

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

Входит в Перечень ВАК
и государственный проект РИНЦ

СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ[®] № 10

Основан в 1955 г.

(694) октябрь 2012 г.

Учредитель журнала:
ООО Рекламно-издательская
фирма «Стройматериалы»

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

Главный редактор
ЮМАШЕВА Е. И.

Редакционный совет:
РЕСИН В. И.

(председатель)
БАРИНОВА Л. С.
БУТКЕВИЧ Г. Р.
ВАЙСБЕРГ Л. А.
ВЕРЕЩАГИН В. И.
ГОНЧАРОВ Ю. А.
ГОРИН В. М.
ЖУРАВЛЕВ А. А.
КОЗИНА В. Л.
КРАСОВИЦКИЙ Ю. В.
КРИВЕНКО П. В.
ЛЕСОВИК В. С.
ОРЕШКИН Д. В.
ПИЧУГИН А. П.
ФЕДОСОВ С. В.
ФИЛИППОВ Е. В.
ХЕЛМИ Ш.
ХИХЛУХА Л. В.
ЧЕРНЫШОВ Е. М.
ШЛЕГЕЛЬ И. Ф.
ШТАКЕЛЬБЕРГ Д. И.

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

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

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

Редакция не несет ответственности
за содержание рекламы и объявлений

Адрес редакции:

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

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

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

Материалы для дорожного строительства

Л. В. ЯНКОВСКИЙ

Оценка и прогноз состояния цементобетонных конструкций в условиях воздействия климата северных территорий 4

Проанализированы теоретические предпосылки изучения оценки состояния цементобетона в конструкциях, эксплуатирующиеся в реальных климатических условиях Урала и Сибири. Рассмотрен метод прогноза остаточного ресурса и расчета долговечности цементобетонных конструкций.

В. Ф. КОРОВЯКОВ, ЧАН ТУАН МИ

Литые бетонные смеси для дорожного строительства 7

Рассмотрены результаты исследований литого самоуплотняющегося бетона для устройства дорожных покрытий городских улиц и дорог, применение которого способствует повышению долговечности в несколько раз.

А. В. КОЧЕТКОВ, С. М. ЕВТЕЕВА, Н. Е. КОКОДЕЕВА, С. П. АРЖАНУХИНА, Т. А. ГЛУХОВ

Принципы составления и управления рецептурами дорожно-строительных материалов 10

Совершенствование принципов составления и управления рецептурами дорожно-строительных материалов проводится на примере сравнительного анализа рецептур противогололедных материалов. Оценен риск перехода на новые противогололедные материалы в Москве.

А. С. АЛЕКСАНДРОВ, Н. П. АЛЕКСАНДРОВА, Г. В. ДОЛГИХ

Модифицированные модели для расчета главных напряжений в дорожных конструкциях из дискретных материалов 14

Предложен способ расчета минимальных главных напряжений в дискретных материалах, заключающийся в их представлении через максимальное главное напряжение. Приведены модифицированные модели для расчета главных напряжений, возникающих по оси симметрии нагрузки, распределенной по круглой площадке.

М. Н. БОГДАНОВ

Универсальная металлическая сетка Родмеш, используемая для различных типов армирования 18

Статья создана на основании результатов исследований, выполненных ГОУ ВПО МАДИ, ФГУП «Росдорнии», опыта строительства и ремонта асфальтобетонных покрытий автомобильных дорог с применением сетки Родмеш в различных регионах России, в том числе в условиях сурового климата Тюменской области, Забайкальского края (автомобильная дорога Чита-Хабаровск), а также обобщения зарубежного опыта.

Д. А. КУЗНЕЦОВ, М. А. ВЫСОЦКАЯ, Д. Е. БАРАБАШ

Влияние адгезионных добавок на интенсивность деградационных процессов дорожных битумов 24

Рассмотрены основные причины дегградации эксплуатационных свойств дорожных битумов. Показаны преимущества использования различных поверхностно-активных веществ для улучшения адгезионных свойств битумов различных производителей. Приведены результаты исследований влияния ПАВ на интенсивность протекания дегградационных процессов в асфальтобетонных смесях. Обосновано использование индекса старения для преимущественного выбора ПАВ в указанных смесях.

Д.М. МОГНОНОВ, О.Ж. АЮРОВА, О.В. ИЛЬИНА, Н.И. ШЕСТАКОВ, А.Н. МАНГУТОВ, С.Л. БУЯНТУЕВ, А.В. БИТУЕВ

Улучшение деформационно-прочностных свойств асфальтобетона базальтовыми волокнами 28

Приведены результаты исследований по модификации дорожного битума базальтовым волокном. Показано, что при содержании базальтового волокна 0,1–1 мас. % существенно повышаются деформационно-прочностные показатели асфальтобетона.

Л.С. ЩЕПЕТЕВА, Д.А. АГАПИТОВ, Ю.М. ШТЕЙНБЕРГ, Р.А. ГОРЕЛИК, Ю.А. ИСКРИНА, В.Н. БАЛЫБЕРДИН

Повышение термостабильности асфальтобетона путем применения модификатора «МКА Эластен» 32

Приведены результаты исследования влияния модификатора «МКА Эластен» на физико-механические свойства асфальтобетона. Показано, что важнейшим эффектом от применения модификатора является повышение термостабильности асфальтобетона при высокой температуре, что обуславливает повышение сдвигустойчивости асфальтобетонного покрытия в летний период при повышенной температуре. Описан опытный участок дороги, построенный с применением модификатора, который уже в течение шести лет сохраняет высокие транспортно-эксплуатационные характеристики.

В.Н. СВЕЖИНСКИЙ

Новый этап полевых испытаний материалов для дорожной разметки 34

Описаны сравнительные испытания материалов (красок, термопластиков, холодных пластиков) для дорожной разметки, проводящиеся в России с 2009 г. в новом формате в четырех регионах РФ (Воронежская, Новосибирская, Ленинградская и Московская области) при поддержке Росавтодора. Приведены свойства материалов, представленных на сравнительные испытания в 2012 г. на автомобильной дороге М-2 «Крым».

С.В. КАРПЕЕВ, О.И. ДОРОШЕНКО, С.М. ЕВТЕЕВА, А.В. КОЧЕТКОВ

Инновационные решения вертикальной дорожной разметки 38

Предложены новые методы нормирования светотехнических характеристик материалов для дорожной разметки. Приведен пример применения защитных пластиковых панелей как инновационный метод нанесения вертикальной разметки на барьерные ограждения, для которых достигнуты требуемые размерно-механические и светотехнические характеристики на основе применения полиолефинов. Обоснован перечень новых светотехнических характеристик материалов для дорожной разметки, предлагаемых для включения в технические регламенты, государственные стандарты и стандарты организаций.

Гипсовые материалы – наука и практика

VI Международная научно-практическая конференция

«Повышение эффективности производства и применения

гипсовых материалов и изделий» 10 лет успешного развития (Информация) 40

А.Л. ЛОЦЕНКО

Стратегия развития промышленности строительных материалов и индустриального домостроения на период до 2020 года как основа сбалансированного развития строительной индустрии 46

Показана взаимосвязь экономики страны, проблем жилищного строительства и состояния промышленности строительных материалов и стройиндустрии. Сформулированы основные направления развития ПСМ и отраслевой науки. Стратегия рассмотрена как инструмент решения системных проблем отрасли, таких как техническое отставание от уровня ведущих стран мира, высокая себестоимость строительных материалов, низкий уровень научно-технических разработок. Обоснован кластерный подход в строительстве, который позволит отечественной промышленности противостоять зарубежной экспансии на российский рынок.

Л.И. ДВОРКИН, О.Л. ДВОРКИН, В.В. ЖИТКОВСКИЙ

Расчет составов мелкозернистого гипсобетона на плотных заполнителях 48

Проведен анализ существующих способов прогнозирования прочности и водопотребности гипсовых бетонов. Предложены эмпирические зависимости для определения прочности и удобоукладываемости гипсобетона. Излагается методика расчета состава гипсобетона на плотных заполнителях.

А.И. КУДЯКОВ, Л.А. АНИКАНОВА, В.В. РЕДЛИХ, Ю.С. САРКИСОВ

Влияние сульфата и сульфита натрия на процессы структурообразования фторангидритовых композиций 50

Предложены технологические приемы регулирования свойств фторангидритовых вяжущих добавками сульфата и сульфита натрия. Показано, что различия в структурно-механических свойствах связаны с различным механизмом действия добавок сульфата и сульфита натрия. Результаты исследований показывают, что более рационально использовать совместное воздействие добавок сульфата и сульфита натрия.

Результаты научных исследований

- Л.А. ВЕШНЯКОВА, М.А. ФРОЛОВА, А.М. АЙЗЕНШТАДТ, В.С. ЛЕСОВИК, О.Н. МИХАЙЛОВА, Т.А. МАХОВА
Оценка энергетического состояния сырья для получения строительных материалов 53
 Экспериментально получены образцы песка и базальта в нанодисперсном состоянии. Используя метод Зисмана, рассчитаны значения критического поверхностного натяжения жидкости на границе с дисперсной системой (песком и базальтом, диспергированными до наноразмерного состояния) и сложная постоянная Гамакера. Подтверждена применимость термодинамического подхода к оценке энергетического состояния поверхности дисперсных систем.
- И.В. ЖЕРНОВСКИЙ, В.В. СТРОКОВА, А.И. БОНДАРЕНКО, Н.И. КОЖУХОВА, К.Г. СОБОЛЕВ
Структурные преобразования кварцевого сырья при механоактивации 56
 Представлены результаты оценки фазовой нано- и микроразмерной гетерогенности механоактивированного наноструктурированного кварца различного происхождения – метаморфического (кварцитопесчаники зеленосланцевой фации метаморфизма), магматического (кварцевый песок), гидротермального и их действие как пуццоланового компонента в портландцементных вяжущих.
- Проектирование и строительство долговечного, энергоэффективного, пожаробезопасного, экологически чистого и доступного по цене жилья с применением керамзитобетонных изделий и конструкций** (Информация) 59
- Встреча коллег на международной конференции ibausil в Веймаре** (Информация) 62
- М.И. БАЖЕНОВ, А.И. ХАРЧЕНКО, И.Я. ХАРЧЕНКО
Технологические особенности применения особо тонкодисперсного вяжущего Микродур в геотехническом строительстве 65
 Описана технология инъекционного закрепления грунтов особо тонкодисперсными вяжущими веществами гидравлического твердения. Приведены результаты исследования изменения времени пропитки и давления нагнетания от концентрации используемого инъекционного раствора, произведена оценка эффективности применения ОТДВ в зависимости от проницаемости грунтов. Выявлены основные критерии качества инъекционной суспензии (седиментационная устойчивость, водоудерживающая и пенетрирующая способности) и методы их контроля.
- Отрасль в современных условиях**
- С.В. ГОРОХОВ
Практика выхода крупного предприятия стройиндустрии на оптовый рынок электроэнергии и мощности 68
 Кратко показана история развития конкурентного рынка электроэнергии. На примере Верхневолжского кирпичного завода представлена методика выхода на оптовый рынок энергии и мощности отдельного предприятия. Описаны административные и технические особенности данного проекта, выделены преимущества работы предприятия на ОРЭМ.
- Современные бетоны – наука и практика**
- В.И. КАЛАШНИКОВ
Что такое порошково-активированный бетон нового поколения 70
 Рассмотрен порошково-активированный многокомпонентный бетон нового поколения с низким удельным расходом цемента на единицу прочности при сжатии, не превышающем 4–5 кг/МПа. Показано, что получение высокопрочного и сверхвысокопрочного бетона возможно при реологической активации бетонных смесей дисперсными микрометрическими и тонкозернистыми наполнителями без использования нанометрических добавок.
- И.Е. СЕСЬКИН, А.С. БАРАНОВ
Прочность прессованного фибробетона 72
 Приведены результаты экспериментальных исследований прочности прессованного фибробетона при сжатии. Выявлено влияние интенсивности прессования и количества базальтового фиброволокна на прочность цементного камня, цементно-песчаного раствора и бетона. Установлено, что при совместном действии указанных факторов прочность исходного цементного камня увеличивается в 2,3 раза, цементно-песчаного раствора в 2,6 раза и бетона в 1,5 раза.
- С.Н. ЛЕОНОВИЧ, Д.В. СВИРИДОВ, А.Л. БЕЛАНОВИЧ, Г.Л. ЩУКИН, В.П. САВЕНКОВ, С.А. КАРПУШЕНКОВ
Продление срока годности растворов смесей 74
 Исследовано влияние добавки Цитрат-Т на технологические свойства растворной цементно-песчаной смеси. Установлено, что в зависимости от концентрации добавки от массы цемента она может выступать в качестве пластификатора, замедлителя или ускорителя схватывания и твердения растворной цементно-песчаной смеси.
- Новости** 78

Л.В. ЯНКОВСКИЙ, канд. техн. наук (yanekperm@yandex.ru),
Пермский национальный исследовательский политехнический университет

Оценка и прогноз состояния цементобетонных конструкций, эксплуатирующихся в условиях воздействия климата северных территорий

Изменение параметров климата северных территорий и воздействие его на цементобетонные конструкции приводит к развитию микро- и макродефектов в бетоне, что ведет к снижению долговечности конструкций и сооружений. По оценкам специалистов, в Российской Федерации до 75% зданий и сооружений, в том числе мостов и дорог, подвергаются агрессивным климатическим воздействиям. Особенно это актуально для промышленных центров Северного Урала и Сибири.

Воздействие реального неблагоприятного северного климата на бетон должно быть учтено при проектировании, строительстве и эксплуатации, особенно при проектировании и эксплуатации конструкций и сооружений, к которым предъявляются повышенные требования, что требует тщательного изучения изменения структуры и свойств цементных бетонов в природных климатических условиях.

Важнейшей проблемой строительной отрасли России является повышение эксплуатационных качеств зданий, сооружений и конструкций из бетона и железобетона, увеличение их срока службы. Срок службы может быть существенно продлен использованием различных современных технологий, добавок в бетон.

