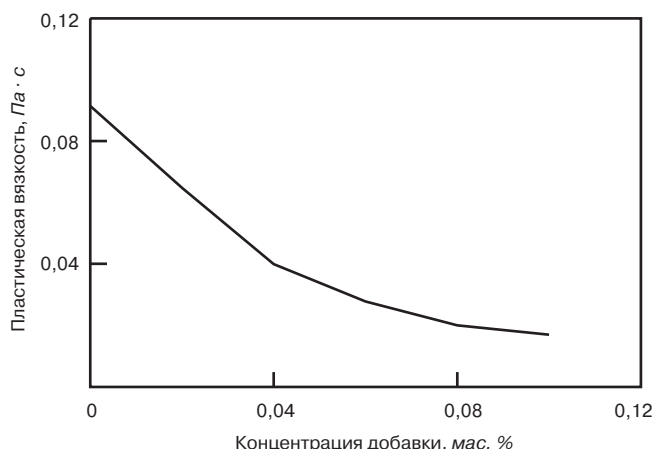


Рис. 2. Зависимость пластической вязкости цементных суспензий от концентрации добавки ДР-3

Таблица 1

Концентрация добавки, %	Количество частиц (мас. %) диаметром, мкм								
	D, мкм	0,99	4,92	10,9	24,4	54,3	121	269	600
0	3,4	7,5	14	20	27,2	21,5	5,8	0,6	
0,02	3,7	7,8	13,1	18,9	28,5	21,8	5,7	0,5	
0,04	4,2	9,2	14,2	19,7	28,8	19	4,5	0,4	

Таблица 2

№ п/п	Состав	Удельная поверхность, м ² /кг	Остаток на сите 008, %	Нормальная плотность, %	Начало и конец схватывания, ч-мин		Прочность на сжатие, МПа, сут	
					начало	конец	3	28
1	Цемент без добавок	297,5	11,8	24,25	3-15	4-10	30,7	51,1
2	Цемент + 0,02% ДР-3	362,4	11	24	2-40	3-45	31	53,3
3	Цемент + 0,04% ДР-3	401,2	8,3	23,4	2-30	3-25	31,3	56,2
4	Цемент + 0,06% ДР-3	386	9,6	22,75	2-40	3-45	31,4	55,8
5	Цемент + 0,08% ДР-3	379	10	21,85	2-50	3-50	31,1	55,2
6	Цемент + 0,09% ДР-3	388,5	9,8	21,75	2-55	3-55	31	55
7	Цемент Белгородского завода с добавкой триэтаноламина	324,6	10	24	2-50	3-40	31	52,8

По реологическим кривым определялось предельное динамическое напряжение сдвига τ_{00} и пластическая вязкость $\eta_{пл}$, зависимости которых от дозировки ДР-3 показаны на рис. 1 и 2.

По мере увеличения концентрации ДР-3 в цементных суспензиях характер реологического течения меняется. При достижении оптимальной дозировки ДР-3 (0,04%) взаимодействие между частицами в суспензии, определяемое величиной предельного динамического напряжения сдвига, уменьшается более чем в два раза (рис. 1).

Пластическая вязкость также вначале значительно уменьшается, но затем достигает определенного минимального значения (рис. 2). Уменьшение пластической вязкости связано в первую очередь с высвобождением иммобилизованной воды и увеличением в связи с этим относительного содержания дисперсионной среды. Увеличение толщины водных прослоек между частицами приводит к уменьшению трения между движущимися слоями и падению пластической вязкости. Поскольку величина предельного динамического напряжения сдвига суспензии обуславливается совокупностью сил сцепления частиц в местах их контакта с жидкостью, из полученных данных следует, что применение предложенной добавки приводит к лиофилизации поверхности частиц.

Изучение влияния добавки ДР -3 на реологические свойства цементных суспензий позволило предположить ее использование в качестве диспергатора частиц цемента. Изучение гранулометрического состава цемента с добавкой ДР-3 производилось на приборе «Microsizer 201», количество добавки составляло от 0,02% до 0,04% массы цемента. Результаты приведены в табл. 1.

Как видно из таблицы, в случае использования добавки наблюдается увеличение доли мелких частиц, особенно при использовании добавки с концентрацией 0,04%. В частности, увеличение самой мелкой фракции (до 5 мкм) составляет 23% в цементах с добавкой 0,04%.

В дальнейшем при помолу цементного клинкера применяли ДР-3 в количестве 0,02–0,1 мас. %. Результаты испытаний влияния предлагаемой добавки на удельную поверхность, реологические свойства цементного теста и прочность цемента приведены в табл. 2. Измель-

чение портландцементного клинкера проводилась на лабораторном оборудовании ОАО «Белгородский цемент». Для сравнения был выбран портландцемент Белгородского завода с использованием в качестве диспергатора широко применяемой добавки триэтаноламина.

Наличие добавки ДР-3 (табл. 2) приводит к увеличению удельной поверхности цемента во всех случаях. Необходимо отметить увеличение удельной поверхности цемента при использовании до 0,04% добавки. Оптимальное количество добавки составляет 0,04%. Значения нормальной плотности цемента уменьшаются примерно на 10%. Это соответствует снижению водопотребности в цементосодержащих композициях и, следовательно, может привести к увеличению прочности цементного камня. Увеличение мелкой фракции в цементе, выражаемое в снижении остатка на ситах и увеличении количества мелкой фракции до 5 мкм, приводит к сокращению сроков схватывания на 45 мин. Прочность цементно-песчаных образцов с оптимальным количеством добавки в возрасте 28 сут увеличивается на 10%. Данное увеличение прочности может привести к сокращению расхода цемента в бетонных изделиях, в данном случае сокращение расхода цемента может достигать 15–20%. Таким образом, проведенные исследования показали, что использование при помолу цемента добавки на основе отхода производства резорцина с оптимальной концентрацией 0,04% может привести к снижению водопотребности цементных растворов и повышению прочности.

Список литературы

1. *Ребиндер П.А.* Избранные труды. Коллоидная химия. М.: Наука, 1978. 256 с.
2. *Фролов Ю.Г.* Курс коллоидной химии. Поверхностные явления и дисперсные системы. М.: Химия, 1988. 464 с.
3. *Карибаев К.К.* Поверхностно-активные вещества в производстве вяжущих. Алма-Ата: Наука, 1980. 336 с.
4. *Mabrouk M.R., Mosllsmy F.H., Gad E.A.M.* Rheological properties of different cement pastes made with different admixtures. // *Silicates Ind.*, 2005. № 3. P. 59–64.

А.С. ИВАНОВ, инженер, Е.И. ЕВТУШЕНКО, д-р техн. наук,
Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

Стеновые керамические материалы с использованием металлургического шлака

Решение проблемы полной утилизации металлургических шлаков возможно только при использовании крупнотоннажных технологий строительных материалов. Гранулированные шлаки, особенно доменные, используются в стране на 70–90%, другие, например различные виды сталеплавильных шлаков, из-за неправильно выбранной технологии первичной переработки – только на 10–30%. Именно на стадии первичной переработки закладываются необходимые структурно-фазовые характеристики шлаковой продукции, которые определяют эффективность ее дальнейшего использования [1, 2]. Разнообразие химического и минералогического состава, способов переработки шлаков и свойств требует поиска новых направлений их эффективного использования, что потенциально могло бы позволить полную утилизацию вновь образующихся шлаков.

Одним из направлений использования шлаковой продукции, наряду с производством шлакосодержащих вяжущих материалов и бетонов, может стать получение стеновой керамики. В последнем случае шлак может применяться как основной спекающийся компонент и как добавка в составы традиционных керамических масс, где он играет роль отошителя.

Так, например, использование доменных шлаков ОАО «Новолипецкий металлургический комбинат» в количестве 70–100% в составе керамических масс позволяет получать при температуре обжига 1100–1250°C плотные композиционные материалы [3, 4]. Чем выше содержание шлака, тем, как правило, выше температура обжига. При этом использование гранулированного шлака, претерпевающего при обжиге предкристаллизационные и кристаллизационные процессы, позволяет получать керамику, отличающуюся на 30–40% большей прочностью в сравнении с материалами на основе уже закристаллизованных доменных шлаков. Это отличие непосредственно связано со структурой керамики, формирующейся при обжиге.

Однако получение строительной керамики на составах с преобладающим содержанием шлака затруднительно, поскольку такие массы обладают коротким интервалом спекания и высокой температурой обжига. Поэтому более эффективным может стать использование шлака как минерализатора и отошителя в составе традиционных масс. Известно, что в большинстве случаев оптимальное содержание шлака в составе керамических масс не превышает 20–30% [2]. Однако в ряде случаев, например при использовании глинистого сырья, характеризующегося повышенной карьерной влажностью из-за наличия цеолитсодержащих пород, требуется повышение содержания шлака в составе масс до 40–60%. Вероятно, такое высокое содержание шлаков в массе возможно только при использовании активированных кристаллических или метастабильных гранулированных шлаков [2].