Влияние систематического переменного воздействия сурового климата на структуру и свойства цементобетонных, приготовленных по современным методам и технологиям, изучены недостаточно полно. Инженерного расчета долговечности проектируемых, строящихся, эксплуатируемых конструкций и сооружений из цементобетона вообще не существует. Обычно долговечность подменяется морозостойкостью, которая, по мнению ученых РФ, является основным показателем качества бетона, предопределяющим долговечность железобетонных конструкций, эксплуатируемых в условиях переменного замораживания-оттаивания в водонасыщенном состоянии [1, 2].

Эффективность любой системы по определению и управлению состоянием строительной конструкции определяется достоверностью прогнозирования изменений состояния и процесса достижения цементобетонным состоянием, принятого за предельное.

Целью исследования является разработка теоретических основ и методов оценки состояния, определения остаточного ресурса эксплуатируемых, проектируемых конструкций и сооружений, а также прогнозирования долговечности цементобетонных на основе исследования особенностей изменения характеристик свойств и структур при длительном (18–34 мес) воздействии природной климатической среды северных территорий. Выявленные характеристики, достаточно полно описывают состояние цементобетона.

Объектом исследования являются цементные бетоны лабораторных образцов, натуральных конструкций и эксплуатируемых сооружений.

Предметом исследований является совокупность теоретических, методологических и практических аспектов оценки остаточного ресурса эксплуатируемых и прогнозирования долговечности бетонов проектируемых конструкций и сооружений.

Научная новизна состоит в создании и реализации принципиально нового комплексного подхода к оценке остаточного ресурса цементобетонных конструкций и сооружений, эксплуатируемых в условиях воздействия реального северного климата, основанного на применении теоретических методов моделирования накопления повреждений цементного бетона с учетом реального состояния, выявленного экспериментально на текущем этапе эксплуатации.

Достоверность теоретических решений определяется математической строгостью и обоснованностью применения методов теории распознавания образов, а также сопоставлением расчетных характеристик с экспериментальными данными, полученными в натуральных условиях, в том числе полученными другими учеными. Обеспечение достоверности получаемых результатов за счет статистического анализа и многократной проверки результатов испытаний, корректным применением современных методов исследований (химических, рентгенографических и дифференциально-термических анализов).

Процесс твердения цементобетона во взаимодействии с окружающей средой сложный и противоречивый, так как в нем упрочнение и разупрочнение материала протекает одновременно. В благоприятных условиях преобладают структурообразующие процессы, в неблагоприятных — деструктивные. Закономерность изменения климата довольно сложна для моделирования, поэтому исследователи пошли по пути выделения одного или нескольких климатических факторов, оказывающих наиболее существенное влияние на свойства бетона.

Подробное рассмотрение применяемых способов моделирования воздействия климатических факторов выявило отсутствие единства мнений ученых об определяющем факторе и свидетельствует о несопоставимости результатов исследований изменения свойств бетона под воздействием имитационных сред. Оценка сопротивляемости бетона воздействию климата производилась с помощью различных критериев, основанных на изменении их под влиянием климата или имитационной среды в сопоставлении с аналогичными характеристиками бетонов нормального твердения. Однако научного обоснования доминирования этих критериев не приводится.

Современные методы оценки долговечности цементобетонных основаны на установлении зависимости между долговечностью образцов, испытываемых в лабораторных условиях, и значениями физико-химических или физико-механических характеристик материала.

Доказано, что оценка эксплуатационной пригодности бетона по одной его характеристике в случае воздействия климата является неполной, так как процесс образования и развития дефектов бетона при нестационарном воздействии реальной климатической среды требует оценки по нескольким свойствам, отражающим различные стороны этого процесса.

Сотрудниками НИИЖБ и МИСИ было установлено, что процессы разрушения бетона при различных циклических воздействиях сред можно анализировать с единых позиций. Для прогноза стойкости могут быть использованы как характеристики макроструктуры, так и показатели микроструктурного уровня. Известно, что при переходе от начальных этапов разрушения к конечным прогноз стойкости с помощью только микроструктуры существенно ограничивает его точность.

Оценка стойкости бетонов в условиях воздействия климата как главного критерия показывает тенденцию исследователей к поиску наиболее информативного отклика системы цементобетона на воздействие климата. Установлено, что деструкция бетона под воздействием климата представляет собой физический процесс постепенного повреждения структуры, что не исключает возможности прогнозирования деструкции во времени. Причем оценку стойкости, характеристики свойств и структуры бетона, а также показатели среды необходимо анализировать в комплексе. Наименее исследованным является процесс образования трещин и накопление повреждений, а также выбор характеристик свойств и структуры, достаточно полно характеризующих изменения, происходящие в бетоне под воздействием климатической среды.

Анализируя вопрос по прогнозированию состояния цементобетона, можно сделать вывод, что результаты выполненных до настоящего времени исследований не могут предложить надежные рекомендации по оценке и прогнозированию долговечности цементобетонных конструкций и сооружений, испытывающих негативное воздействие северного климата.

Поэтому отсутствие единой методики проведения исследований и критерия оценки состояния бетона, испытывающего негативное воздействие природных условий климата, затрудняет сопоставление экспериментальных данных. Недостаточно полно изучены также последствия воздействия природного климата на бетоны с пластифицирующими добавками, в частности высокоэффективного пластификатора ПЯ-01.

Ранее было установлено, что действие параметров климата приводит к сбросу структурных напряжений, уменьшению трещиностойкости и темпов роста прочности во времени бетонов с добавками, что не исключает снижения долговечности бетонов, эксплуатирующихся в условиях воздействия климата при использовании добавок. Следовательно, дальнейшее изучение последствий воздействия природной климатической среды на бетоны с добавкой ПЯ-01 и разработка метода оценки, а также прогнозирования состояния бетонов, испытывающих негативное воздействие климата, представляет значительный научный и практический интерес.

В работе были рассмотрены предпосылки теории оценки и прогнозирования состояния цементных бетонов, обосновано применение прогностической терминологии, уточнен объект прогнозирования. Доказана целесообразность рассмотрения объекта одновременно с «прогнозным фоном», что предопределило использование принципа системности, требующего взаимосвязанности и соподчиненности прогнозов объекта прогнозирования, прогнозного фона и их элементов.

Бетон в конструкции или сооружении представлен в виде интерактивной системы, которая характеризуется метастабильными состояниями, сменяющимися друг друга случайным образом. Эти состояния могут самопроизвольно существенно удаляться от равновесного состояния.

Также возможна эволюция состояний цементобетона под внешним воздействием на фоне внутренних процессов вопреки понятию «энтропия» от хаоса к порядку и усложнению структур, вплоть до самопроизвольного «самозалечивания дефектов» и протекания структурообразующих процессов. В процессе своей эволюции они самопроизвольно переходят от субкритического к критическому и суперкритическому состоянию, стремясь к разрушению. Доказано, что прогнозирование долговечности бетона в конструкции или сооружении возможно, но при этом необходима разработка достаточно информативного метода определения состояний системы.

В работе произведен выбор параметров для описания состояния бетона. Связь между изменениями отдельных характеристик бетона под воздействием климата была установлена в виде матрицы парных коэффициентов корреляции, использование которых позволило выявить аналитические связи между характеристиками. Анализ корреляционных зависимостей методом корреляционных плеяд и более точным методом В.Я. Лумельского позволил произвести группировку параметров. Компонентным анализом экспериментальных данных доказано, что различного вида бетоны могут рассматриваться с единых позиций, при этом следует учитывать начальное состояние бетона. На основе оценки информативности подсистем признаков доказано, что состояния бетонов достаточно полно описываются (информативность от 79,6 до 86,7%) относительными изменениями значений трех характеристик: призмочной прочности (R_b); нижним уровнем трещинообразования (R_{cr}^0); водопоглощения (W).

Состояния цементобетона в различных возрастах можно сопоставлять с помощью угла между векторами, описывающими состояния в n -мерном пространстве признаков. Закономерность накопления повреждений принята в виде:

$$\frac{t_1}{T} + \frac{t_2}{T} + \dots + \frac{t_{i-1}}{T} + \frac{t_i}{T} \leq 1 \text{ или } \sum_{i=1}^n \frac{t_i}{T} \leq 1,$$

где t_i – время воздействия климата на бетон к моменту определения текущего состояния; T – полное возможное время воздействия климата для достижения бетонном состоянии, принятого за предельное.

Под воздействием климата поврежденность цементобетона представлена изменением угла между векторами, описывающими состояния изучаемого бетона и бетона в предельном состоянии. Прогнозирование цементобетона можно осуществлять по формуле:

$$T = \frac{\frac{\pi}{2} t_i}{\frac{\pi}{2} - \varphi},$$

$$\text{где } \varphi = \arccos \varphi = \frac{\sum_{i=1}^n x_i^{(p)} x_i^{(q)}}{\left[\sum_{i=1}^n (x_i^{(p)})^2 \right]^{1/2} \left[\sum_{i=1}^n (x_i^{(q)})^2 \right]^{1/2}};$$

φ – угол между векторами, описывающими состояния бетона; x_i – координата состояния в n -мерном пространстве признаков; p, q – индексы принадлежности к состоянию.

При определении текущего состояния после воздействия климата точность прогнозирования становится

вполне приемлемой после одного года эксплуатации и более [3].

Исследовано также изменение абсолютной величины определяемой долговечности в зависимости от времени воздействия климата на изучаемый бетон к моменту определения его текущего состояния (рис. 1). Из графика видно, что абсолютная величина становится стабильной при воздействии климатической среды на изучаемый бетон, к моменту определения его текущего состояния, 12 и более месяцев, то есть когда изучаемый цементобетон испытал все сезонные колебания климата.

Апробирование разработанного метода на собственных экспериментальных данных и данных, заимствованных из работ М.М. Селимова (результаты изучения свойств бетонов дорожных цементобетонных покрытий за 11 лет) и У.Ф. Фазылова (результаты изучения свойств бетонов, испытывающих воздействие среды, имитирующей климатическую), доказало его приемлемость [3].

Анализируя изменения характеристик бетона под воздействием климата как случайного процесса, было выявлено, что корреляционная функция:

$$R(\tau) = \frac{1}{n-\tau} \sum_{i=1}^{n-\tau} \Delta x_i \Delta x_{i+\tau},$$

где $\Delta x_i = x_i - \bar{x}$; $i = 1, 2, \dots, n$; n – объем выборки; $\tau = t_1 - t_2$; t_i – момент времени реализации или сечения случайного процесса; \bar{x} – среднее арифметическое выборки x_i стремится к нулю, что свидетельствует об эргодичности процесса и подтверждает сделанный ранее вывод о возможности использования в целях прогноза изменения под воздействием климата в течение года таких характеристик, как R_b , $R_{срс}^0$, W .

С помощью математической модели изменения состояния цементобетона под воздействием климата, реализованной автором в компьютерной программе, можно получать зависимости долговечности от изменения отдельных параметров состояния за один год (рис. 2) или в виде определения области допустимых изменений параметров состояния за один год, обеспечивающих проектную долговечность бетона [3].

Выводы:

1. При оценке и прогнозировании состояния цементных бетонов, испытывающих воздействие природных условий климатической среды, можно ограничиться рассмотрением совокупности наиболее информативных параметров R_b , $R_{срс}^0$, W .
2. Относительное изменение величин параметров несет достаточный для целей прогноза объем информации об изменении состояния цементобетона под воздействием климатической среды.
3. Обосновано применение обобщенной качественной характеристики для определения тренда развития прогнозной тенденции. Разработан метод описания состояния цементного бетона.
4. Степень близости состояния рассматриваемого цементобетона к состоянию принятого за предельное характеризует степень его поврежденности под воздействием климатической среды. Бетоны конструкций и лабораторных образцов с добавкой ПЯ-01 и без нее, пропаренные и естественного твердения, испытывающие воздействие природных условий климата, могут рассматриваться с единых позиций.
5. Процесс жизнедеятельности цементного бетона (системы) представлен в виде непрерывного поступательного перемещения во времени, от исходного (начального) до конечного или состояния, принятого за предельное.
6. Предложен практический метод прогнозирования состояния цементобетона, претерпевающего негативное воздействие природных условий климата.

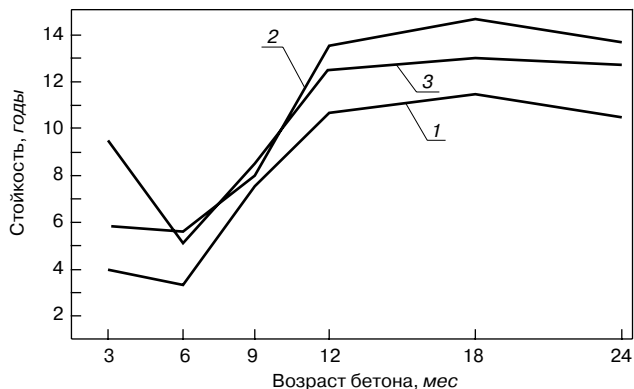


Рис. 1. К определению области применения метода прогнозирования состояния бетона: 1 – бетон естественного твердения; 2 – бетон пропаренный; 3 – бетон, пластифицированный добавкой П-20, пропаренный

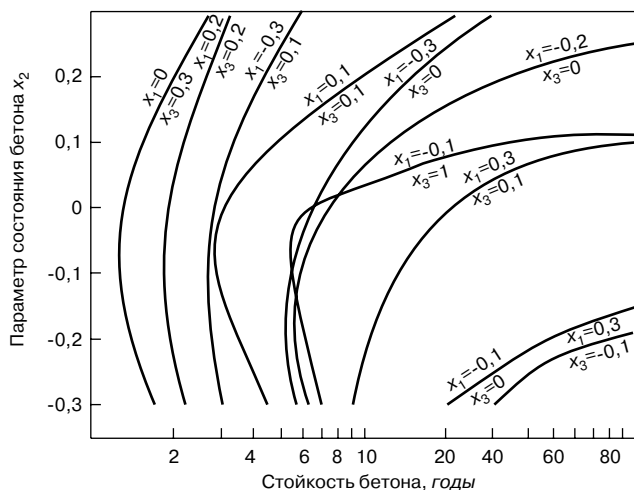


Рис. 2. Зависимость долговечности (T) от изменений параметров состояния (x_i)

Определена область и условия применения метода прогнозирования.