Для подтверждения этого были проведены исследования каолинито-гидрослюдистой глины Казинской за-

лежи Михайловского месторождения (Липецкая обл.), которая характеризуется повышенной карьерной влажностью (35%) из-за содержания цеолитовых пород. Это, в частности, снижает качество выпускаемой продукции и производительность технологической линии. Требуется или предварительная сушка, что ухудшает пластические свойства массы, или переход на массы с повышенным содержанием шлака и (или) другой глины с более низкой карьерной влажностью. В качестве последней использовали глину Железногорского месторождения (Курская обл.) с карьерной влажностью около 15%, где отмечено повышенное содержание кварца, а глинистые минералы представлены каолинитом и иллитом. Была исследована возможность применения стабилизированных закристаллизованных электросталеплавильных шлаков ОАО «ОЭМК» из отвалов и гранулированных доменных шлаков ОАО «Новолипецкий металлургический комбинат» (НЛМК). Как и следовало ожидать, применение малоактивных основных шлаков ОАО «ОЭМК» не привело к получению положительных результатов. Поэтому в дальнейшем использовали только метастабильные гранулированные шлаки ОАО «НЛМК», в составе которых преобладающей являлась стеклофаза и в небольшом количестве присутствовали мелилит (окерманит) и мервинит.

Были изготовлены массы на казинской глине и на ее смеси с глиной Железногорского месторождения (соотношение 1:1). Содержание шлака в этих массах изменяли от 20 до 100%, обжиг проводили при температуре 1000, 1050, 1100°C. В контрольных составах вместо шлака в глину вводили 15% кварцевого песка в качестве отошителя.

Установлено, что добавка шлака в количестве 40–60% позволяет на 15–20% снизить формовочную влажность масс на основе казинской глины (до 21–25%); число пластичности при этом уменьшается в 1,5–2 раза (до 14–15). Использование шлака в смеси с двумя глинами позволяет снизить формовочную влажность до 17–19%, число пластичности до 10–11. После обжига при температуре 1050–1100°C образцы на основе казинской глины оптимального состава имели прочность при сжатии более 20 МПа. Водопоглощение снижалось с ростом температуры обжига и увеличением содержания шлака до 60%. Минимальные значения водопоглощения (около 20%) имели образцы, содержащие 60% шлака, после обжига при температуре 1100°C. Использование шлака в образцах из смеси глин в меньшей степени влияло на пористость получаемых материалов. На рис. 1–2 приведены зависимости прочности при сжатии образцов керамики от температуры обжига и содержания в них шлака. Установлено, что в зависимости от решаемых технологических задач содержание шлака в массе можно варьировать от 20 до 60% и при условной плотности кирпича 1600–1800 кг/м³ прочность при сжатии составит 20–40 МПа.

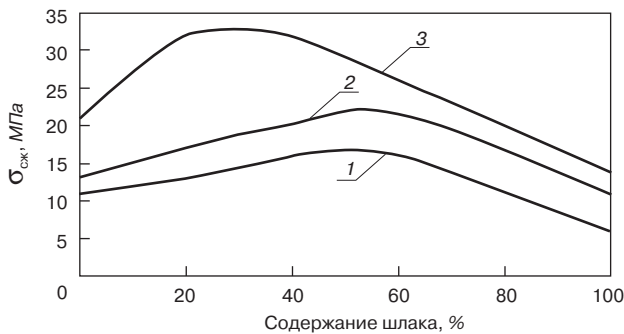


Рис. 1. Зависимость прочности при сжатии образцов керамических материалов на основе глины Михайловского месторождения от содержания шлака и температуры обжига: 1 – 1000°C; 2 – 1050°C; 3 – 1100°C



Рис. 2. Зависимость прочности при сжатии образцов керамических материалов на основе смеси глин Михайловского и Железногорского месторождений от содержания шлака и температуры обжига: 1 – 1000°C; 2 – 1050°C; 3 – 1100°C

Использование шлаков позволяло существенным образом изменять окраску получаемой керамики – от коричневого или темно-бордового на исходных глинах до светло-желтого или бежевого при повышении содержания шлака до 40–60%. Исследования также показали возможность устранения высолов, проявляющихся на данных глинах без использования добавок.

Таким образом, использование шлаков позволяет управлять технологическими свойствами используемой массы и получать на исследуемых глинах керамический кирпич марки 150–200 при температуре обжига 1050–1100°C, повысить качество и разнообразить цветовую гамму выпускаемой продукции. При этом рекомендуемое содержание шлака может составлять 20–60%. В результате достигается значительный экологический эффект: кирпичный завод производительностью до 45 млн шт. кирпича в год, работающий на подобном сырье, будет эффективно утилизировать до 100 тыс. т шлака в год.

Список литературы

1. *Боженев П.И., Глубина И.В., Григорьева Б.А.* Строительная керамика из побочных продуктов промышленности. М.: Стройиздат, 1986. 136 с.
2. *Евтушенко Е.И.* Активационные процессы в технологии строительных материалов. Белгород: Изд-во БГТУ, 2003. 209 с.
3. *Гончаров Ю.И., Иванов А.С., Гончарова М.Ю.* Исследование процессов спекания металлургических шлаков // Изв. вузов. Строительство. 2003. № 7. С. 51–55.
4. *Иванов А.С.* Использование доменных шлаков АО «Новолипецкий металлургический комбинат» для получения керамики // В сб. докладов междунар. науч.-методической конф. «Экология – образование, наука и промышленность». Белгород. 23–25 января 2002 г. Ч. 3. С. 71–75.

ТРЕТЬЯ МЕЖРЕГИОНАЛЬНАЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ ВЫСТАВКА

11-13 СЕНТЯБРЯ 2009г.

г.ЯКУТСК Д/С "МОДУН"

ДОМ-ЭКСПО
ДОМ, КОТТЕДЖ, КВАРТИРА

- > АРХИТЕКТУРА, ДИЗАЙН ИНТЕРЬЕРОВ И ЛАНДШАФТОВ;
- > СТРОИТЕЛЬНЫЕ И ОТДЕЛОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ;
- > ВОДА, КЛИМАТИЧЕСКАЯ ТЕХНИКА, ТЕПЛО, ГАЗ, СВЕТ, ВЕНТИЛЯЦИЯ;
- > ФАСАДЫ, КРОВЛИ, ОКНА, ДВЕРИ, САНТЕХНИКА;
- > "УМНЫЙ ДОМ", СИСТЕМЫ БЕЗОПАСНОСТИ И ОХРАНЫ;
- > МЕБЕЛЬ, БЫТОВАЯ ЭЛЕКТРОТЕХНИКА РАЗЛИЧНОГО НАЗНАЧЕНИЯ;
- > БАНИ, САУНЫ, БАССЕЙНЫ;
- > ИПОТЕКА, ЖИЛИЩНОЕ СТРАХОВАНИЕ;
- > ЖИЛАЯ И КОММЕРЧЕСКАЯ НЕДВИЖИМОСТЬ.

При поддержке:
Администрации г. Якутска,
Союза архитекторов Якутии,
Администрации Новосибирской области

Организатор:
СИБЭКСПОСЕРВИС
SIB EXPO SERVICE
НОВОСИБИРСК

Тел./факс: (383) 335-63-50
E-mail: ses@math.nsc.ru
www.ses.net.ru



В.А. Воскресенский

Третьи Воскресенские чтения «Полимеры в строительстве»

Казань, 19–20 мая 2009 г.

В 2009 г. мы отметили 95 лет со дня рождения Владимира Александровича Воскресенского – известного ученого и педагога, основателя кафедры пластических масс Казанского инженерно-строительного института, его ректора в период с 1964 по 1968 годы, заслуженного деятеля науки и техники РСФСР и ТАССР, доктора химических наук, профессора.



С приветствием к участникам Третьих Воскресенских чтений выступил ректор КазГАСУ Р.К. Низамов

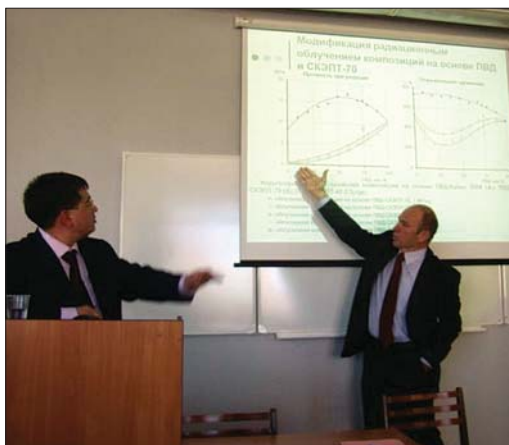
С 1999 г. по инициативе кафедры технологии строительных материалов, изделий и конструкций (ТСМИК), которая образовалась на базе кафедры пластических масс, проводятся Воскресенские чтения «Полимеры в строительстве», приуроченные к юбилейным датам нашего учителя, основателя научной школы по модификации полимерных строительных материалов.

С 19 по 20 мая прошли Третьи чтения. Они посвящены различным аспектам полимерного строительного материаловедения. Были заслушаны пленарные доклады известных, а также молодых ученых. Наряду с научными докладами прошли презентации предприятий–производителей полимерных строительных материалов: ООО «Завод герметизирующих материалов», г. Дзержинск Нижегородской обл.; ОАО «Казанский завод синтетического каучука»; ОАО «Химический завод им. Л.Я. Карпова», г. Менделеевск, РТ; ООО «Стройпластмасс-СП», с. Полдомасово, Ульяновская обл., и другие.

На открытии Третьих Воскресенских чтений со вступительным словом выступил ректор КазГАСУ, председатель Оргкомитета чтений, профессор кафедры ТСМИК Р.К. Низамов. Доклад о полимерном направлении кафедры ТСМИК сделал заведующий кафедрой, профессор В.Г. Хозин. С приветствием к конференции обратились представители научных кругов из разных вузов Казани.

Были заслушаны доклады многих ведущих ученых из архитектурно-строительных и технологических вузов России. Особый интерес вызвали доклады докторов техн. наук А.П. Пичугина, А.М. Сулейманова, В.И. Кимельבלата, Ю.Н. Хакимуллина, Е.М. Готли, Л.А. Абдрахмановой. Оживленно и с интересом со стороны слушателей прошел круглый стол на актуальную проблему «Полимерные наноконкомпозиты», под руководством В.Г. Хозина. Он доложил об исследованиях кафедры ТСМИК по этому направлению в рамках недавно созданного при КазГАСУ научно-инновационного центра «Нанотех-СМ». Свое отношение к данной проблеме, а также о перспективах развития нанотехнологий в строительном материаловедении высказали доктор техн. наук Л.Ю. Огрель, Г.И. Яковлев, канд. техн. наук Т.А. Мангушева.

Все участники отметили высокий уровень научных докладов, конструктивную и рабочую обстановку чтений, было принято решение провести Четвертые Воскресенские чтения «Полимеры в строительстве», посвященные 100-летию со дня рождения В.А. Воскресенского, в 2014 г., и придать им статус международной конференции.



Дискуссия по докладу доцента КГТУ И.Н. Мусина



Докладчиков слушают с большим интересом



Участники Третьих Воскресенских чтений. Стоят слева направо: В.Ф. Хританков (Новосибирск), В.И. Кимельблат (Казань), Г.И. Яковлев (Ижевск), А.Н. Петров (г. Набережные Челны), В.Г. Хозин (Казань), Ю.Н. Хакимуллин (Казань). Сидят слева направо: Л.Ю. Огрель (Белгород), Л.А. Абдрахманова (Казань), Т.П. Зубкова (Томск), А.В. Мурафа (Казань), Н.И. Бобырева (Казань), Т.А. Артамонова (г. Дзержинск)



МобилБилд

международная специализированная выставка мобильных сооружений, каркасно-тентовых и легких металлоконструкций

14 - 16 сентября 2009

Москва, МВЦ Крокус Экспо,
павильон 1, зал 4

ОСНОВНЫЕ РАЗДЕЛЫ ВЫСТАВКИ:

- Мобильные сооружения промышленного назначения
- Сборно-разборные дома на основе каркасных конструкций и сэндвич панелей, блочные сооружения
- Каркасno-тентовые конструкции и сооружения
- Пневмокаркасные конструкции и воздушно-опорные сооружения
- Вагон-дома санного, рамного, шассийного исполнения, эксплуатируемые в сложных климатических условиях
- Автомобильные прицепы, прицепы-магазины, фургоны
- Мобильные сауны, бани и санитарно-гигиенические сооружения
- Мобильные магазины, торговые павильоны и киоски
- Мобильные сооружения быстрого развертывания
- Легкие металлоконструкции
- Высотные мобильные сооружения
- Ангары, склады, терминалы
- Технологии, оборудование, инструмент и материалы для изготовления элементов и блоков сборно-разборных и мобильных зданий
- Технологии, приборы, оборудование и инструмент для монтажа и демонтажа мобильных зданий различных типов
- Арматурные сетки и каркасы
- Системы отопления и кондиционирования мобильных зданий
- Системы очистки воды и воздуха
- Инженерные сети и компактная сантехника для мобильных зданий
- Компактная мебель и бытовая техника для мобильных зданий
- Сертификация и безопасность

ДЕЛОВАЯ ПРОГРАММА:

В рамках выставки проводится салон "Современные офисные перегородки", а также конференции, семинары, круглые столы фирм-участников.

ОРГАНИЗАТОР ВЫСТАВКИ:



EXHIBITION COMPANY

EXHIBITION COMPANY

EXHIBITION COMPANY

EXHIBITION COMPANY

EXHIBITION COMPANY

EXHIBITION COMPANY

EXHIBITION COMPANY

EXHIBITION COMPANY

EXHIBITION COMPANY

EXHIBITION COMPANY

EXHIBITION COMPANY

EXHIBITION COMPANY

EXHIBITION COMPANY

EXHIBITION COMPANY

EXHIBITION COMPANY

EXHIBITION COMPANY

EXHIBITION COMPANY

EXHIBITION COMPANY

EXHIBITION COMPANY

EXHIBITION COMPANY

EXHIBITION COMPANY

EXHIBITION COMPANY

EXHIBITION COMPANY

EXHIBITION COMPANY

EXHIBITION COMPANY

EXHIBITION COMPANY

EXHIBITION COMPANY

EXHIBITION COMPANY

EXHIBITION COMPANY

EXHIBITION COMPANY

EXHIBITION COMPANY

EXHIBITION COMPANY

EXHIBITION COMPANY

EXHIBITION COMPANY

EXHIBITION COMPANY

EXHIBITION COMPANY

EXHIBITION COMPANY

EXHIBITION COMPANY

EXHIBITION COMPANY

EXHIBITION COMPANY

EXHIBITION COMPANY

EXHIBITION COMPANY

EXHIBITION COMPANY

EXHIBITION COMPANY

EXHIBITION COMPANY

EXHIBITION COMPANY

EXHIBITION COMPANY

EXHIBITION COMPANY

EXHIBITION COMPANY

EXHIBITION COMPANY

EXHIBITION COMPANY

EXHIBITION COMPANY

EXHIBITION COMPANY

EXHIBITION COMPANY

EXHIBITION COMPANY

EXHIBITION COMPANY

EXHIBITION COMPANY

EXHIBITION COMPANY

EXHIBITION COMPANY

EXHIBITION COMPANY

EXHIBITION COMPANY

EXHIBITION COMPANY

EXHIBITION COMPANY

EXHIBITION COMPANY

EXHIBITION COMPANY

EXHIBITION COMPANY

EXHIBITION COMPANY

EXHIBITION COMPANY

EXHIBITION COMPANY

EXHIBITION COMPANY

EXHIBITION COMPANY

EXHIBITION COMPANY

EXHIBITION COMPANY

EXHIBITION COMPANY

EXHIBITION COMPANY

EXHIBITION COMPANY

EXHIBITION COMPANY

EXHIBITION COMPANY

EXHIBITION COMPANY

EXHIBITION COMPANY

EXHIBITION COMPANY

EXHIBITION COMPANY

EXHIBITION COMPANY

EXHIBITION COMPANY

EXHIBITION COMPANY

EXHIBITION COMPANY

EXHIBITION COMPANY

EXHIBITION COMPANY

EXHIBITION COMPANY

EXHIBITION COMPANY

EXHIBITION COMPANY

EXHIBITION COMPANY

EXHIBITION COMPANY

EXHIBITION COMPANY

EXHIBITION COMPANY

EXHIBITION COMPANY

EXHIBITION COMPANY

EXHIBITION COMPANY

EXHIBITION COMPANY

EXHIBITION COMPANY

EXHIBITION COMPANY

EXHIBITION COMPANY

EXHIBITION COMPANY

EXHIBITION COMPANY

EXHIBITION COMPANY

EXHIBITION COMPANY

EXHIBITION COMPANY

EXHIBITION COMPANY

EXHIBITION COMPANY

EXHIBITION COMPANY

EXHIBITION COMPANY

EXHIBITION COMPANY

EXHIBITION COMPANY

EXHIBITION COMPANY

EXHIBITION COMPANY

EXHIBITION COMPANY

EXHIBITION COMPANY

EXHIBITION COMPANY

EXHIBITION COMPANY

EXHIBITION COMPANY

EXHIBITION COMPANY

EXHIBITION COMPANY

EXHIBITION COMPANY

EXHIBITION COMPANY

EXHIBITION COMPANY

EXHIBITION COMPANY

EXHIBITION COMPANY

EXHIBITION COMPANY

EXHIBITION COMPANY

EXHIBITION COMPANY

EXHIBITION COMPANY

EXHIBITION COMPANY

EXHIBITION COMPANY

EXHIBITION COMPANY

EXHIBITION COMPANY

EXHIBITION COMPANY

EXHIBITION COMPANY

EXHIBITION COMPANY

EXHIBITION COMPANY

EXHIBITION COMPANY

EXHIBITION COMPANY

EXHIBITION COMPANY

EXHIBITION COMPANY

EXHIBITION COMPANY

EXHIBITION COMPANY

EXHIBITION COMPANY

EXHIBITION COMPANY

EXHIBITION COMPANY

EXHIBITION COMPANY

EXHIBITION COMPANY

EXHIBITION COMPANY

EXHIBITION COMPANY

EXHIBITION COMPANY

EXHIBITION COMPANY

EXHIBITION COMPANY

EXHIBITION COMPANY

EXHIBITION COMPANY

EXHIBITION COMPANY

EXHIBITION COMPANY

EXHIBITION COMPANY

EXHIBITION COMPANY

EXHIBITION COMPANY

EXHIBITION COMPANY

EXHIBITION COMPANY

EXHIBITION COMPANY

EXHIBITION COMPANY

EXHIBITION COMPANY

EXHIBITION COMPANY

EXHIBITION COMPANY

EXHIBITION COMPANY

EXHIBITION COMPANY

EXHIBITION COMPANY

EXHIBITION COMPANY

EXHIBITION COMPANY

EXHIBITION COMPANY

EXHIBITION COMPANY

EXHIBITION COMPANY

EXHIBITION COMPANY

EXHIBITION COMPANY

EXHIBITION COMPANY

EXHIBITION COMPANY

EXHIBITION COMPANY

EXHIBITION COMPANY

EXHIBITION COMPANY

EXHIBITION COMPANY

EXHIBITION COMPANY

EXHIBITION COMPANY

EXHIBITION COMPANY

EXHIBITION COMPANY

EXHIBITION COMPANY

EXHIBITION COMPANY

EXHIBITION COMPANY

EXHIBITION COMPANY

EXHIBITION COMPANY

EXHIBITION COMPANY

EXHIBITION COMPANY

EXHIBITION COMPANY

EXHIBITION COMPANY

EXHIBITION COMPANY

EXHIBITION COMPANY

EXHIBITION COMPANY

EXHIBITION COMPANY

EXHIBITION COMPANY

EXHIBITION COMPANY

EXHIBITION COMPANY

EXHIBITION COMPANY

EXHIBITION COMPANY

EXHIBITION COMPANY

EXHIBITION COMPANY

EXHIBITION COMPANY

EXHIBITION COMPANY

EXHIBITION COMPANY

EXHIBITION COMPANY

EXHIBITION COMPANY

EXHIBITION COMPANY

EXHIBITION COMPANY

EXHIBITION COMPANY

EXHIBITION COMPANY

EXHIBITION COMPANY

EXHIBITION COMPANY

EXHIBITION COMPANY

EXHIBITION COMPANY

EXHIBITION COMPANY

EXHIBITION COMPANY

EXHIBITION COMPANY

EXHIBITION COMPANY

EXHIBITION COMPANY

EXHIBITION COMPANY

EXHIBITION COMPANY

EXHIBITION COMPANY

EXHIBITION COMPANY

EXHIBITION COMPANY

EXHIBITION COMPANY

EXHIBITION COMPANY

EXHIBITION COMPANY

EXHIBITION COMPANY

EXHIBITION COMPANY

EXHIBITION COMPANY

EXHIBITION COMPANY

EXHIBITION COMPANY

EXHIBITION COMPANY

EXHIBITION COMPANY

EXHIBITION COMPANY

EXHIBITION COMPANY

EXHIBITION COMPANY

EXHIBITION COMPANY

EXHIBITION COMPANY

EXHIBITION COMPANY

EXHIBITION COMPANY

EXHIBITION COMPANY

EXHIBITION COMPANY

EXHIBITION COMPANY

EXHIBITION COMPANY

EXHIBITION COMPANY

EXHIBITION COMPANY

EXHIBITION COMPANY

EXHIBITION COMPANY

EXHIBITION COMPANY

EXHIBITION COMPANY

EXHIBITION COMPANY

EXHIBITION COMPANY

EXHIBITION COMPANY

EXHIBITION COMPANY

EXHIBITION COMPANY

EXHIBITION COMPANY

EXHIBITION COMPANY

EXHIBITION COMPANY

EXHIBITION COMPANY

EXHIBITION COMPANY

EXHIBITION COMPANY

А.А. ЛЕДЕНЕВ, инженер (ledeneneff@mail.ru), С.М. УСАЧЕВ, канд. техн. наук,
В.Т. ПЕРЦЕВ, д-р техн. наук, Воронежский государственный архитектурно-строительный университет

Структурно-реологические свойства строительных смесей

Известно, что первоначальное формирование структуры строительных материалов, обеспечивающее их свойства, происходит в ходе процессов перемешивания и формования. Течение этих процессов во многом определяется реологическими свойствами смесей. На практике применяют методы, косвенно характеризующие реологические свойства строительных смесей, при этом используют такие технические характеристики, как осадка конуса, расплыв конуса, показатель жесткости и др. Эти показатели макрореологических свойств не дают полного представления об истинных физических процессах, которые протекают в структуре смесей, что приводит к получению ошибочных оценок их поведения, в первую очередь при внешних механических воздействиях, происходящих при реализации технологических процессов перемешивания, транспортирования, формования и др. Поэтому важное значение приобретает получение реологических характеристик строительных смесей в физических единицах. Особенную актуальность эта задача получает в связи с применением бетонных, растворных и других смесей, содержащих тонкодисперсные, органоминеральные, в том числе наноразмерные, добавки. В таких системах вследствие развитой удельной поверхности компонентов проявляются межчастичные взаимодействия, способствующие формированию неоднородной, агрегированной (кластерной) структуры. Формирование и переформирование агрегатов в этой структуре оказывает значительное влияние на реологические характеристики систем [1, 2]. Классические макрореологические модели упруго-вязкопластичной среды [3, 4], применяемые для описания поведения реальных систем и построенные на допу-

щениях, исходящих из представлений о сохранении постоянства внутренней структуры вещества независимо от величины и скорости деформации, не всегда дают достаточно полное описание течения концентрированных дисперсно-зернистых систем. Вполне возможны случаи, когда эти макрореологические представления перестают быть справедливыми. Например, они нарушаются на стадии переформирования структуры смеси, связанной с разрушением кластерной структуры систем, т. е. в тех случаях, когда свойства систем определяются микрореологическими процессами.

Исходя из современных представлений [5], механизм течения дисперсно-зернистых систем под нагрузкой может быть описан с помощью микрореологической модели, согласно которой агрегаты из мелких частиц при определенном режиме течения можно рассматривать, как крупные частицы и описывать поведение такой системы на основе гидродинамики крупных частиц в жидкости. Механизм течения представляется следующим образом (рис. 1). При отсутствии внешних воздействий внутри системы формируется упругий перколяционный силовой каркас из кластеров, отличающийся устойчивыми межкластерными связями. С ростом величины внешнего воздействия, достигающего значения предельного напряжения сдвига τ^* , происходит разрыв упругих связей (рис. 1, т. 0), и при дальнейшем увеличении сдвиговых напряжений система переходит в текучее состояние (т. 1). По мере роста напряжения сдвига и соответственно скорости сдвига силы внутреннего трения в системе будут уменьшаться (участок кривой от т. 1 до т. 2). При полном разрыве связей дальнейшая зависимость силы внутреннего трения от скорости будет определяться кластерным механизмом трения подобно трению в обводненных грубодисперсных системах. Такое состояние системы характеризуется наличием участка с постоянной минимальной величиной «эффективной» вязкости при росте напряжения сдвига (т. 2 – т. 3). В ряде случаев, определяемых свойствами дисперсно-зернистой системы, дальнейшее увеличение напряжения и скорости сдвига сменяется ростом внутреннего трения и соответственно увеличением «эффективной» вязкости системы (т. 3 – т. 4). При дальнейшем увеличении напряжения сдвига вновь происходит снижение вязкости в результате разрушения кластеров и разрыва сплошности вещества (т. 4 – т. 5).

Исходя из вышеизложенного можно сделать предположение, что для оценки поведения дисперсно-зернистых систем при внешних воздействиях необходимо применять дополнительные микрореологические структурные характеристики, позволяющие получить данные о реальных изменениях, происходящих в структуре смесей.

В работе была поставлена цель – исследовать реологическое поведение строительных смесей в условиях сдвига с получением количественных оценок изменения их структурно-реологических свойств на микроуровне.

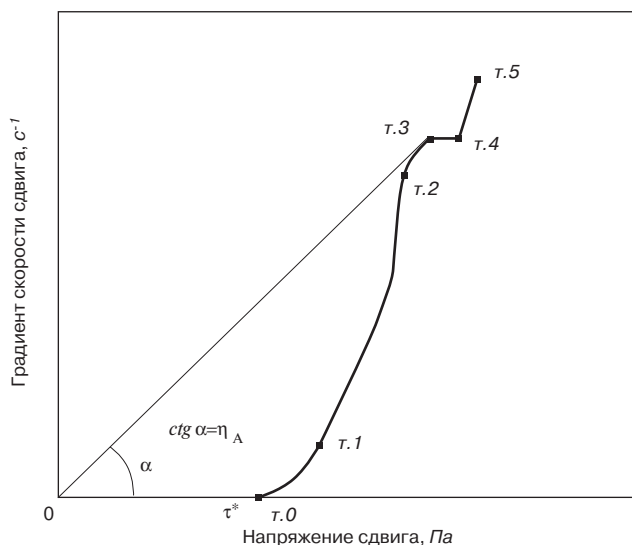


Рис. 1. Модельная реологическая кривая течения дисперсно-зернистой системы: η_A – «эффективная» вязкость системы; τ^* – предельное напряжение сдвига