7. Предлагаемая методика прогнозирования состояния цементобетона требует детализации климатической среды, но предполагает ее повторяемость в пределах циклов (за цикл принят один год).
8. На собственных экспериментальных данных и на данных, приведенных в опубликованных работах различных исследователей, произведена оценка достоверности метода прогнозирования состояния цементного бетона.

Ключевые слова: оценка состояния, цементобетонные конструкции, воздействие климата, остаточный ресурс, бетон, долговечность, срок службы.

Список литературы

1. *Несветаев Г.В.* Бетоны: учебное пособие. Ростов-на-Дону: Феникс, 2011. 381 с.
2. *Янковский Л.В.* Долговечность цементных бетонов в свете перехода на европейские стандарты // *Строительные материалы.* 2012. № 1. С. 16–18.
3. *Янковский Л.В.* К вопросу оценки и прогноза состояния цементных бетонов, эксплуатирующихся в условиях воздействия климата Урала и Сибири // *Вестник ПНИПУ: Охрана окружающей среды, транспорт, безопасность жизнедеятельности.* 2012. № 2. С. 86–95.

В.Ф. КОРОВЯКОВ, д-р техн. наук, ГУП «НИИМосстрой»; ЧАН ТУАН МИ, инженер, Московский государственный строительный университет

Литые бетонные смеси для дорожного строительства

В Российской Федерации строят в основном асфальтобетонные дороги, а на Западе – бетонные. По статистике, их в США – 60%, Германии 38%, Австрии – 46%, в то время как в России – всего 3%. Такое положение с бетонными дорогами сложилось еще в советские времена, когда дорожникам не хватало портландцемента, который шел на великие стройки. В те годы существовала установка на приоритетное использование сборного железобетона, в том числе и для строительства дорог. Однако практика показала, что бетонные дороги не стали эффективной альтернативой асфальтобетонным.

Прочный, долговечный, изнаноустойчивый цементный бетон показал себя с самой лучшей стороны в качестве материала для дорожных оснований и покрытий. Расчеты подтверждают, что применение цементного бетона дает существенную экономию. Устройству бетонного покрытия должна предшествовать подготовка подстилающего слоя и основания. Особенно важным является устройство надежного дренажа, чтобы при последующей эксплуатации дороги несвязные слои дорожной одежды не размывались, что может привести к появлению просадок морозного пучения и, как следствие, дефектам покрытия. Чем лучше будет подготовлен подстилающий слой, тем меньше времени и затрат потребуется на укладку покрытия из бетонной смеси.

Покрытие непосредственно воспринимает нагрузки и обеспечивает безопасный проезд автомобилей с расчетной скоростью. Его можно строить из неармированного или армированного цементного бетона.

Основание под цементобетонное покрытие необходимо устраивать так, чтобы уменьшить давление от ав-

томобилей на подстилающий грунт и коробление бетонного покрытия под действием температуры, а также предотвращать выдавливание увлажненного грунта из-под краев и через швы покрытия; обеспечивать ровность и устойчивость дорожной одежды против неравномерных вертикальных смещений; повышать прочность и трещиностойкость покрытия.

По существующей технологии строительства бетонных покрытий применяют малоподвижные, подвижные и литые бетонные смеси в зависимости от технологии укладки и уплотнения. При этом бетонные покрытия могут быть одно- и двухслойными. Верхний слой покрытия должен быть не меньше 6 см.

Использование бетонных смесей с малой удобоукладываемостью требует применения специального оборудования, как для укладки, так и для уплотнения. Эти работы характеризуются высокой энергоемкостью оборудования.

Другие возможности появляются при использовании литых самоуплотняющихся бетонных смесей (Self-Compacting Concrete – SCC).

Самоуплотняющиеся бетонные смеси распределяются и уплотняются в основном под действием собственного веса, что и определяет эффективность их применения. Они характеризуются таким же или меньшим на 3–7% по сравнению с бетонами из малоподвижных смесей расходом цемента и не уступают им по прочности, деформативности и морозостойкости.

Технико-экономическая эффективность применения бетонов из литых смесей обеспечивается значительным снижением трудозатрат при устройстве дорожных оснований и покрытий, улучшением условий труда,

Таблица 1

Удобоукладываемость смеси	Состав литого бетона, кг/м ³								Прочность, в возрасте 28 сут, МПа		Класс бетонов
	Осадка конуса, см	МКВ**/Ц	П	Щ	В	МК	МП	ГП	В/В	при сжатии	
25	400/308	650	1170	180	32	60	3,23	0,31	51,4	6,3	В40
25	450/354	650	1170	202,5	36	60	3,63	0,35	64,3	7,3	В50
25	550/446	650	1170	247,5	44	60	3,35	0,45	76,5	8,2	В60
20–22	350/269	650	1170	157,5	21	60	2,42	0,27	35	5,1	В30
20–22	400/316	650	1170	180	24	60	2,84	0,32	48	6,1	В40
20–22	450/340,5	650	1170	202,5	49,5	60	3,06	0,34	66	7,6	В50
16–18	350/269	650	1170	157,5	21	60	2,42	0,27	35	5,1	В30
16–18	400/316	650	1170	180	24	60	2,53	0,32	48	6,1	В40
16–18	450/340,5	650	1170	202,5	37,4	60	2,72	0,34	66	7,6	В50
16–18*	490*	600*	1150*	185*	–	–	3,43 (С-3)	–	38,6	4,5	В30

* Контрольный образец. Марка бетона по водонепроницаемости W12 и марка бетона по морозостойкости F200.

** Модифицированное композиционное вяжущее.

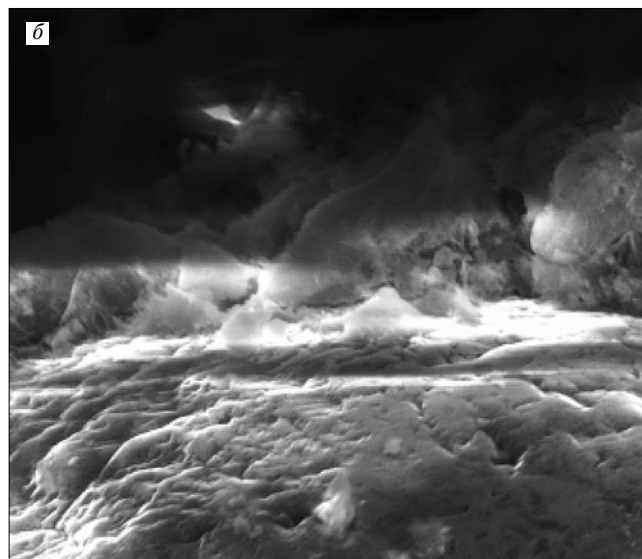
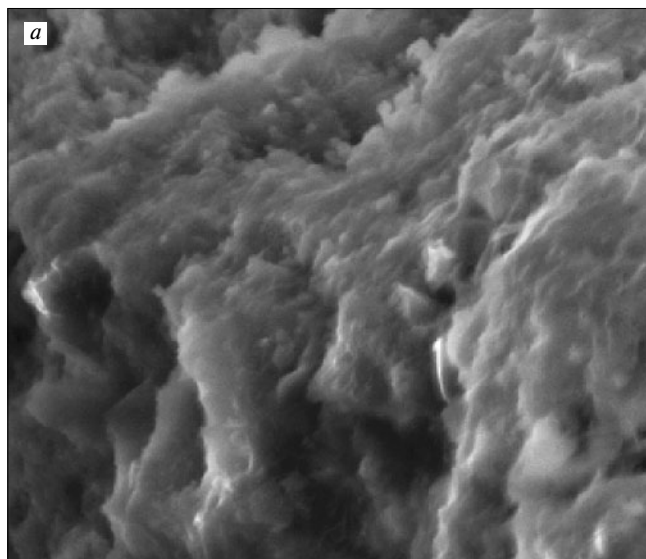


Рис. 1. Литой бетон в возрасте: а – 28 сут; б – 90 сут нормального твердения (1000 кратное увеличение)

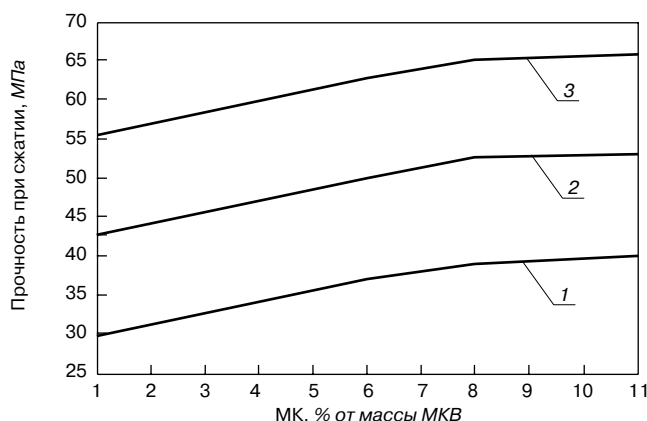


Рис. 2. Зависимость прочности при сжатии литого бетона от расхода микрокремнезема при различных расходах цемента (1–3 – Ц_{МКВ} = 350; 400; 450 кг/м³); в возрасте 28 сут

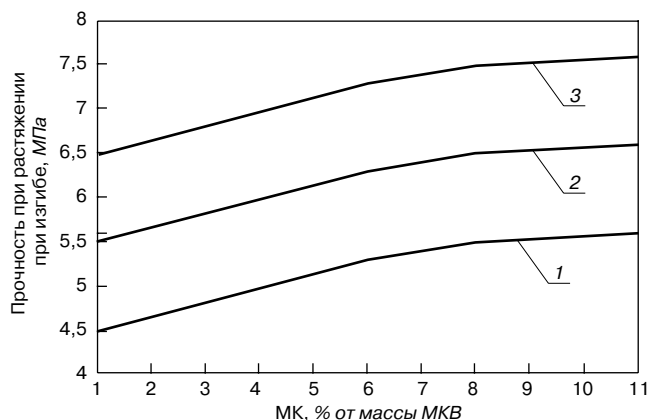


Рис. 3. Зависимость прочности на растяжение при изгибе литого бетона от расхода микрокремнезема при различных расходах цемента (1–3 – Ц_{МКВ} = 350; 400; 450 кг/м³); в возрасте 28 сут

уменьшением энергоемкости и стоимости строительства дорог.

Самоуплотняющиеся бетонные смеси для возведения надземных конструкций зданий и сооружений, как правило, состоят из портландцемента, воды, мелкого и крупного заполнителей, тонкодисперсного минераль-

ного наполнителя, эффективного пластификатора и некоторых других добавок, позволяющих регулировать определенные свойства смеси и бетона [1].

Для достижения высоких эксплуатационных характеристик самоуплотняющихся бетонных смесей и бетонов из них предъявляются очень жесткие требования к исходным материалам. Самоуплотняющаяся бетонная смесь должна характеризоваться низким водоцементным отношением 0,38–0,4, при этом обеспечивая высокие показатели удобоукладываемости – 50–70 см (по распылу конуса) и ОК более 20 см.

В ГУП «НИИМосстрой» в содружестве с кафедрой технологии вяжущих веществ и бетонов МГСУ разработаны и изучены самоуплотняющиеся бетонные смеси и бетоны применительно к использованию их для устройства бетонных оснований и покрытий дорог, устройства дворовых территорий. К дорожным бетонам предъявляются особые требования, связанные с условиями их эксплуатации. Поэтому целью исследований было получение литых бетонных смесей для устройства дорожных покрытий, способных к самоуплотнению, обеспечивающих высокие эксплуатационные свойства и долговечность.

В работе использовали несколько видов портландцемента, характеризующихся нормированным химико-минералогическим составом, но отличающихся активностью. В качестве крупного заполнителя использовали гранитный щебень (Щ) фракции 3–10 мм, в качестве мелкого – мытый (обогащенный) кварцевый песок (П) максимальной крупностью 1,25 мм (более крупная фракция отсеивалась). Кроме того, применяли тонкодисперсные компоненты: микрокремнезем (МК), молотый кварцевый песок (МП). В качестве добавок использовали суперпластификатор С-3 (как наиболее распространенный), гиперпластификатор (ГП) на основе карбоксилатов (Sika ViscoCrete-5 Neu), микрофибра, воздухововлекающую добавку.

Использование микрокремнезема обосновано тем, что необходимо получить бетон, характеризующийся высокими показателями плотности структуры, водонепроницаемости и морозостойкости.

Микрокремнезем – это высокорреакционная пуццолановая добавка, необходимая для получения более долговечного и прочного цементного камня [2, 3].

Молотый кварцевый песок использовался как тонкодисперсная добавка-наполнитель, способствующая уплотнению структуры бетона.

Таблица 2

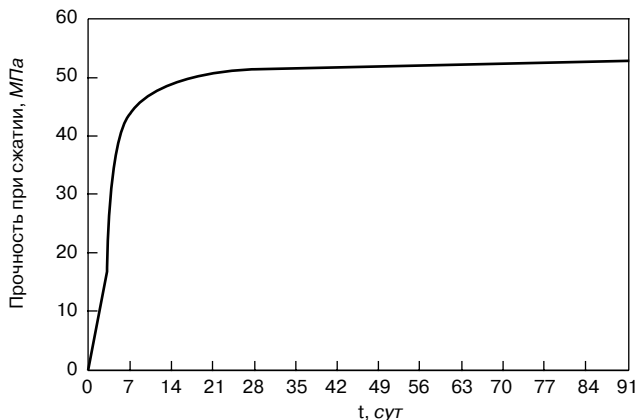


Рис. 4. Изменение прочности при сжатии разработанного бетона во времени

Масса образцов, г		Потеря массы, Δm, г	Площадь образца, F, см ²	Истираемость, I _{ср} , г/см ²
Исходная	После испытания			
861	845	16	49	0,3
873	854	19	49	0,4

си, не должны превышать 3%. Дальнейшее увеличение уклонов вызывает необходимость введения в смесь фибры или уменьшения подвижности.

На рис. 2 и 3 представлены зависимости прочности литого бетона при сжатии и изгибе от расхода микрокремнезема и цемента. На рис. 4 приведен график роста прочности бетона во времени.

Установлено, что морозостойкость литого бетона с использованием воздухововлекающей добавки Sika Aer выше 300 циклов (нормируемые 200).

Долговечность дорожного бетона определяется не только стойкостью к действию климатических факторов, но и стойкостью к эксплуатационным воздействиям, одним из которых является стойкость к действию абразивного износа. Многолетний опыт эксплуатации цементобетонных покрытий автомобильных дорог и аэродромов показал высокую устойчивость бетона против действия комплекса факторов, вызывающих износ материала.

Испытания на истираемость проводились на круге истирания ЛКИ-2 по стандартной методике.

Результаты проведенных исследований приведены в табл. 2.

Как следует из табл. 2, истираемость разработанных литых бетонов значительно ниже допустимого значения 0,7 г/см².

Результаты лабораторных исследований прочностных, деформативных и эксплуатационных свойств бетонных смесей позволяют утверждать, что получены литые бетоны для дорожных покрытий, что обеспечивается модифицированием структуры литого бетона введением комплексной добавки, состоящей из гиперпластификатора, микрокремнезема и молотого песка.

Технологические свойства литой бетонной смеси и эксплуатационные свойства полученного бетона превышают требования, предъявляемые к бетонам для дорожных покрытий, и могут быть рекомендованы для устройства дорожных покрытий улиц, дорог, дворовых территорий.

Ключевые слова: литой бетон, самоуплотняющийся бетон, дорожное покрытие, долговечность, гиперпластификатор.

Список литературы

1. Баженов Ю.М. Бетоны повышенной долговечности // Строительные материалы. № 7–8. 1999. С. 21–22.
2. Батраков В.Г., Каприелов С.С., Шейнфельд А.В., Силина Е.С. Модифицированные бетоны в практике современного строительства // Промышленное и гражданское строительство. 2002. № 9. С. 23–25.
3. Каприелов С.С. Общие закономерности формирования структуры цементного камня и бетона с добавкой ультрадисперсных материалов // Бетон и железобетон. 1995. № 4. С. 16–20.

Высокоэффективные поликарбоксилатные суперпластификаторы, получившие коммерческое название гиперпластификаторы, выбраны в связи с тем, что их реальные возможности снижения водоцементного отношения (до 40%) и разжижения бетонной смеси значительно выше, чем традиционных полиметиленафталинсульфонатов и полиметиленамелинсульфонатов.

Исследованиями установлено, что использование комплексной добавки позволило получить бетон с улучшенными характеристиками, а именно:

- повышение стойкости к истиранию на 20%;
- повышение прочности при сжатии на 35–50%;
- более высокая ранняя прочность при твердении в нормальных условиях;
- увеличение водонепроницаемости на 50%;
- повышенная морозостойкость в солях (до 2 раз выше требуемой).

В табл. 1 приведены составы и прочностные характеристики полученных бетонов.

В результате исследований получены самоуплотняющиеся бетоны с прочностью при сжатии от 43 до 76 МПа и при изгибе от 5 до 9,5 МПа при расходе портландцемента не более 370 кг на 1 м³ бетона. Как видно из полученных данных, прочностные показатели разработанных бетонов значительно превышают нормативные.

Результаты испытаний образцов самоуплотняющихся бетонов позволяют рекомендовать их для устройства дорожных покрытий повышенной долговечности. Об этом свидетельствуют результаты испытаний на морозостойкость в солях (350–550 циклов), истираемость (менее 0,4) и высокая коррозионная стойкость.

Установлено, что особенно эффективны SCC, модифицированные гиперпластификатором и микрокремнеземом. Для изучения микроструктуры и характера пористости бетона использовали электронный микроскоп. Результаты исследований, подтвердили теоретические положения, что рациональный состав и модифицирование комплексной добавкой, состоящей из гиперпластификатора с микронаполнителями из кремнезема, способствуют получению оптимальной структуры и свойств самоуплотняющегося бетона (рис. 1).

Самоуплотняющиеся бетонные смеси могут применяться при строительстве монолитных оснований и покрытий дорог (как однослойных, так и двухслойных). Конструкция покрытия и всей дорожной одежды определяется проектом. Поперечный и продольный уклоны на участках покрытия (основания), где для бетонирования применяются самоуплотняющиеся бетонные сме-

А.В. КОЧЕТКОВ, д-р техн. наук, Пермский национальный исследовательский политехнический университет; С.М. ЕВТЕЕВА, Н.Е. КОКОДЕЕВА, С.П. АРЖАНУХИНА, кандидаты техн. наук, Т.А. ГЛУХОВ, инженер, Саратовский государственный университет имени Ю.А. Гагарина

Принципы составления и управления рецептурами дорожно-строительных материалов

В настоящее время особую актуальность получили вопросы обеспечения качества дорожно-строительных материалов с учетом показателей однородности и оценки степени риска причинения вреда, например дисперсии и коэффициента вариации. Это определяется Федеральными законами «О техническом регулировании», «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений». Актуальны вопросы, например, составления рецептур сухих смесей дорожной разметки на полимерной основе.

В настоящей статье тема совершенствования принципов составления и управления рецептурами дорожно-строительных материалов рассматривается на примере сравнительного анализа рецептур противогололедных материалов (ПГМ).

В этой области стала очевидной тенденция перехода от унитарных к многокомпонентным противогололедным материалам на основе хлоридов. В основном совершенствуются технологии производства и применения ПГМ на основе безводного хлорида кальция.

С учетом этого сформулированы принципы составления рецептур многокомпонентных противогололедных материалов на основе хлоридов.

1. Обеспечение требуемых системных свойств (инновационность, синергетический эффект, технологичность приготовления и нанесения, адаптивность к российским условиям).
2. Управление жизненным циклом рецептур. Последовательность этапов алгоритма проектирования.
3. Автоматизация и управление сквозным дозированием на основе коррекции последующего дозируемого компонента (последний дозируемый компонент при смешивании – безводный хлорид кальция).
4. Соответствие местным природно-климатическим условиям и времени устройства, перепадам зимней температуры, количеству циклов замерзания-оттаивания. Соответствие состоянию и характеристикам дорожного покрытия (состоянию вяжущего, щебня, сроку эксплуатации).
5. Функциональность (независимость от диапазона изменения температуры или ориентация на диапазон перепада температуры).
6. Обеспечение эффекта «тепловое сверло-инъектор».
7. Органичность компонентов. Отсутствие балластных компонентов.
8. Выбор оптимального грануляционного состава. Предупреждение сегрегации компонентов.
9. Минимальный разброс характеристик исходных компонентов (минимум коэффициента вариации).
10. Инновационность (патентозащищенность, оптимальное соотношение цена-качество, логистическое обеспечение – транспортировка, хранение).
11. Экологическая безопасность.
12. Соответствие парку машин для распределения.

Химический состав определяет технологию применения многокомпонентного противогололедного материала. Как правило, ПГМ – сложная система, содержащая от трех до шести и более компонентов. Каждый из компонентов должен играть важную роль. Современные материалы являются высоконаполненными системами. Рабочие компоненты должны иметь долю в общей массе ПГМ не менее 95%.

Рецептура ПГМ может быть специально подобрана для разных климатических условий: очень холодного климата; холодного; умеренного климата. В особых случаях (экстремальные температурные условия) требуется специальная рецептура ПГМ.

В процессах производства рецептура отрабатывается так же, как и спецификация изделия, включая калькуляцию стоимости и расчет времени производства (lead time). Действия с компонентами рецептуры в процессах планирования и производства зависят от установленной рецептуры.

Приняты этапы управления проектированием рецептуры долговечных разметочных материалов.

1. Определение функционально-технических и экономических требований к ПГМ в зависимости от дорожно-климатических условий применения (общие характеристики объекта).
2. Формирование базы данных технических характеристик компонентов и поставщиков. Анализ образцов компонентов (химический, фазово-минералогический, гранулометрический составы и др.) с целью определения пригодности. Получение физико-химических и гранулометрических характеристик.
3. Технологические испытания сырья в модельных составах смесей. Разработка рецептур осуществляется по критерию получения смесей с требуемым уровнем технологических и строительно-технических свойств. По каждому виду разработанного состава сухой смеси выполняется изготовление контрольных образцов (проб смесей), испытание образцов выполняют в соответствии с принятыми методиками с целью определения их технологических свойств.
4. Формирование базы данных коэффициентов относительного влияния введения компонентов в состав ПГМ на изменение его свойств. Изготовление пробных малых замесов, выполнение исследовательских испытаний. Получение базовых рецептур, основывающихся на типовых материалах, без учета специфики конкретного сырья.
5. Определение алгоритма формирования рецепта в соответствии с ранжированными приоритетами требований к ПГМ. Формирование рецептуры в единицах массы: выверка стандартного размера партии; выверка выхода продукта.
6. Формирование рецептуры в процентах от общей массы: пропорциональное корректирование рецеп-

туры; корректирование по максимальной доле; введение компонента в единицах измерения. Формирование сводной таблицы свойств, разработанных по рецепту. Составление материального баланса производства в суточном, месячном и годовом масштабах по каждому сырьевому компоненту и каждой добавке.

7. Определение основных функциональных возможностей по работе с рецептурами: выход продукта, побочные продукты; плотность; рецептуры и спецификации продукта.
8. Управление рецептурами: версия рецептуры, исполнения, пересчет рецептуры. Установление статуса рецептуры: предварительная, планируемая, рабочая, отмененная. Производство, испытания, практическое применение на автомобильных дорогах. Анализ результатов.
9. Уточнение, создание рецептуры модернизированного и нового продуктов. Уточнение требований к компонентам и производителям.

Технологический контроль производства сухих смесей многокомпонентных ПГМ заданной номенклатуры производят следующим образом. Определяют основные параметры для контроля производства. При выборе параметров предусматривается обязательный входной контроль качества исходного сырья и оперативный контроль материалов в ходе производства. Разрабатывают методики для входного контроля сырья и оперативного контроля, а также карту технологического контроля производства; составляют перечень лабораторного оборудования. Разрабатывают системы показателей для контроля качества готовой продукции (нормируемых свойств) и методик для их оценки, в том числе методик для экспресс-анализов.

Составляют перечень показателей, характеризующих уровень качества смеси компонентов ПГМ. Эти показатели должны характеризовать:

- свойства смеси для оценки ее технологичности, т. е. удобства ее использования;
- свойства смеси, определяющие ее технические характеристики и эффективность, например рабочая и минимальная температура применения и др. Составляют перечень методик для определения качества производимых смесей. Эти методики могут быть трех уровней: предусмотренные техническими регламентами и национальными стандартами России (ГОСТом); реализуемые в соответствии с действующими стандартами организаций; ненормированные лабораторные (экспрессные, качественные и т. п.).

Одна из основных проблем обеспечения качества — нестабильность (неоднородность) технических характеристик поступающих компонентов, иногда даже в тех случаях, когда поставка того или иного компонента осуществляется одним и тем же поставщиком. Технолог должен принимать решение о возможности замены поставщиков сырья и добавок, что осуществляется на основе испытания компонентов в лаборатории или в независимом центре. Основная задача технолога — совершенствование качества смесей, уточнение требований потребителей и решение спорных вопросов по качеству продукции.

В обобщенном виде процесс разработки рецептуры можно разделить на четыре этапа.

1. Определение исходных компонентов многокомпонентных ПГМ (основа материала). Особенности минеральных компонентов, химических добавок (ингибиторов коррозии, антислеживателей) закладывают основу физико-механических и реологических свойств смеси. От правильности выбора сырья и свойств взаимодействий в системе будут зависеть не

только технические характеристики смеси, но и долговечность продукта.

2. Установление базовой рецептуры. На втором этапе работы закладывают основные параметры — дозирование компонентов сырья и ситового состава. Правильность их подбора влияет не только на стоимость, но и на качество конечного продукта. На втором этапе не ставят задачу получения конечной рецептуры, которая отвечала бы не только физико-механическим свойствам и стоимостным ограничениям, но и гарантированной правильности подбора всех компонентов. Необходим третий этап.
3. Создание конечной рецептуры. Устарел подход, при котором правильный подбор компонентов осуществляли поэтапным увеличением или уменьшением определенных составляющих в системе, меняющим те или иные свойства разрабатываемого продукта. Сложные смеси состоят более чем из четырех компонентов, и подобрать точную дозировку, основываясь только лишь на интуиции, представляется маловероятным. Компонент в смеси при повышении его концентрации может улучшать одни свойства ПГМ в ущерб другим. Составляющие смеси работают по нелинейным зависимостям изменения свойств при изменении концентрации компонента.

Современные методы разработки рецептуры с точным подбором компонентов предусматривают применение методик математического планирования эксперимента. Использование математического аппарата открывает возможность точного подбора компонентов рецептуры для достижения необходимых физико-механических свойств.

Заключительным этапом разработки рецептуры является проведение уточняющих работ. По выявленным математическим расчетным значениям содержания проводят серии уточняющих экспериментов. Если математическое значение и практические экспериментальные результаты совпадают, то работу над созданием нового материала можно считать законченной. На этом этапе определяют и очередность (последовательность) сквозного дозирования компонентов при их промышленном производстве.

4. Аprobация полученной рецептуры в условиях производства. Разработанная рецептура, отвечающая требованиям технического задания, проходит апробацию на производственной линии. Выпускают опытную партию, которая проходит испытания в нескольких независимых лабораториях. По окончании всех испытаний и при получении удовлетворительных данных, полученных во всех лабораториях, продукт запускается в серийное производство.