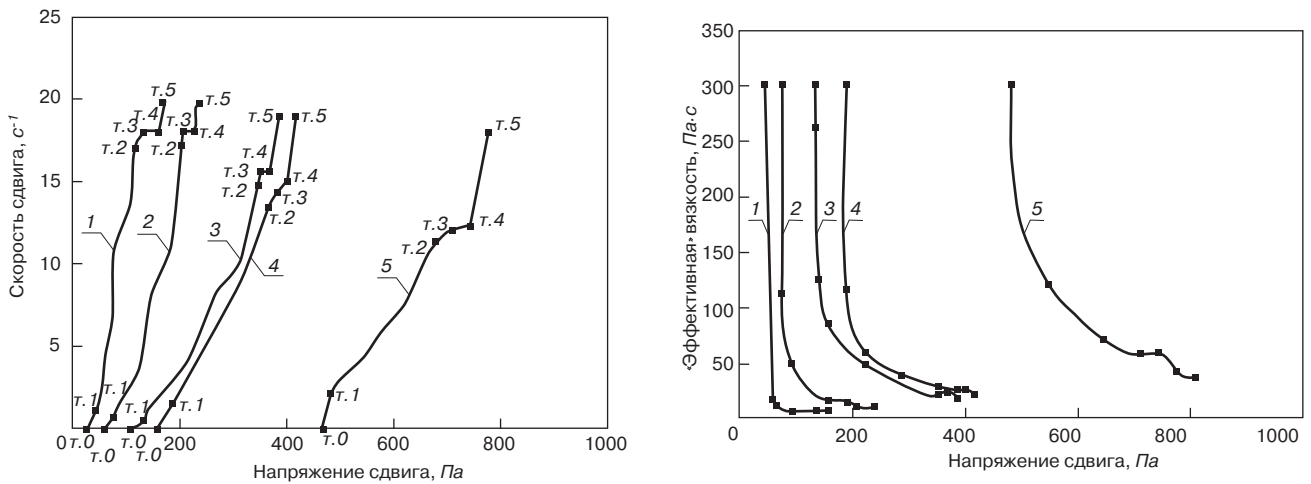


Рис. 2. Экспериментальные реологические кривые дисперсных систем при $V/T = 0,32$; $S_{уд} = 500 \text{ м}^2/\text{кг}$: 1 – молотый известняк–вода; 2 – молотый песок–вода; 3 – молотый шлак–вода; 4 – молотый цемент–вода; 5 – зола–вода

Исследования выполнялись на модельных системах: молотый песок – вода, молотый цемент – вода, молотый известняк – вода, молотый шлак – вода, зола – вода методом ротационной вискозиметрии. Удельная поверхность твердой фазы варьировалась в диапазоне от 300 до 700 $\text{м}^2/\text{кг}$. Выбор именно таких систем для исследования объясняется присутствием в них частиц твердой фазы различной природы, которые являются основными компонентами многих строительных смесей.

В результате выполненных исследований установлено, что полученные экспериментальные реологические кривые, представленные на рис. 2, характеризуются наличием участков с минимальной величиной «эффективной» вязкости (т. 2 – т. 3). При дальнейшем увеличении напряжения и скорости сдвига в системах наблюдается рост «эффективной» вязкости, кривая характеризуется наличием «площадок» (т. 3 – т. 4). Можно предположить, что на данных участках кривых, соответствующих разрушению агрегированных систем, проявляется кластерный механизм трения подобно трению в грубодисперсных системах. При дальнейшем увеличении напряжений сдвига происходит вновь снижение вязкости в результате разрушения кластеров и разрыва сплошности систем (т. 4 – т. 5).

Рассмотрим подробнее этот механизм на примере систем молотый песок – вода и молотый цемент – вода. На рис. 3 показано как изменяется структура системы молотый песок–вода при воздействии сдвиговых деформаций. Из рисунка видно, что в дисперсно-зернистой системе, находящейся в состоянии покоя (без сдвиговых деформаций), формируется бесконечная сеть взаимосвязанных фрактальных кластеров (темные участки на рис. 3, а). После приложения внешних сдвигающих напряжений происходит разрыв сети связей и разрушение фрактально-кластерных агрегатов (рис. 3, б). Агрегаты разбиваются на более мелкие кластеры или даже индивидуальные частицы. Этот процесс наглядно свидетельствует о том, что при воздействии внешних сдвигающих нагрузок происходит разрушение и переформирование фрактальных кластеров.

По результатам экспериментальных исследований установлено, что представленная теоретическая модель механизма течения (рис. 1) характерна для всех исследуемых систем, что подтверждает выдвинутое предположение о механизме изменения их структурно-реологических свойств, связанных с формированием и разрушением агрегатов.

Для количественной оценки параметров формирования и разрушения структуры исследуемых систем бы-

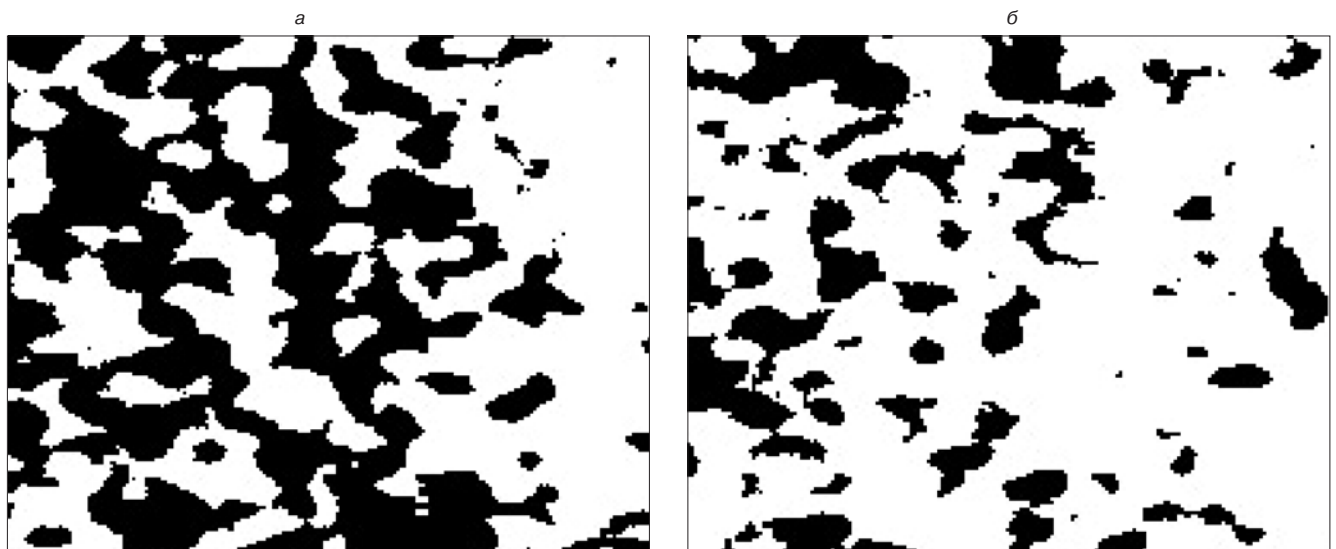


Рис. 3. Изменение структуры дисперсно-зернистой системы молотый песок–вода при сдвиговых деформациях: а – до начала испытаний; б – после испытаний

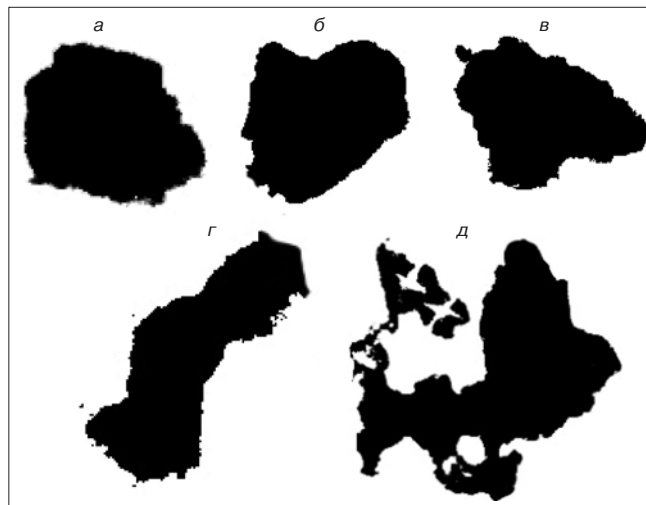


Рис. 4. Вид проекции частиц: а – цемента; б – песка; в – известняка; г – шлака; д – золы; при увеличении в 400 раз; $S_{уд} = 500 \text{ м}^2/\text{кг}$

ли использованы такие структурные показатели, как фрактальная размерность D , критическая концентрация кластеров φ^* и эффективная концентрация кластеров φ_A . Данные показатели определялись по экспериментальным реологическим зависимостям напряжения – деформация в условиях изменяющегося напряжения сдвига путем моделирования на ЭВМ [6]. Для расчетов применялась математическая модель, которая имеет вид:

$$\frac{\eta_A(\varphi, \tau)}{\eta_0} = \frac{1 - \varphi_A}{(1 - \varphi_A / \varphi^*)^2}; \quad \varphi_A \approx \varphi \left[1 + \left(\frac{\tau^*}{\tau} \right)^{1/2} \right]^{3-D}$$

где $\eta_A(\varphi, \tau)$ – «эффективная» вязкость системы; η_0 – вязкость несущей жидкой фазы; φ – объемная концентрация твердой фазы; φ_A – эффективная концентрация кластеров; φ^* – критическая концентрация кластеров, характеризующая порог между жидким и твердым состоянием системы и соответствующая предельному напряжению сдвига; τ^* – предельное напряжение сдвига, при котором происходит разрушение кластеров; τ – напряжение сдвига; D – показатель фрактальной размерности.

В результате выполненных исследований были получены структурные характеристики систем в зависимости от природы, дисперсности и водосодержания твердой фазы. Структурные характеристики и их значения для исследованных систем представлены в таблице ($V/T = 0,32$; $S_{уд} = 500 \text{ м}^2/\text{кг}$).

Из данных таблицы видно, что структурные характеристики независимо от природы твердой фазы исследуемых систем при прочих равных условиях изменяются незначительно. Это дает основание полагать, что процессы формирования структуры, протекающие в данных дисперсиях, по внешним проявлениям сходны. Исключением является система зола–вода. Существующее различие в процессах структурообразования этой системы может быть связано со свойствами поверхности золы. Частицы золы, имея более изрезанную поверхность по сравнению с другими частицами твердой фазы (рис. 4), способствуют образованию структур, характеризующихся более низким показателем фрактальной размерности $D = 2,31$ и более высоким показателем критической концентрации кластеров $\varphi^* = 0,84$.

Свойства поверхности золы сказываются и на реологическом поведении системы «зола – вода», что выражается в значительно больших показателях предельного напряжения сдвига и «эффективной» вязкости (рис. 2).

Показатель	Вид системы				
	молотый цемент – вода	молотый песок – вода	молотый известняк – вода	молотый шлак – вода	зола – вода
φ	0,51	0,54	0,53	0,53	0,51
φ^*	0,71	0,73	0,7	0,71	0,84
D	2,57	2,61	2,64	2,6	2,31

В экспериментах показатель изменчивости D и φ^* не превышал 2 %.

Рассмотрение структурных характеристик на примере системы молотый цемент – вода показало взаимосвязь формирующихся фрактальных кластеров с концентрацией твердой фазы в системе (водосодержанием). Установлено, что увеличение концентрации твердой фазы – уменьшение В/Т отношения способствует повышению концентрации кластеров φ^* и показателя фрактальной размерности D .

Величина дисперсности твердой фазы также оказывает значительное влияние на структурные характеристики систем. Так, у системы молотый цемент – вода с увеличением удельной поверхности частиц цемента с $300 \text{ м}^2/\text{кг}$ до $700 \text{ м}^2/\text{кг}$ показатель критической концентрации кластеров увеличивается в 1,3 раза с 0,67 до 0,9. При этом уменьшается показатель фрактальности в 1,2 раза с 2,74 до 2,31, что согласуется с изменениями реологических свойств системы.

Анализ всех результатов работы позволяет сделать вывод, что представленная теоретическая модель механизма поведения дисперсно-зернистых систем при их течении в условиях сдвига подтверждается для широкого круга строительных смесей. Полученные физические показатели структурно-реологических свойств исследуемых систем позволяют дать количественную оценку процессам формирования и разрушения фрактально-кластерных образований, происходящих в структуре многих строительных смесей при реализации технологических операций, а также их изменения в зависимости от различных свойств дисперсных систем. Установленные зависимости могут служить основой для оптимизации процессов перемешивания, транспортирования, формования в монолитном бетонировании и производстве строительных изделий и конструкций.

Список литературы

1. Перцев В.Т. Управление процессами раннего структурообразования бетонов. Воронеж: ВГАСУ 2006. 234 с.
2. Урьев Н.Б. Физико-химические основы технологии дисперсных систем и материалов. М.: Химия, 1988. 256 с.
3. Рейнер М. Реология: Пер. с англ./ Под ред. Э.И. Григолюка. М.: Наука, 1965. 224 с.
4. Куннос Г.Я. Элементы макро-, микро- и объемной реологии. Рига, 1981. 98 с.
5. Mills P, Snabre P. The fractal concept in the rheology of concentrated suspension // Rheol. Acta 26. 1988. P. 105–108.
6. Перцев В.Т., Леднев А.А. Исследование реологических свойств – важный этап в управлении технологией и свойствами бетонов // «Эффективные конструкции, материалы и технологии в строительстве и архитектуре: Сб. статей международной научно-практической конф». Липецк, 2007. С. 122–126.

Ю.С. ВАСИЛЬЕВ, заместитель начальника ФГУ «Объединенная дирекция по реализации федеральных инвестиционных программ»
Министерства регионального развития Российской Федерации

Методы повышения эффективности обеспечения жильем отдельных категорий россиян

Одной из наиболее острых социальных проблем в наши дни является проблема обеспечения жильем граждан Российской Федерации, перед которыми государство имеет жилищные обязательства.

Как показала практика, в настоящее время, несмотря на предусмотренные федеральным законодательством альтернативные варианты жилищного обеспечения для отдельных категорий граждан, практически единственной реальной возможностью решения их жилищной проблемы является институт государственных жилищных сертификатов.

Однако для более эффективного выполнения задач, поставленных главой государства в части обеспечения жильем, механизм предоставления субсидий для приобретения жилья целесообразно сочетать с другими вариантами, в частности с механизмом строительства социального жилья, уже доказавшим свою надежность в рамках реализации постановления Правительства Российской Федерации от 29.04.2006 г. № 249 «О дополнительных мерах по обеспечению жильем военнослужащих Вооруженных сил Российской Федерации» («Программа 15 + 15»).

На основании этого постановления в течение двух лет — с мая 2006 г. по декабрь 2007 г. строились и приобретались жилые дома (квартиры) для военных в Москве, Санкт-Петербурге, Калининграде, Московской, Ленинградской и Калининградской областях. За столь короткий срок было построено и куплено более 15400 квартир общей площадью почти 1 млн м².

Высоких результатов удалось достигнуть благодаря тому, что в ходе реализации программы были четко определены полномочия федеральных органов исполнительной власти, задействованных в строительстве и оформлении жилья, порядок их взаимодействия с органами исполнительной власти субъектов Российской Федерации.

По предварительным оценкам, сочетание механизма государственных жилищных сертификатов и строительства жилых домов в ряде российских регионов позволит в ближайшие годы существенно продвинуть решение квартирного вопроса ряда граждан, перед которыми у государства имеются соответствующие обязательства.

Например, в некоторых субъектах Российской Федерации, где сложилась напряженная социальная обстановка с обеспечением граждан жильем (отсутствует рынок жилья или стоимость его приобретения значительно превышает размер социальной выплаты), предлагается осуществлять строительство (приобретение) жилья за счет средств федерального бюджета.

К таким проблемным российским регионам, где применима подобная методика, можно отнести (при условии приобретения (строительства) на территории данного субъекта Российской Федерации более 100 квартир) города Москву и Санкт-Петербург, Рес-

публику Татарстан, Пермский край, Московскую, Ярославскую, Вологодскую, Волгоградскую, Новосибирскую и Самарскую области.

Более десяти лет назад вопрос об использовании социальной выплаты для приобретения жилья на этапе строительства уже был предметом рассмотрения органов государственной власти всех уровней и даже имел пример практической реализации в рамках специального эксперимента.

Основанием для проведения эксперимента послужили многочисленные обращения субъектов Российской Федерации и федеральных органов исполнительной власти с просьбой о применении такого механизма для финансирования завершения строительства жилых домов, имеющих степень готовности 70% и более. По результатам обращений вышло постановление Правительства Российской Федерации от 09.12.1998 г. № 1458 о проведении эксперимента. Предложения об участии поступили более чем от 50 субъектов — потенциальных участников эксперимента почти по 300 объектам незавершенного строительства. В итоге было отобрано 60 недостроенных жилых домов в городах Смоленске и Туле, а также в Смоленской, Тульской, Ленинградской и Тамбовской областях.

В итоге все участвовавшие в эксперименте строительные объекты были введены в эксплуатацию в установленные договором сроки. Право собственности на жилье владельцам сертификатов — участникам эксперимента было оформлено раньше установленного срока на 15–30 дней.

В эксперименте приняли участие более 150 владельцев сертификатов с суммарным размером субсидий 30320 тыс. р. Экономия бюджетных средств составила 507 тыс. р. (почти 1,7%). Кроме того, за счет ввода в строй жилых домов, которые ранее финансировались из бюджетных средств, дополнительно получили квартиры 75 действующих и уволенных военнослужащих, а также очередники из числа гражданских лиц.

С одной стороны, эксперимент себя оправдал: использование сертификатов для финансирования завершения строительства жилых домов высокой степени готовности позволило обеспечивать жильем владельцев сертификатов даже при отсутствии предложений на вторичном рынке, а также при стоимости 1 м² жилья на первичном и вторичном рынках выше принятой для расчета субсидий. Кроме того, этот метод выявил ряд других преимуществ:

- за счет снижения стоимости жилья в каждом жилом доме (по сравнению со средней стоимостью жилья в конкретном субъекте Российской Федерации) достигалась экономия бюджетных средств;
- такой подход способствовал решению проблемы достройки незавершенных домов;
- использование финансовых ресурсов для завершения строительства жилых домов позволяло создать

- дополнительные рабочие места для строительного комплекса и увеличить отчисление налогов в бюджеты всех уровней;
- за счет ввода в эксплуатацию «замороженных» жилых домов, которые ранее финансировались из бюджетных средств, удалось расселить очередников, в основном работников бюджетной сферы (учителей, медиков и др.), а также граждан, уволенных с военной службы.