Данный системный подход зарекомендовал себя как эффективный и был применен при изготовлении ряда многокомпонентных материалов, выпущенных за последние семь лет.

На этапе функционального моделирования определяют более строгую зависимость функциональных свойств продукта от функциональных свойств рецептурных компонентов.

Функциональную направленность придают вводимые в рецептуры добавки. Создаются комбинированные продукты на основе сочетания.

На основании технической информации, конструкции и времени определяют граничные (верхние) пределы изменения основных технологических параметров (плотность, ингибирующие свойства, реологические характеристики), которые обеспечивают функциональность ПГМ.

Необходима разработка новых и совершенствование (оптимизация) существующих рецептур. Грамотно раз-

рабочая рецептура является единственной гарантией ее качества.

Процессный тип производства со сложными рецептурами, побочными продуктами, переменными характеристиками сырья и готовых изделий обуславливает определенные трудности в планировании, расчетах себестоимости.

Неэффективное управление рецептурами и связанными с ним приближенное планирование потребности в сырье и производственных мощностях, неточность расчетов плановой себестоимости, слабый контроль соблюдения технологий и пр. могут стать серьезным сдерживающим фактором в оптимизации операционной деятельности. Современный инструментариум дает возможность эффективно решать вопросы повышения качества планирования и управления производством.

Как пример реализации разработанной методики рассматриваются:

- противогололедный материал на основе композиции хлорида кальция с другими хлоридами (натрия и калия) и формиатом натрия: массовая доля хлорида кальция не менее 25%; хлорида натрия – 60–70%; хлорида калия не выше 10%; формиата натрия – 2–7% по массе ($MP_{ТВ}$);
- хлорид композиции кальций-натрий модифицированный (ХКНМ); массовая доля хлорида кальция 25%; массовая доля хлорида натрия 75%; погрешность дозирования хлорида кальция 1%.

Оценим риск возникновения ДТП по причине неоднородности состава смесей ПГМ.

Доминирующее влияние на процесс взаимодействия ПГМ и снежно-ледяного образования играет хлорид кальция. Безводный хлорид кальция выполняет функции теплового сверла-инъектора. Согласно указанной формуле вариативность хлорида кальция составляет (с учетом 10% вариации в долях хлорида натрия, 10% вариации хлорида калия и 5% вариации формиата натрия) 25%.

Это означает, что приемочный контроль примет в производство партию многокомпонентного ПГМ, в пробах которой будет разброс от 25 до 50% содержания хлорида кальция.

В качестве измерителя берется площадь отпечатка контакта колеса транспортного средства и дорожного покрытия (со снежно-ледяным отложением и без него) условно $0,05 \text{ м}^2$.

Вариация концентрации безводного хлорида кальция как сверла-инъектора достигает 25%.

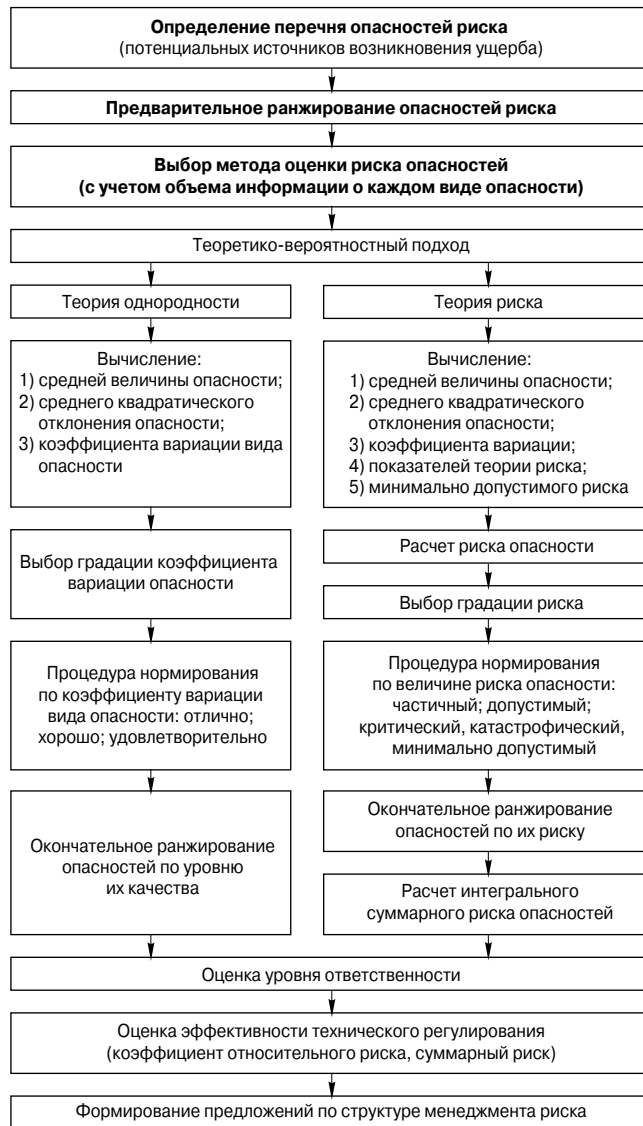
Рассмотрим наиболее опасное состояние дорожного покрытия при его освобождении от снежно-ледяных отложений. Максимальный риск будет для случая 50% неоттаявших участков к 50% оттаявших.

Подсчитаем риск возникновения ДТП по причине только вариативности долей компонентов с учетом известного требования, что коэффициент сцепления в поперечном направлении не должен изменяться на 10%, или 0,1. Это означает, что с вероятностью 50% колеса автомобиля окажутся на оттаявших и на неоттаявших участках.

Процедура оценки минимального разброса характеристик исходных компонентов (минимум коэффициента вариации) представлена на схеме (рисунок).

Механизм взаимодействия компонентов данного многокомпонентного ПГМ и снежно-ледяного отложения (СЛО) может быть представлен в следующем виде.

На поверхность СЛО разбрасывают зерна компонентов ПГМ. Каждое зерно оказывается отдельно лежащим на поверхности, не взаимодействуя с соседним. Сразу начинает действовать только безводный хлорид кальция, отбирая влагу из окружающего воздуха (при влажности не менее 42%). Другие компоненты первое время лежат на поверхности, не изменяя своего состояния, и



Типовая процедура оценки и уменьшения риска

могут быть отброшены с поверхности СЛО на обочину автомобильной дороги.

Безводный хлорид кальция начинает последовательно превращаться в двух- четырех- и шестиводный (происходит кристаллогидратация с выделением тепла – 20 кал на гранулу). При этом прожигается СЛО и гранула достигает дорожного покрытия. Затем начинается процесс растворения кристаллогидрата хлорида кальция и образуемая линза раствора разрушает сцепление СЛО и дорожного покрытия.

Поэтому наиболее опасным фазовым состоянием является одновременность образования оттаявших пятен или раскалывание льда под колесами транспортных средств. Наименее опасный случай – одновременное освобождение дорожного покрытия от СЛО. Для многокомпонентной смеси ПГМ, содержащей в своем составе безводный хлорид кальция, за такое состояние (выраженный физический эффект) можно принять одновременное раскалывание льда колесами транспортных средств.

Поэтому вариативность состава многокомпонентных ПГМ определяет время наиболее опасного состояния удаления СЛО. Принимая упрощенно линейную зависимость между вариативностью компонентов и временем удаления СЛО, можно говорить, что увеличение ва-

риативности СЛО пропорционально увеличивает риск возникновения ДТП по этому случаю опасности риска.

Рассматривается риск возникновения ДТП по причине вариативности долей компонентов ПГМ, учитываются два случая с диапазоном дозирования безводного хлорида кальция: 1% (24–25%) и 25% (25–50%).

Первый случай – среднее квадратическое отклонение $\sigma=1,008$, коэффициент вариации (относительно среднего 24,5) $C_{\text{вар}}=0,02$, тогда потенциально возможный риск возникновения ДТП по этой причине составляет 3,8 автомобиля из 1000. Для второго случая (25–50) среднее составляет 37,5, среднее квадратическое отклонение $\sigma=12,5$, коэффициент вариации $C_{\text{вар}}=0,33$, потенциально возможный риск равен 14,6 автомобиля из 1000. Таким образом, из-за увеличения разброса показателей рецептуры риск совершения ДТП увеличивается в 3,84 раза.

Более того, необоснованно повышенное содержание хлорида кальция в составе многокомпонентной смеси усилит эффект повышения вязкости растворов противогололедных солей на дорожном покрытии после растворения СЛО и может снизить коэффициент сцепления на 0,1, что дополнительно (ориентировочно еще в 1,5–3 раза) увеличит риск возникновения дорожно-транспортных происшествий.

Это позволяет осуществлять управление рецептурой ПГМ на основе задания вариативности исходных компонентов многокомпонентного состава ПГМ.

Подобный методический подход был реализован при научном сопровождении производства ПГМ на основе безводного хлорида кальция в условиях ООО «Зиракс» (Волгоград).

Ключевые слова: противогололедные материалы, зимнее содержание, автомобильные дороги.

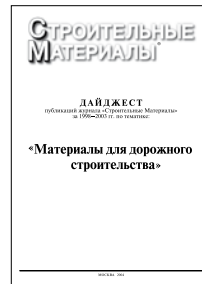
В издательстве «СТРОЙМАТЕРИАЛЫ»

вышел дайджест

«Материалы для дорожного строительства»

В дайджест вошли статьи, опубликованные в журнале «Строительные материалы»® – всего более 100 статей по тематическим разделам:

- нормативная и методическая база отрасли;
- материалы для дорожного строительства;
- ремонт дорог.



Для приобретения дайджеста следует направить заявку произвольной формы в издательство по факсу или электронной почте. **Не забудьте указать наименование организации, почтовый адрес доставки, ФИО получателя.**

Телефон/факс:

(499) 976-22-08, 976-20-36

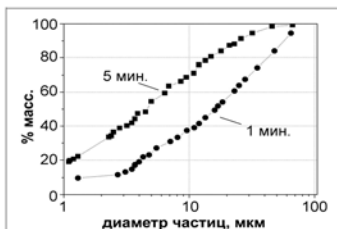
E-mail: mail@rifsm.ru. rifsm@mail.ru

Активатор
измельчение активация синтез

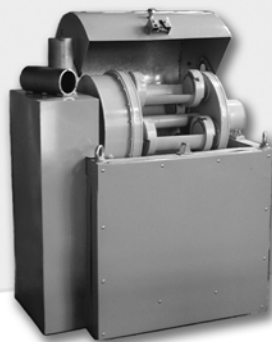
Лабораторные мельницы «Активатор» для заводских и исследовательских лабораторий.



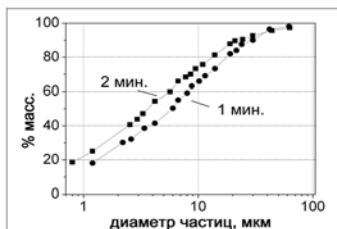
Активатор-2SL



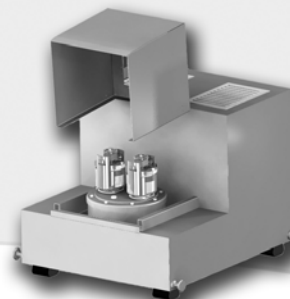
Для пробподготовки материалов



Активатор-4M



Для наработки небольших партий материалов



Активатор-2S

Для помола материалов в ударном, сдвиговом, вихревом режимах

www.activator.ru >>

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

Реклама

А.С. АЛЕКСАНДРОВ (aleksandrov00@mail.ru),
 Н.П. АЛЕКСАНДРОВА, кандидаты техн. наук, Г.В. ДОЛГИХ, инженер,
 Сибирская государственная автомобильно-дорожная академия

Модифицированные модели для расчета главных напряжений в дорожных конструкциях из дискретных материалов

Решение задач расчета остаточных деформаций, накапливаемых в дискретных материалах дорожных конструкций, и проверка их сдвигустойчивости требуют определения главных напряжений.

Известные методы расчета главных напряжений можно подразделить на три группы: решения механики сплошной и зернистой сред, а также инженерные способы.

Методы механики сплошной среды позволяют рассчитывать напряжения в любой точке слоя или полупространства от воздействия различных нагрузок. Например, Митчелл получил решение задачи о напряженном состоянии полупространства при воздействии на него нагрузки, равномерно распределенной по бесконечной полосе (рис. 1) [1]. Представление Митчелла применяют к расчету напряжений в основании насыпи.

В соответствии с этим решением, максимальное σ_1 и минимальное σ_3 – главные напряжения – определяются по формулам [2]:

$$\sigma_1 = \frac{p}{\pi} \cdot (\alpha_b + \sin \alpha_b); \quad \sigma_3 = \frac{p}{\pi} \cdot (\alpha_b - \sin \alpha_b), \quad (1)$$

где p – нагрузка, равномерно распределенная по полосе, Па; α_b – угол видимости нагрузки, рад (рис. 1).

Компоненты напряжения определяются по формулам:

$$\sigma_z = \frac{p}{\pi} \cdot (\alpha_b + \sin \alpha_b \cdot \cos 2 \cdot \beta_b); \quad \sigma_x = \frac{p}{\pi} \cdot (\alpha_b - \sin \alpha_b \cdot \cos 2 \cdot \beta_b);$$

$$\tau_{xz} = \frac{p}{\pi} \cdot \sin \alpha_b \cdot \sin 2 \cdot \beta_b, \quad (2)$$

где β_b – угол между главными осями 1 или 3 и осями начальной системы координат z или x , рад (рис. 1).

Из анализа рис. 1 следует, что при любых значениях угла α_b напряжения являются сжимающими. На поверхности основания, расположенного в пределах площадки, передающей нагрузку, имеет место $p = \sigma_1 = \sigma_3$. Следовательно, напряжение σ_3 превышает величину, необходимую для компрессионного сжатия материала, которое имеет место в верхней части оснований, воспринимающих нагрузку от гибких фундаментов [2, 3].