Вместе с тем ход реализации данного мероприятия выявил ряд серьезных недостатков нормативно-правовой базы механизма по использованию сертификатов для финансирования завершения строительства жилых домов. Устранить оплошности в рамках существовавшего на тот момент правового поля не представлялось возможным. В связи с этим эксперимент не получил продолжения.

В настоящее время назрела необходимость внести изменения в правила реализации сертификатов относительно разрешения использования социальной выплаты для приобретения жилья путем участия в долевом строительстве. Эта мера позволит переориентировать владельцев сертификатов со вторичного рынка недвижимости, где наблюдается резкое падение предложения готового жилья, на первичный рынок, а также обеспечит использование средств социальных выплат, выделяемых гражданам за счет средств федерального бюджета, на развитие строительного сектора.

К сожалению, программы ипотечного жилищного кредитования по-прежнему находятся на начальной стадии развития. До сих пор не появился реальный механизм привлечения ресурсов капитала в ипотеку. Все средства, используемые банками для выдачи ипотечных кредитов, приходят из следующих источников: собственный капитал банка, что характерно для большинства государственных и негосударственных коммерческих банков; капитал акционеров, привлеченный нерыночным способом; капитал, привлеченный под государственные гарантии.

Для создания массовой ипотеки этих источников недостаточно. Даже при самых благоприятных обстоятельствах они не смогут обеспечить объем оборотного капитала, достаточный для выполнения задач, намеченных ипотечными программами. Практически единственным решением этой проблемы является создание новых финансовых схем и структур в ипотеке, нацеленных прежде всего на повышение привлекательности и доступности ипотечных схем.

Одним из перспективных направлений развития института ипотечного жилищного кредитования является его использование совместно с механизмом жилищных сертификатов.

Государственная программа обеспечения жильем граждан России с использованием сертификатов реализуется уже более 10 лет. Процент сделок по приобретению жилья с использованием сертификатов на рынке недвижимости ежегодно растет. Сам по себе этот механизм обладает преимуществами перед другими видами жилищного обеспечения, такими как:

- финансовая прозрачность использования средств федерального бюджета;
- возможность осуществлять многоуровневый контроль, исключающий нецелевое использование бюджетных средств;
- адресное предоставление средств нуждающимся очередникам;
- невозможность замораживания бюджетных средств;
- оформление жилого помещения в общую собственность всех членов семьи владельца сертификата, что защищает интересы семьи;

- предоставление получателю субсидии возможности дополнительного использования собственных или заемных средств для приобретения более комфортного жилья с учетом его местоположения и качественных характеристик.

Возможности механизма сертификатов еще более расширяются с привлечением схем ипотечного жилищного кредитования. Владелец сертификата либо берет ипотечный кредит на разницу стоимости приобретаемого жилья и размера выделяемой ему по сертификату субсидии, либо приобретает по сертификату жилье меньших размеров, которое в дальнейшем может использовать как залог.

В связи с необходимостью повышения доступности ипотеки для льготных категорий граждан, желающих приобрести более комфортное жилье, были специально внесены изменения в стандарты процедур выдачи, рефинансирования и сопровождения ипотечных кредитов (займов), а именно:

- увеличен максимальный срок погашения кредита с 27 до 30 лет;
- изменены требования к предмету залога (ипотеки) — предметом залога может выступать не только жилое помещение, на приобретение которого предоставлялся ипотечный кредит, но и имеющееся в собственности жилое помещение;
- смягчены требования к документам, подтверждающим платежеспособность пенсионеров, служащих и военнослужащих.

Однако все эти положительные изменения на практике не способствуют увеличению доли граждан — владельцев сертификатов, имеющих возможность взять ипотечный кредит. Как показала практика кредитования населения, при принятии решения о выдаче кредита банки прежде всего оценивают платежеспособность клиентов и их социальный статус. Граждане, имеющие право на обеспечение жильем за счет средств федерального бюджета, относятся к наименее социально защищенным категориям граждан Российской Федерации. В частности, доход большей части уволенных в запас военнослужащих составляют только пенсионные начисления. Доходы действующих военных (сотрудников органов внутренних дел) определяются лишь размером их денежного содержания; какими-либо видами коммерческой деятельности по Закону «О статусе военнослужащих» в период прохождения военной службы им заниматься запрещено. Участники ликвидации последствий радиационных аварий и катастроф, пострадавшие в результате этих аварий, в большинстве своем не имеют достаточно стабильных доходов и получают только пенсионные выплаты и компенсации либо находятся на иждивении. Граждане, признанные вынужденными переселенцами, как правило, имеют временную регистрацию и нестабильный заработок.

При обращении за получением ипотеки банки чаще всего выносят в отношении таких граждан отрицательные решения. В связи с этим особой актуальностью приобретают программы господдержки в выплате кредитов, предусматривающие государственную компенсацию процентной ставки при получении ипотечного кредита.

Одним из наиболее перспективных направлений развития ипотеки является применение кредитования при приобретении жилья с использованием сертификата. Такая схема позволит не только снизить финансовую нагрузку на кредитора, но и приведет к тому, что банки получат надежных заемщиков, платежеспособность которых будет подтверждена государственными финансовыми гарантиями.

Требуется урегулирование и ценовая политика государства.

С 2002 по 2008 гг. преобладание спроса над предложением привело к «перегреву» рынка жилья. Ценовые показатели в данном секторе недвижимости за этот период выросли в несколько раз. В результате цены на рынке жилья в Российской Федерации значительно перекрывают его себестоимость. Планируемая продавцами жилья норма прибыли превышает все разумные пределы. Такое положение отрицательно сказывается на покупательной способности населения.

В связи с этим государству необходимо стабилизировать ценовую политику на рынке жилья, которая должна предусмотреть регулирование сразу ряда направлений, влияющих на цены за строящееся жилье. При этом в первоочередном порядке должны быть решены следующие проблемные вопросы:

- государственное регулирование ценовой политики, сложившейся на рынке строительных материалов;
- внесение изменений в земельное законодательство, направленных на снижение числа бюрократических процедур в вопросах выделения земельных участков под строительство жилья;
- создание более гибкой системы согласования технических условий, а также подключения жилых домов к сетям инженерной инфраструктуры;
- проведение активной антимонопольной политики в сфере жилищного строительства и сектора производства строительных материалов;
- создание налоговых льгот для строительных компаний, ориентированных на строительство социального жилья.

Принятие этих мер не только положительно скажется на реализации государственной программы обеспечения жильем отдельных категорий граждан, но и будет способствовать дальнейшему развитию жилищного строительства в Российской Федерации.

ЭЛЕКТРОННАЯ ПОДПИСКА



на журнал
«Строительные материалы»®

**Актуальная информация
для всех работников
строительного комплекса**



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

г. УФА

22-25 СЕНТЯБРЯ

ОРГАНИЗАТОРЫ ВЫСТАВКИ:

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

ПРИ ПОДДЕРЖКЕ:

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

ПРИ СОДЕЙСТВИИ:

Союза строителей Урала
Республиканского отраслевого объединения работодателей "Союз строителей РБ"



XIX МЕЖДУНАРОДНАЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ ВЫСТАВКА

ФОРУМ

УРАЛСТРОЙИНДУСТРИЯ-2009



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

Волгоградскому гипсовому заводу исполнилось 60 лет

Завод начали строить в 1943 г., сразу после окончания Сталинградской битвы, для восстановления города, разрушенного войной. За возведение гипсового завода взялось СМУ-5 Донбасспромстроя, которое 1 января 1949 г. направило новому предприятию 77 человек, ставших основой всего коллектива. Они достраивали завод хозспособом, одновременно обучаясь новым для себя специальностям гипсоваров, дробильщиков, кочегаров. 30 июня 1949 г. Сталинградский гипсовый завод был введен в состав действующих предприятий страны. На то время работали цех гипса, трансформаторная подстанция, подъездные железнодорожные пути. Производство неуклонно росло одновременно со строительством. С 1952 г. начато производство гипсовых плит, в 1953 г. — сухой гипсовой штукатурки (современное название — гипсокартонные листы, или ГКЛ).

В 1960 г. предприятие перевело топки гипсоварочных котлов с каменного угля на газообразное топливо, а также начало выпуск крупных панелей.

В 1986 г. сдан в эксплуатацию новый цех строительного гипса. Теперь этот цех является одним из самых мощных и современных в гипсовой отрасли России. Производство неуклонно росло до 1991 г. (год самых высоких показателей выпуска гипса и гипсокартонных листов). Далее предприятие развивалось по тому же сценарию, что и экономика страны. Объем выпускаемой продукции постепенно снижался. В результате 1997–1999 гг. стали периодом самых низких за историю предприятия объемов производства: гипса выпущено 4% от показателей 1972 г. Исправить сложившуюся ситуацию взялась команда молодых менеджеров во главе с директором Ю.А. Гончаровым, пришедшая к руководству в июне 1999 г. Этот день теперь отмечают как день начала возрождения завода.

Волгоградский гипсовый завод (корпорация ВОЛМА) — один из немногих российских производителей гипсовых строительных материалов, которому удалось сохранить независимость от иностранного капитала и успешно развиваться, отвоевывая рынки у западноевропейских компаний. Почти все предприятия аналогичного профиля, включая ближайшие к Волгограду в Краснодарском крае и Тульской области, являются собственностью иностранных производителей.

Редакция журнала «Строительные материалы»® поздравляет коллектив корпорации ВОЛМА с юбилеем и желает успешной реализации намеченных планов.

Новое предприятие в Ленинградской области

Международная группа «Н+Н International A/S» (Дания) открыла свой первый завод по производству изделий из автоклавного газобетона в России в поселке Кикерино Волосовского района.

Продукция нового завода — газобетонные блоки и элементы позволит закрыть до 40% потребностей Санкт-Петербурга и Ленинградской области в стеновых блоках из ячеистых бетонов.

Открывшийся завод является крупнейшим в Европе по производству изделий из автоклавного газобетона. В его строительство было инвестировано около 40 млн евро. Завод занимает территорию в 10 га, площадь самого завода — 3,5 га. Производственная мощность предприятия

400 тыс. м³ в год с возможностью модернизации до 625 тыс. м³.

Планируется, что территория, на которой стоит завод, со временем станет большой промышленной зоной. В настоящее время завод предоставил 40 рабочих мест для местных жителей. Затем численность сотрудников будет увеличена до 100 человек.

Производство оснащено оборудованием ведущих европейских компаний — Wehrhahn, Lachenmeier и Scholz.

В Европе работают 14 заводов группы Н+Н, расположенные в Великобритании, Германии, Польше, Чехии и Финляндии. Их суммарная производительность составляет 2,7 млн м³ газобетона в год.

По материалам международной группы «Н+Н International A/S»

Lafarge намерен снабжать цементные заводы Урала топливом из отходов

Lafarge Group планирует построить на Урале мусороперерабатывающие предприятия, которые будут производить топливо для цементных заводов. Первое из них расположится в Челябинской области вблизи коркинского завода «Уралцемент», принадлежащего Lafarge. Аналогичные предприятия по утилизации «Экоурал» (дочерняя компания российского подразделения Lafarge) предложено построить на Среднем Урале. Места для них выбраны в районе Нижнего Тагила и Каменска-Уральского — отсюда переработанные отходы будет удобно поставлять на Невьянский и Сухоложский цементные заводы. Объем инвестиций, требуемый для строительства одного мусороперерабатывающего предприятия, оценивается примерно в 3,5 млн USD.

При условии замены отходами 30–40% традиционного топлива себестоимость 1 т цемента (около 35 USD) снижается примерно на 20%. В США утильсырье зани-

мает в топливной структуре цементных заводов 100%, в Европе — 50%. В России оно пока не применяется.

Помимо экономической выгоды применение отходов несет пользу для экологии. При сжигании в печах продукты сгорания связываются карбонатом кальция и остаются в клинкере, не ухудшая его свойств.

Ключевая проблема заключается в полном отсутствии механизма сбора сырья. Для сжигания отходов на цементных заводах требуется специальное оборудование. В настоящее время на заводе «Сухоложскцемент» строится новая линия № 5 стоимостью около 200 млн евро. Итальянская группа Buzzi Unicem, в которую входит завод, была готова поставить установки сжигания использованных шин и покрышек, однако в России технология их сбора просто отсутствует. Например, в ФРГ расходы на утилизацию шин сразу закладываются в их себестоимость; принят государственный закон, регулирующий эту сферу.

По материалам информационного агентства «УралИнформБюро»

НОВОСТИ КОМПАНИЙ

Рынок теплоизоляционных материалов

Российский рынок теплоизоляционных материалов (ТИМ) в последние годы можно смело назвать одним из самых стабильно растущих. Эксперты, на протяжении 5 лет отслеживая события в отрасли, а также деятельность крупнейших игроков рынка ТИМ России, отмечают, что в течение с 2003 г. по 2008 г. рынок теплоизоляционных материалов демонстрирует рост на уровне 15–18% ежегодно. Уровень объема производства ТИМ в России в 2007 г. составил 27 млн м³, в 2008 г. – 31 млн м³ (увеличение на 15%).

В 2008 г. около 34–35% рынка ТИМ приходилось на каменную вату, 36–37% – на стекловолокно, около 6% – на экструдированный пенополистирол (XPS). Доля остальных теплоизоляционных продуктов составила около 23%. На долю общестроительной теплоизоляции приходится около 56–60% от общего объема потребления. Еще около 8–10% теплоизоляционных материалов используется для теплоизоляции инженерных коммуникаций, оставшаяся часть – на долю промышленной теплоизоляции. Аналитики отмечают, что в 2008 г. почти упало производство каменной ваты на 8% по сравнению с 2007 г., при этом показатель уровня производства стекловолокна вырос на 3,5%.

Эксперты отмечают, что, учитывая меры господдержки, которые будут оказаны в 2009 г. строительству, мож-

но предполагать, что существенного снижения спроса на теплоизоляционные материалы не будет. Даже несмотря на кризис, строители не станут использовать меньше теплоизоляционных материалов, общая стоимость которых в смете строительства составляет всего 4%, поскольку экономия будет более целесообразна на других материалах.

Аналитики прогнозируют исчезновение в 2009 г. небольших компаний, появившихся в 2006–2007 гг., имеющих линии мощностью менее 100 м³ в год и еще не успевших наладить сбытовую деятельность. Преимуществом будут пользоваться игроки, имеющие государственные заказы, а также не зависящие от поставщиков сырья или не имеющие большой долговой нагрузки.

В 2008 г. крупнейшими компаниями рынка теплоизоляционных материалов (по количеству имеющихся мощностей) в России являлись компании Saint-Gobain (5760 тыс. м³), ТехноНИКОЛЬ (5750 тыс. м³) и URSA (5680 тыс. м³). Средоточием самых крупных мощностей по выпуску теплоизоляционных продуктов в России и самым большим количеством заводов является Центральный федеральный округ. Суммарные мощности заводов производительностью выше 250 тыс. м³ в год превышают 24 млн м³.

По материалам информационного агентства «INFOLine»

Рынок нерудных материалов в России под влиянием кризиса

До недавнего времени рынок нерудных материалов Российской Федерации динамично развивался, что было обусловлено существенным увеличением потребности дорожного и промышленно-гражданского строительства. Несмотря на финансовый кризис 2008 г., который негативно отразился на производстве в этих отраслях, по данным ФСГС РФ, производство нерудных строительных материалов в России в 2008 г. выросло по сравнению с 2007 г. на 11% (аналогичный показатель в 2007 г. составил 12,2%) – с 374 023,20 тыс. м³ до 415 207,2 тыс. м³. Таким образом, темп роста производства в 2008 г. практически не изменился. Это явление связано с тем, что строительный рынок медленно реагирует на изменения конъюнктуры, поэтому влияния сокращения объемов строительства на объем производства нерудных строительных материалов стоит ожидать в первом полугодии 2009 г.

В структуре производства строительных нерудных материалов щебень и гравий из природного

камня и песчано-гравийных материалов занимают первое место (202 688,5 тыс. м³ в 2008 г., рост составил 11%). За ним следует строительный песок 129215,6 тыс. м³.

По данным Росстата, темп прироста производства нерудных материалов в целом по Российской Федерации в 2008 г. по отношению к 2007 г. составил 11%. Во всех федеральных округах наблюдался рост объемов производства нерудных строительных материалов. Уральский федеральный округ является лидером по производству нерудных строительных материалов, на него пришлось 24,77% общероссийского объема производства. Далее за ним расположились Центральный федеральный округ (20,05%) и Северо-Западный федеральный округ (15,59%). Наибольший прирост производства произошел в Южном (34,1%) и Приволжском (29%) федеральных округах, наименьший – в лидирующих округах.

По материалам «РБК.Исследования рынков»

VELUX открыл завод в России

В конце июня в г. Ростове (Ярославская область) состоялось официальное открытие завода мансардных окон VELUX. Общий объем инвестиций в проект составил около 40 млн евро.

На предприятии будут производить самые популярные мансардные окна на российском рынке – VELUX GZL («эконом») и VELUX GGL («классика»). GZL имеет вентиляционное устройство и стеклопакет с закаленным внешним стеклом, GGL – полноценный клапан-форточку и многофункциональный стеклопакет с легкоочищающимся покрытием внешнего стекла и внутренним стеклом триплекс (не осыпается при повреждении).

Завод в Ростове имеет две производственные линии – деревообработки и сборки. Линия по деревообработке

выпускает деревянные компоненты мансардного окна из обрезной доски, предварительно высушенной до необходимой влажности. На линии сборки собираются готовые мансардные окна из произведенных деревянных деталей и импортных компонентов.

Новейшее оборудование и стандарты качества предприятия идентичны применяемым на европейских заводах Velux. Производство будет сертифицировано в соответствии с международными стандартами качества (ISO 9001, OHSAS 18001, ISO 14001), а продукция в соответствии с российским ГОСТом. По некоторым параметрам, например, герметичности, VELUX устанавливает внутренние, более жесткие стандарты.

По материалам ЗАО «ВЕЛЮКС»

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