Для расчета напряжений от воздействия нагрузки, распределенной по поверхности круглой площадки, используют формулы, полученные из решения Буссинеска [4]. По этим формулам определяют напряжения, возникающие по оси симметрии нагрузки. Формулы обычно дают в виде:

$$\sigma_1 = p_0 \cdot \left(1 - \frac{1}{[1 + (R/Z)^2]^{1.5}} \right), \quad (3)$$

где p_0 – нагрузка, распределенная по круглой площадке, Па; R – радиус штампа, м; Z – расстояние (глубина) от поверхности до рассматриваемой точки, м;

$$\sigma_3 = p_0 \cdot \left(\frac{1 + 2 \cdot \mu}{2} - \frac{1 + \mu}{[1 + (R/Z)^2]^{0.5}} + \frac{1}{2 \cdot [1 + (R/Z)^2]^{1.5}} \right), \quad (4)$$

где μ – коэффициент Пуассона материала.

Анализируя зависимость (4), следует отметить, что минимальные главные напряжения на поверхности ($Z=0$) имеют значения выше величин, при которых материал находится в состоянии компрессионного сжа-

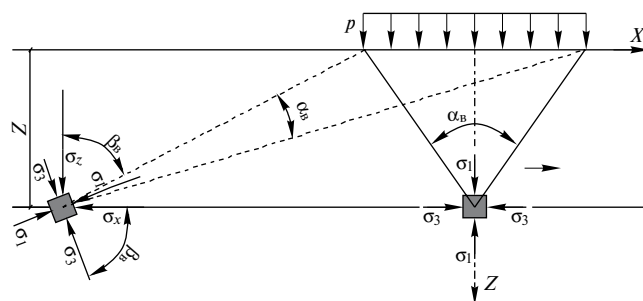


Рис. 1. Схема для определения главных напряжений и компонент по методу Митчелла

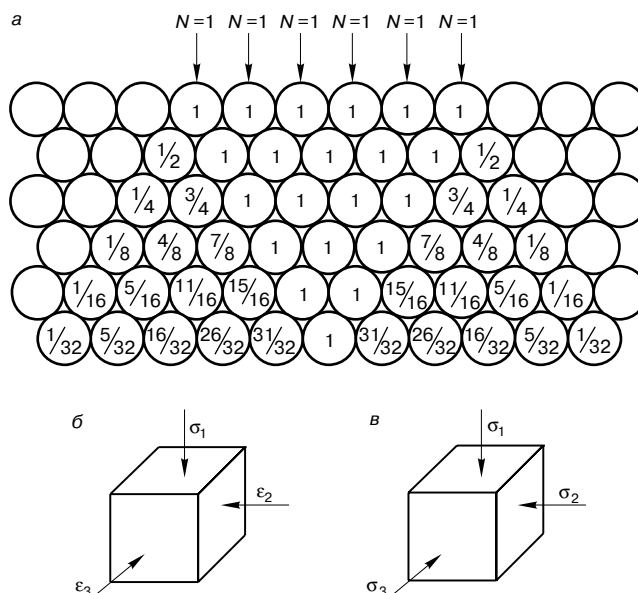


Рис. 2. Простейшая структурная физическая модель механики зернистой среды: а – схема распределения усилий между агрегатами дискретного материала при равномерно распределенной нагрузке; б – схема, иллюстрирующая влияние главных деформаций ϵ_2 и ϵ_3 соседних агрегатов на НДС рассматриваемого зерна; в – схема трехосного сжатия агрегата, иллюстрирующая влияние главных напряжений σ_1 , σ_2 и σ_3

Формулы для расчета максимальных и минимальных главных напряжений

Автор оригинальной модели	Формулы модифицированной модели
Модель, описывающая результаты точных решений теории упругости	
А. Тимпе	$\sigma_1 = p_0 \cdot \left[1 - \left(1 + \left(\frac{D}{2 \cdot z} \right)^2 \right)^{-1,5} \right]$
	$\sigma_3 = \frac{p_0 \cdot \mu}{1 - \mu} \cdot \left[1 - \left(1 + \left(\frac{D}{2 \cdot z} \right)^2 \right)^{-1,5} \right] \cdot \left(1 - \sqrt{1 - \left[1 - \left(1 + \left(\frac{D}{2 \cdot z} \right)^2 \right)^{-1,5} \right]^2} \right)$
Модели, описывающие данные экспериментов	
И.И. Кандауров	$\sigma_1 = p_0 \cdot \left(1 - \exp \left[- \frac{\lambda_p \cdot D^2}{z^2} \right] \right)$
	$\sigma_3 = \frac{p_0 \cdot \mu}{1 - \mu} \cdot \left(1 - \exp \left[- \frac{\lambda_p \cdot D^2}{z^2} \right] \right) \cdot \left(1 - \sqrt{1 - \left(1 - \exp \left[- \frac{\lambda_p \cdot D^2}{z^2} \right] \right)^2} \right)$
М.П. Болштынский	$\sigma_1 = p_0 \cdot \frac{1}{1 + 2,25 \cdot (z/D)^2}$
	$\sigma_3 = \frac{p_0 \cdot \mu}{1 - \mu} \cdot \frac{1}{1 + 2,25 \cdot (z/D)^2} \cdot \left(1 - \sqrt{1 - \left[\frac{1}{1 + 2,25 \cdot (z/D)^2} \right]^2} \right)$
М.И. Якунин	$\sigma_1 = p_0 \cdot \left(1 + a \cdot \left(\frac{z}{D} \cdot \sqrt{\frac{E_{сл}}{E_{осн}}} \right)^2 \right)^{-1}$
	$\sigma_3 = \frac{p_0 \cdot \mu}{1 - \mu} \cdot \left(1 + a \cdot \left(\frac{z}{D} \cdot \sqrt{\frac{E_{сл}}{E_{осн}}} \right)^2 \right)^{-1} \cdot \left(1 - \sqrt{1 - \left(1 + a \cdot \left(\frac{z}{D} \cdot \sqrt{\frac{E_{сл}}{E_{осн}}} \right)^2 \right)^{-2}} \right)$
А.В. Смирнов	$\sigma_1 = p_0 \cdot e^{-\gamma_0 \cdot C_0 \cdot t} \cdot \sin \frac{\pi \cdot t}{T}$
	$\sigma_3 = \frac{p_0 \cdot \mu}{1 - \mu} \cdot e^{-\gamma_0 \cdot C_0 \cdot t} \cdot \sin \frac{\pi \cdot t}{T} \cdot \left(1 - \sqrt{1 - K^2} \right)$

тия. На некоторой глубине эти напряжения становятся отрицательными, то есть из сжимающих превращаются в растягивающие. Эти обстоятельства не соответствуют условиям работы дискретных материалов, вытекающим из анализа физических моделей механики зернистой среды. Одна из таких моделей приведена на рис. 2.

Из анализа (рис. 2, а) следует, что агрегаты, воспринимающие одинаковое единичное усилие, испытывают одинаковые вертикальные деформации. Значит, эти агрегаты стремятся к расширению с одинаковыми горизонтальными деформациями ϵ_2 и ϵ_3 (рис. 2, б). Такие горизонтальные деформации компенсируют друг друга. То есть соседние агрегаты, стремясь к расширению, воздействуют на рассматриваемое зерно с удерживающими напряжениями σ_2 и σ_3 (рис. 2, в), исключаящими его расширение.

Рассматривая нижний ряд агрегатов (рис. 2, а) можно заметить, что агрегат с единичной нагрузкой испытывает сжатие с ограниченным боковым расширением, что обусловлено горизонтальными деформациями зерен с напряжением 31/32.

При воздействии гибкой нагрузки агрегаты верхнего ряда воспринимают неодинаковые усилия. Максимальное усилие воспринимает агрегат, расположенный под центром гибкого штампа, а агрегат, находящийся под его краем, не несет нагрузки. В этом случае по оси симметрии гибкой нагрузки реализуется трехосное сжатие с ограниченным боковым расширением.

Кроме того, рассеивание напряжений в дискретных материалах происходит под некоторым углом, называемым углом рассеивания напряжений. Модели, наделенные распределяющей способностью, используются в зарубежной практике расчета дорожных конструкций [5]. В РФ и за рубежом предпринимались попытки модификации моделей распределяющей способности путем поиска зависимости угла рассеивания напряжений от показателей механических свойств материалов. Общепринятая модель распределяющей способности и все известные ее модификации позволяют рассчитывать только вертикальную компоненту напряжения, которая в сечении, расположенном по оси симметрии нагрузки, является максимальным главным напряжением. Решение для определения минимального главного напряжения найти так и не удалось. Таким же недостатком обладают и другие известные инженерные формулы, полученные путем аппроксимации экспериментальных данных.

Здесь авторы подчеркивают актуальность работ, направленных на поиск решений, альтернативных известным формулам.

Рассмотрим формулы, описывающие закон Гука в главных осях:

$$\epsilon_1 = \frac{\sigma_1 - \mu \cdot (\sigma_2 + \sigma_3)}{E_d}; \epsilon_2 = \frac{\sigma_2 - \mu \cdot (\sigma_3 + \sigma_1)}{E_d}; \epsilon_3 = \frac{\sigma_3 - \mu \cdot (\sigma_1 + \sigma_2)}{E_d}, \quad (5)$$

Автор оригинальной модели	Формулы модифицированной модели
Модели распределяющей способности	
Общепринятая модель распределяющей способности	$\sigma_1 = p_0 \cdot \left(1 + \frac{2 \cdot Z}{D_0} \cdot \operatorname{tg} \alpha_\sigma\right)^{-2}$
	$\sigma_3 = p_0 \cdot \left(1 + \frac{2 \cdot Z}{D_0} \cdot \operatorname{tg} \alpha_\sigma\right)^{-2} \cdot \frac{\mu}{1-\mu} \cdot \left(1 - \sqrt{1 - \left(1 + \frac{2 \cdot Z}{D_0} \cdot \operatorname{tg} \alpha_\sigma\right)^{-4}}\right)$
В.Н. Гусев	$\sigma_1 = p_0 \cdot \left(1 + \frac{2 \cdot Z}{D_0} \cdot \operatorname{tg}(\alpha_{\text{оп}} + s \cdot t)\right)^{-2}$
	$\sigma_3 = p_0 \cdot \left(1 + \frac{2 \cdot Z}{D_0} \cdot \operatorname{tg}(\alpha_{\text{оп}} + s \cdot t)\right)^{-2} \times$
Коллектив авторов университета Штутгарта	$\sigma_1 = p_0 \cdot \left(1 + \frac{2 \cdot Z}{D_0} \cdot \operatorname{tg} \left[30 + \lg \frac{E_{\text{д(сл)}}}{E_{\text{д(о)}}}\right]\right)^{-2}$
	$\sigma_3 = p_0 \cdot \left(1 + \frac{2 \cdot Z}{D_0} \cdot \operatorname{tg} \left[30 + \lg \frac{E_{\text{д(сл)}}}{E_{\text{д(о)}}}\right]\right)^{-2} \times \frac{\mu}{1-\mu} \cdot \left(1 - \sqrt{1 - \left(1 + \frac{2 \cdot Z}{D_0} \cdot \operatorname{tg} \left[30 + \lg \frac{E_{\text{д(сл)}}}{E_{\text{д(о)}}}\right]\right)^{-4}}\right)$
А.С. Александров (пески)	$\sigma_1 = p_0 \cdot \left(1 + \frac{2 \cdot Z}{D_0} \cdot \operatorname{tg}(\beta_\phi \cdot \phi)\right)^{-2}$
	$\sigma_3 = p_0 \cdot \frac{\mu}{1-\mu} \cdot \left(1 + \frac{2 \cdot Z}{D_0} \cdot \operatorname{tg}(\beta_\phi \cdot \phi)\right)^{-2} \cdot \left(1 - \sqrt{1 - \left(1 + \frac{2 \cdot Z}{D_0} \cdot \operatorname{tg}(\beta_\phi \cdot \phi)\right)^{-4}}\right)$
Примечания.	
1. D – диаметр круглой площадки, по поверхности которой распределена нагрузка.	
2. В модели М.И. Якунина: a – коэффициент концентрации, принимаемый равным 1 (для нежестких дорожных одежд) или 2,5 (для упругих изотропных тел); c – показатель степени радикала, обычно принимаемый равным 2,5 или 3; $E_{\text{сл}}$ и $E_{\text{осн}}$ – соответственно модуль упругости материала слоя и модуль упругости подстилающего основания, Па.	
3. В модели А.В. Смирнова: γ_0 (гамма) – коэффициент затухания напряжений в среде, м^{-1} ; C_0 – скорость распространения продольных волн, м/с ; t – текущее время, с ; T – время приложения нагрузки, с .	
4. В общепринятой модели распределяющей способности: α_σ – угол рассеивания напряжения (иногда называют углом распределения давлений), град.	
5. В модели В.Н. Гусева: $\alpha_{\text{оп}}$ – угол распределения давлений (рассеивания напряжений) в рыхлой среде, град; s – коэффициент, характеризующий материал среды; t – сопротивление срезу внутри слоя.	
6. $E_{\text{д(сл)}}$ и $E_{\text{д(о)}}$ – модули деформации дискретного материала слоя и грунта, подстилающего слой, Па.	
7. ϕ – угол внутреннего трения, град; β_ϕ – параметр, определяющий долю угла рассеивания от угла внутреннего трения.	

где ϵ_1 , ϵ_2 и ϵ_3 – главные относительные деформации; $E_{\text{д}}$ – линейный модуль деформации, Па.

Из формул (5) следует, что для компрессионного сжатия $\epsilon_2 = \epsilon_3 = 0$ значения минимальных напряжений должны определяться по известным формулам механики грунтов:

$$\sigma_2 = \sigma_3 = \xi \cdot \sigma_1, \text{ или } \sigma_2 = \sigma_3 = \mu \cdot \sigma_1 / (1 - \mu), \quad (6)$$

где ξ – коэффициент бокового давления.

По мере увеличения глубины напряжения σ_2 и σ_3 должны уменьшаться, не принимая отрицательных значений даже на бесконечности. Такой характер уменьшения минимальных главных напряжений можно потребовать, введя в (6) дополнительный множитель, являющийся функцией глубины. Тогда (6) примет вид:

$$\sigma_2 = \sigma_3 = \alpha \cdot \xi \cdot \sigma_1 = \alpha \cdot \mu \cdot \sigma_1 / (1 - \mu), \quad (7)$$

где α – коэффициент, характеризующий степень бокового расширения.

Из анализа (7) следует, что решением задачи является поиск функциональной зависимости α от глубины.

Для этого (7) подставим в (5). Тогда главные деформации при $\sigma_1 > \sigma_2 = \sigma_3$ определяются по формулам:

$$\epsilon_1 = \frac{\sigma_1}{E_{\text{д}}} \cdot \left[1 - \frac{2 \cdot \alpha \cdot \mu^2}{1 - \mu}\right]; \quad \epsilon_3 = \epsilon_2 = \frac{\mu \cdot \sigma_1 \cdot [\alpha - 1]}{E_{\text{д}}} = -\frac{\mu \cdot \sigma_1 \cdot [1 - \alpha]}{E_{\text{д}}} \quad (8)$$

В соответствии с общепринятым решением механики грунтов вертикальные деформации определяются по формуле:

$$\epsilon_z = \frac{\sigma_z \cdot \beta}{E_{\text{д}}}, \quad (9)$$

где β – коэффициент бокового обжатия.

Так как для оси симметрии нагрузки имеют место тождества $\epsilon_1 = \epsilon_z$ и $\sigma_1 = \sigma_z$, связь коэффициентов α и β становится очевидной и выражается формулами:

$$\beta = 1 - \frac{2 \cdot \alpha \cdot \mu^2}{1 - \mu}; \quad \alpha = \frac{(1 - \beta) \cdot (1 - \mu)}{2 \cdot \mu^2} \quad (10)$$

В.Г. Федоровский и С.Г. Безволев [6] получили решение задачи об изменении коэффициента β по глубине полу-

пространства. Согласно этому решению коэффициент бокового обжатия определяется по формуле [6]:

$$\beta = \beta_c + \sqrt{1 - K^2} \cdot (\beta_u - \beta_c), \quad (11)$$

где β_c — коэффициент, учитывающий отсутствие поперечного расширения грунта в компрессионном приборе (определение дано по ГОСТ 12248–96 «Грунты. Методы лабораторного определения характеристик прочности и деформируемости»); K — коэффициент затухания (уменьшения) вертикального напряжения по оси симметрии нагрузки; β_u — коэффициент на бесконечности.

Тогда коэффициент α выражается через представление В.Г. Федоровского и С.Г. Безволева:

$$\alpha = \left(1 - \left[\beta_c + \sqrt{1 - K^2} \cdot (\beta_u - \beta_c) \right] \right) \cdot \frac{1 - \mu}{2 \cdot \mu^2}. \quad (12)$$

Значения коэффициентов β_c и β_u определяются по формулам [6]:

$$\beta_c = 1 - 2 \cdot \frac{\mu^2}{1 - \mu} = 1 - 2 \cdot \mu \cdot \xi; \quad \beta_u = 1 - \mu^2. \quad (13)$$

Из (10) следует, что при компрессионном сжатии справедливы формулы:

$$\beta_c = 1 - \frac{2 \cdot \alpha_c \cdot \mu^2}{1 - \mu}; \quad \alpha_c = (1 - \beta_c) \cdot \frac{1 - \mu}{2 \cdot \mu^2} = 1. \quad (14)$$

Для одноосного сжатия на бесконечности имеем формулы:

$$\beta_u = 1 - \frac{2 \cdot \alpha_u \cdot \mu^2}{1 - \mu}; \quad \alpha_u = \frac{1 - \mu}{2}. \quad (15)$$

Подставив в зависимость (12) β_c по (14) и β_u по (15), получим формулу:

$$\alpha = \left(\alpha_c - \sqrt{1 - K^2} \cdot (\alpha_c - \alpha_u) \right). \quad (16)$$

При определении коэффициентов β_u и α_u по формулам (13) и (15) осевые деформации на бесконечности составят:

$$\varepsilon_1 = \frac{\sigma_1 \cdot (1 - \mu^2)}{E_d}; \quad \varepsilon_3 = \varepsilon_2 = -\frac{\mu \cdot \sigma_1}{E_d} \cdot \left[\frac{1 + \mu}{2} \right]. \quad (17)$$

Таким образом, при определении β_u по (13), а α_u — по (15) имеет место некоторое занижение максимальной осевой деформаций по сравнению с одноосным сжатием.

Если в (16) принять $\alpha_c = 1$ и $\alpha_u = 0$, то получим:

$$\alpha = 1 - \sqrt{1 - K^2}. \quad (18)$$

В том случае, если $\alpha_c = 1$, а α_u определяется по формуле (15), то (16) примет вид:

$$\alpha = \left(1 - \sqrt{1 - K^2} \cdot \left(1 - \frac{1 - \mu}{2} \right) \right). \quad (19)$$

Используя (18) или (19), можно модифицировать любую из известных моделей расчета напряжений в дискретных материалах. В таких модифицированных моделях минимальное главное напряжение определяется по формуле (7), в которую подставляется (18) или (19). Формула для расчета максимальных главных напряжений принимается в ее первоначальном виде, то есть такой же, как и в оригинальной модели.

Формулы некоторых модифицированных моделей приведены в таблице.

В заключение следует отметить:

1. Способ, предложенный авторами, позволяет решать задачи оценки сдвигоустойчивости дискретных материалов при любом выбранном условии пластичности.

2. При использовании предлагаемого подхода появляется возможность рассчитывать деформации, функционально зависящие от любого инварианта тензора, записанного в главных напряжениях. Это дает возможность модифицировать ряд моделей, предназначенных для расчета пластических деформаций материалов с дискретной структурой.

Ключевые слова: удерживающие напряжения, главные напряжения.

Список литературы

1. Olson R.E. Stress distribution. Электронный ресурс: [http://www.cyut.edu.tw/~jrlai/CE7332/Chap8.pdf]. Дата обращения. 15.12.2011.
2. Болдырев Г.Г. Методы определения механических свойств грунтов. Состояние вопроса / Пенза: ПГУАС, 2008. 696 с.
3. O'Kelly B.C., Naughton P.J. Study of the yielding of sand under generalized stress conditions using a versatile hollow cylinder torsional apparatus // Mechanics of materials. 2009. Vol. 41. P. 187–198.
4. Steven B.D. The development and verification of a pavement response and performance model for unbound granular pavements // A thesis submitted in partial fulfillment of the requirements for the Degree of Doctor of Philosophy in the University of Canterbury. 2005. p. 291.
5. Leng J. Characteristics and Behavior of Geogrid-Reinforced Aggregate under Cyclic Load. // A Dissertation ... for the Degree of Doctor of Philosophy. 2002. 152 p.
6. Федоровский В.Г., Безволев С.Г. Расчет осадок фундаментов мелкого заложения и выбор модели основания для расчета плит // Основания, фундаменты и механика грунтов. 2000. № 4. С. 10–18.



Ю.З. Балакшин, В.А. Терехов

Технология производства стеновых цементно-песчаных изделий

Справочное пособие для производственного обучения

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

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

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

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

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

MACCAFERRI

Металлическая сетка РОДМЕШ™ – армирование дорожного полотна

- увеличивает несущую способность дорожного покрытия
- предотвращает образование колеи и трещин
- уменьшает деформации дорожного покрытия
- повышает эксплуатационные характеристики
- увеличивает срок службы дорожного полотна

ООО «ГАБИОНЫ МАККАФЕРРИ СНГ»
115088, Москва, Шарикоподшипниковская, д.13, стр. 62, 4-й этаж
Тел./факс: (495) 775 19 93, 937-58-84
www.maccaferri.ru; info@maccaferri.ru

удк 625.7

М.Н. БОГДАНОВ, главный специалист технического отдела российского представительства компании MACCAFERRI, ООО «ГАБИОНЫ МАККАФЕРРИ СНГ» (Москва)

Универсальная металлическая сетка Родмеш, используемая для различных типов армирования

Возросшие за последние годы транспортные нагрузки на автомобильные дороги России и не справляющиеся с ними существующие транспортные артерии явились серьезным поводом для строительства новых магистралей и реконструкции старых и временных дорог. Увеличение автомобилизации, а следовательно, и транспортной нагрузки на существующие автомобильные дороги обострило и без того актуальные проблемы, такие как отраженные трещины, колеи, сетка усталостных трещин. Стоит учитывать и погодную особенность последних лет: многократно увеличившееся количество переходов через 0°C в зимне-весенний период оказывает пагубное влияние на асфальтобетонное покрытие дорог.

Компания «ГАБИОНЫ МАККАФЕРРИ СНГ» является частью транснациональной индустри-

альной группы компаний. Шагая в ногу со временем, вот уже 18 лет компания занимается производством металлической армирующей сетки Родмеш, зарекомендовавшей себя исключительно с положительной стороны на более чем 210 объектах по всему миру. Суммарный объем уложенной сетки на данный момент составляет 1 млн 622 тыс м².

Армирующий материал выполнен на основе сетки двойного кручения из проволоки D=2,4 мм с дополнительным поперечным прутком D=4,4 мм, расположенным через ячейку, т. е. через каждые 160 мм (рис. 1, 2). Все составляющие элементы имеют плотное цинковое антикоррозионное покрытие с гарантированным сроком службы не менее 35 лет [1, 2].

Начиная с 2008 г. сетку Родмеш выпускают на территории России в г. Курган, где располагается один из

заводов компании по производству готовой продукции.

Первый объект с применением металлической сетки Родмеш был

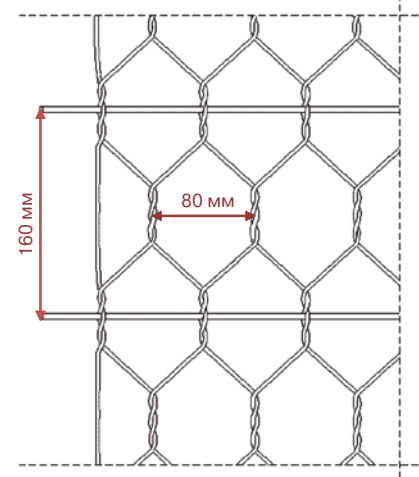


Рис. 1. Сетка Родмеш



Рис. 2. Укладка сетки Родмеш при устройстве покрытия автодороги



Рис. 3. Схема распространения поперечных и продольных трещин на участке автомобильной дороги Чита–Хабаровск на 365 км (ПК 142+00 – ПК 144+02). Обследование 2009 г.

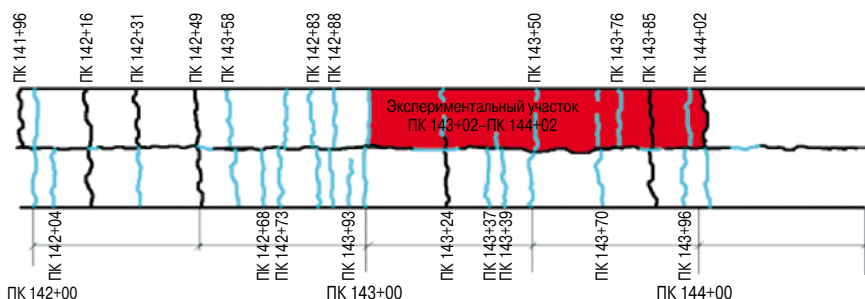


Рис. 4. Схема распространения поперечных и продольных трещин на участке автомобильной дороги Чита–Хабаровск на 365 км (ПК 142+00 – ПК 144+02). Обследование 2011 г.



Рис. 5. Первоуральск, Свердловская обл.



Рис. 6. Перекресток ул. Мира и ул. Ленина, монтаж сетки (г. Сургут)



построен и сдан в эксплуатацию в Италии в 1994 г. До настоящего времени объект эксплуатируют без капитального ремонта в связи с отсутствием такой необходимости.

Применение сетки Родмеш увеличивает межремонтные сроки службы дорожных покрытий, замедляя процесс появления отраженных трещин и снижая вероятность появления колеиности на проезжей части автомобильных дорог. В результате испытаний, в том числе выполненных Ноттингемским университетом (Великобритания), были получены данные об увеличении несущей способности дорожной одежды на 10–15% при применении в качестве армирующего элемента сетки Родмеш.

В настоящее время материал Родмеш положительно зарекомендовал себя практически на всей территории России, начиная с Приморского края (уложен в порту Владивостока, на площадке погрузки-разгрузки контейнеров) заканчивая трассой Москва – Санкт-Петербург [3].

На экспериментальном участке трассы Чита–Хабаровск, мониторинг которого велся в 2008–2011 гг., результаты испытаний превзошли ожидания. Оказалось, материал работает не только на замедление раскрытия трещин, уменьшение процесса колеобразования, но и положительно влияет на продольную ровность покрытия. Длина исследуемого участка 250 м, из них участок с дополнительным армированием составил 100 м [4]. На рис. 3 показано схематичное расположение продольных и поперечных трещин.

На рис. 4 – трещины, появившиеся на всем протяжении исследуемых участков.

Испытания опытных участков дорожных одежд, армированных металлической сеткой Родмеш на автомобильной дороге Чита–Хабаровск в период 2008–2011 гг., позволили сделать следующие выводы:

1. Укладка металлической сетки Родмеш между щебеночным основанием и асфальтобетонным покрытием оказывает положительное влияние на замедление образования и распространение трещин в асфальтобетоне в период эксплуатации.

На неармированных участках асфальтобетонного покрытия распространение трещин происходит более интенсивно и неравномерно на поверхности покрытия по сравнению с армированным участком покрытия металлической сеткой Родмеш.

2. Армирование металлической сеткой Родмеш предотвращает неравномерное деформирование дорожного покрытия, особенно при наличии многолетних мерзлых грунтов.

Армирование дорожной одежды способствует сохранению ровности поверхности асфальтобетонного покрытия в течение длительного срока эксплуатации.

3. Армирование нежесткой дорожной одежды металлической сеткой Родмеш приводит к увеличению ее прочности в среднем на 10%.

4. Рекомендуется применять армирование нежестких дорожных одежд металлической сеткой Родмеш на участках со слабыми грунтами, при наличии многолетних мерзлых грунтов, в местах необходимости обеспечения ровности асфальтобетонного покрытия в течение длительного времени [5].

Уральский регион также не остался без внимания. Самый большой по объему российский объект находится в Тюменской области на трассе Тюмень—Тобольск. По результатам двухлетней эксплуатации компания «ГАБИОНЫ МАККАФЕРРИ» получила письмо с положительным отзывом от подрядной организации, обслуживающей данный участок.

В Свердловской области построено четыре объекта. Во всех случаях металлическая сетка уложена поверх новых бетонных плит при строительстве улиц в городах-спутниках Екатеринбурга (рис. 5) для замедления процесса образования отраженных трещин и минимизации вертикальных перемещений.

Самый северный объект на данный момент находится в г. Сургут (рис. 6), где производился ремонт центрального перекрестка. Здесь по сравнению с соседними неармированными прилегающими магистралями глубина колеи меньше в три раза.

Политика государства в области инноваций, в том числе в дорожном строительстве, дала положительный эффект в отрасли.

Республика Татарстан является российским лидером по количеству строящихся и ремонтируемых автомобильных дорог в 2011 г.

В регионе на сегодняшний день подрядная организация, сдавшая объект в эксплуатацию, несет по объекту определенные гарантийные обязательства. Таким образом, подрядчику выгодно строить сразу качественно, используя лучшие из существующих материалов, максимально увеличивая межремонтный срок эксплуатации.

В июне 2011 г. при реконструкции трассы Нижнекамск—Чистополь сетка Родмеш была использована как усиливающий элемент при ремонте деформационных швов бетонного основания старой дороги, а также над обратной засыпкой водопропускных труб в насыпи автомобильной дороги.

После нескольких лет успешной эксплуатации руководством Татавтодора было принято решение о дальнейшем использовании дополнительных армирующих материалов на объектах строительства автомобильных дорог.

Географию продолжит Центральная Россия. В Москве находится несколько участков городских улиц с применением дополнительного армирования металлической сеткой — Щелковское, Киевское шоссе (поворот к международному аэропорту Внуково), улица в районе Бутово.

Вторым экспериментальным и самым западным объектом является участок трассы М-10 Москва — Санкт-Петербург в г. Вышний Волочек [3]. Участок был выбран для проведения испытаний в связи с уникальным трафиком: количество проезжающего транспорта к началу строительства не имело аналогов в России и составляло 13,3 тыс. автомобилей в сутки. Фактическая осевая нагрузка от длиномерных фур составляет 115 кН на ось, при этом интенсивность движения тяжелых грузовых машин составила



Рис. 7. Капитальный ремонт взлетно-посадочной полосы

примерно 50% от всего транспортного потока.

По результатам замеров за первый год эксплуатации было выявлено замедление процесса колеобразования более чем в три раза по сравнению с соседними неармированными участками. В 2008 г. компания «ГАБИОНЫ МАККАФЕРРИ» профинансировала исследования в области аэродромного строительства с применением дополнительного армирования. Научным руководителем этих исследований был Имад Л. Аль-Кади, профессор инженерного дела,



Рис. 8. Распределение асфальта (а) и укладка асфальтобетона (б)



Рис. 9. Пристрелка сетки дюбелями (а) и финал фиксации сетки Родмеш (б)



Рис. 10. Разлив эмульсии (а) и застывшая битумная эмульсия (б)

директор Центра транспортных средств Иллинойского университета в Урбана-Шампейне.

Основной задачей исследований было числовое моделирование и анализ затрат за службу верхнего слоя покрытия из горячей асфальтобетонной смеси с системой промежуточного слоя в виде стальной сетки для дорожного покрытия аэродромов.

Результатом проведения этих исследований стали следующие выводы:

1. Система промежуточного слоя из стальной сетки, установленная в нижней части верхнего слоя из горячей асфальтобетонной смеси (ГАС) на дорожных покрытиях из портландцементобетона, уменьшает площадь повреждения, возникшего в результате поперечного и продольного трещинообразования, в 8,4 и 1,8 раза соответственно по сравнению с неармированным верхним слоем из ГАС.

2. Общий срок эксплуатации армированного верхнего слоя в 1,8 раз больше, чем у неармированного, учитывая, что критическое воздействие наблюдается в продольном направлении.

3. Исходя из данных, полученных в результате анализа затрат за срок эксплуатации, рентабельность использования системы промежуточного слоя из стальной сетки зависит от толщины верхнего слоя из ГАС и отношения затрат на ГАС к стоимости стальной сетки. Если коэффициент стоимости или толщина верхнего слоя из ГАС (или оба зна-

чения) увеличивается, использование системы промежуточного слоя в виде стальной сетки становится более рентабельным.

Одним из примеров применения дополнительного армирования взлетно-посадочной полосы является аэропорт Вроцлав (Польша) (рис. 7), успешно справившийся с увеличившимися нагрузками в связи с проведением чемпионата Европы по футболу «Евро-2012» в Польше и Украине.

В зависимости от условий, в которых предстоит монтаж сетки Родмеш, выбирают один из вариантов крепления.

1. Фиксация сетки выполняется предварительно рассыпанным под колеса или гусеницы асфальтоукладчика небольшим слоем асфальтобетона, поверх которого укладывают асфальт на проектную толщину (рис. 8).

2. Более трудоемким считается способ фиксации на дюбеля, если основание под укладку сетки позволяет ими зафиксировать (рис. 9).

3. Фиксация битумной эмульсией (рис. 10).

Ноу-хау: компанией «ГАБИОНЫ МАККАФЕРРИ» прорабатывается возможность использования металлической сетки в асфальтобетонных покрытиях автомобильных дорог и взлетно-посадочных полос аэродромов как нагревательного элемента в зимний период времени. Таким образом может появиться возможность существенного уменьшения

эксплуатационных затрат, связанных с уборкой снега и покупкой противогололедных реагентов.

Ключевые слова: борьба с колеиностью, металлическая армирующая сетка Родмеш, увеличение межремонтного срока эксплуатации, стальная сетка, армирование асфальтобетона, отраженные трещины, слабые основания.

Список литературы

1. Технические условия на производство металлической армирующей сетки Родмеш ТУ 1275-002-42873191-2008.
2. ВСН-АПК 2.30.05.001-03. 2003. 25 с.
3. Мерзликин А.Е., Неклюдов Д.Б. Армирование асфальтобетонных покрытий автомобильных дорог металлическими сетками – эффективный способ борьбы с колеиностью // Строительные материалы. 2008. № 1. С. 60–61.
4. Исследования опытного участка на трассе Чита–Хабаровск совместно со специалистами МАДИ (ГТУ) и НТЦ «Дорстрой-контроль». Материалы ООО «Габियोны Маккаферри СНГ». 2008–2011 г.
5. Технологический регламент на выполнение работ по армированию асфальтобетонных слоев стальными сетками Родмеш при строительстве и ремонте автомобильных дорог. М.: ГОУ ВПО МАДИ.

22–25 января 2013 | Красноярск

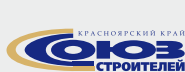


XXI выставка
СТРОИТЕЛЬСТВО
АРХИТЕКТУРА



МВДЦ «Сибирь», ул. Авиаторов, 19
тел.: (391) 22-88-405, 22-88-611 (круглосуточно)
build@krasfair.ru, www.krasfair.ru

Организатор – ВК «Красноярская ярмарка»
Официальная поддержка:

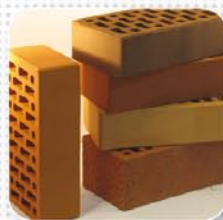


сибирь
международный
выставочно-деловой центр
имени Карены Муравьевны

14-я специализированная выставка

ОТЕЧЕСТВЕННЫЕ СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

ОСМ 2013



30 января – 2 февраля

Москва, ЦВК «Экспоцентр»

www.osmexpo.ru

ОРГАНИЗАТОР:



ЕВРОЭКСПО

ГЕНЕРАЛЬНЫЙ СПОНСОР:



ОФИЦИАЛЬНЫЙ СПОНСОР:



СТРАТЕГИЧЕСКИЙ ПАРТНЕР:



ПАРТНЕРЫ ВЫСТАВКИ:



Тел.: +7 (495) 925 65 61/62

E-mail: osm@osmexpo.ru

ИНФОРМАЦИОННАЯ
ПОДДЕРЖКА:



КОМПЛЕКС
Коттеджей



СТРОИТЕЛЬНЫЕ
МАТЕРИАЛЫ



Строительная и интерьерная выставка

SibBuild

СтройСиб

Новосибирск Экспоцентр



5-8 февраля 2013

- Строительные материалы и оборудование
- Инструменты и крепеж
- Натуральный и искусственный камень
- Бетоны. Растворы
Бетонные заводы

19-22 февраля 2013

- Отделочные материалы
- Двери и замки
- Краски. Сухие строительные смеси
- Керамика. Сантехника
- Инженерное оборудование
- Электрика. Системы автоматизации зданий



Генеральный интернет-партнер



ITE Сибирская Ярмарка
ул. Станционная, 104
тел.: +7 (383) 363 00 63
sibbuild@sibfair.ru
www.sibfair.ru

Генеральный информационный спонсор



Официальный партнер



Генеральный интернет-партнер



Информационные партнеры



Д.А. КУЗНЕЦОВ, М.А. ВЫСОЦКАЯ, кандидаты техн. наук, Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова (БГТУ им. В.Г. Шухова); Д.Е. БАРАБАШ, д-р техн. наук, Военный авиационный инженерный университет (Воронеж)

Влияние адгезионных добавок на интенсивность деградиационных процессов дорожных битумов

Ежегодные затраты на ремонт асфальтобетонных дорог в России составляют около 4 млрд р. Поэтому любое снижение затрат, возможность сэкономить не в ущерб качеству является актуальным.

В настоящее время большинство исследователей, строителей и проектировщиков не подвергают сомнению тот факт, что использование различных модификаторов битума позволяет существенно повысить долговечность асфальтобетонных покрытий автомобильных дорог.

Введение в битумно-минеральный компаунд соответствующего российского условия модификатора придает битумному вяжущему (БВ) и всему модифицированному асфальтобетону повышенную сопротивляемость усталостным нагрузкам, возникающим при циклических перепадах температуры; повышенные адгезивные свойства; морозостойкость; низкотемпературную гибкость и эластичность; стойкость к течению при повышенной температуре.

Использование модификаторов, кроме того, позволяет решить проблему обеспечения прочного и долговечного сцепления каменных материалов с битумным вяжущим.

Одним из способов повышения адгезионных свойств битумного вяжущего является применение адгезионных добавок, преимущественно поверхностно-активных веществ (ПАВ).

Повышение адгезии позволяет сократить финансовые расходы на устройство основания под асфальтобетон и гарантирует отсутствие его отслоения в процессе эксплуатации вследствие температурных деформаций.

В процессе приготовления, хранения в накопительном бункере и транспортирования асфальтобетонной смеси битум при высокой температуре находится в виде тонких пленок на поверхности минерального материала. Указанное обстоятельство создает благоприятные условия для интенсивного протекания термоокисли-

тельных процессов, приводящих к резкому ухудшению эксплуатационных характеристик асфальтобетона.

Возникает вопрос необходимости установления влияния адгезионных добавок как компонента асфальтобетонной смеси на динамику деградиационных процессов.

Ограниченность и противоречивость информации по влиянию различных адгезионных добавок на интенсивность старения вяжущего в битумно-минеральных смесях не позволяет выявить общие закономерности их использования.

Известно, например, что азотсодержащие катионоактивные ПАВ способны замедлять старение битума. Однако систематические исследования по влиянию этих ПАВ на окисление битума при его модифицировании, приготовлении и эксплуатации в покрытии не проводили.

Авторами выполнены исследования, позволяющие рассмотреть предлагаемые на российском рынке добавки ПАВ не только с точки зрения адгезионных характеристик, но и по степени их влияния на интенсивность деградиационных процессов битумных вяжущих.

По данным мониторинга ГУ «Управления автомобильных дорог общего пользования и транспорта Белгородской области», наиболее широко применяют следующие адгезионные добавки: Адгезол, ДАД-1, Амдор-9, Амдор-10, Афтисодор, Wetfix-BE, Техпрогресс-1, Дорос-АП, БП-3м, Секабаз.

Для оценки эффективности их применения в составе вяжущего и влияния на интенсивность протекания деградиационных процессов в битуме провели ряд экспериментов. В качестве характеристик, в полной мере отражающих изменение состояния битумного вяжущего, были выбраны условная вязкость и пенетрация.

В качестве базовых использовали битумы марки БНД 60/90 Московского и Рязанского нефтеперерабатывающих заводов, характеристики которых представлены в табл. 1.

Таблица 1

Показатель	Значение показателя		
	По ГОСТ 22245-90 с изм. 1 для марки БНД 60/90	Для битума Московского НПЗ	Для битума Рязанского НПЗ
Глубина проникания иглы, 0,1 м при: 25°C 0°C	61-90 не менее 20	71 23	67 24
Температура размягчения по кольцу и шару, °C	не ниже 47	50	49
Растяжимость, см, при: 25°C 0°C	не менее 55 не менее 3,5	82 гарантировано	более 55 4
Температура хрупкости, °C	не выше -15	-17	-17
Температура вспышки, °C	не ниже 230	гарантировано	306
Изменение температуры размягчения после прогрева, °C	не более 5	гарантировано	4
Индекс пенетрации	-1 - +1	-0,4	-0,89

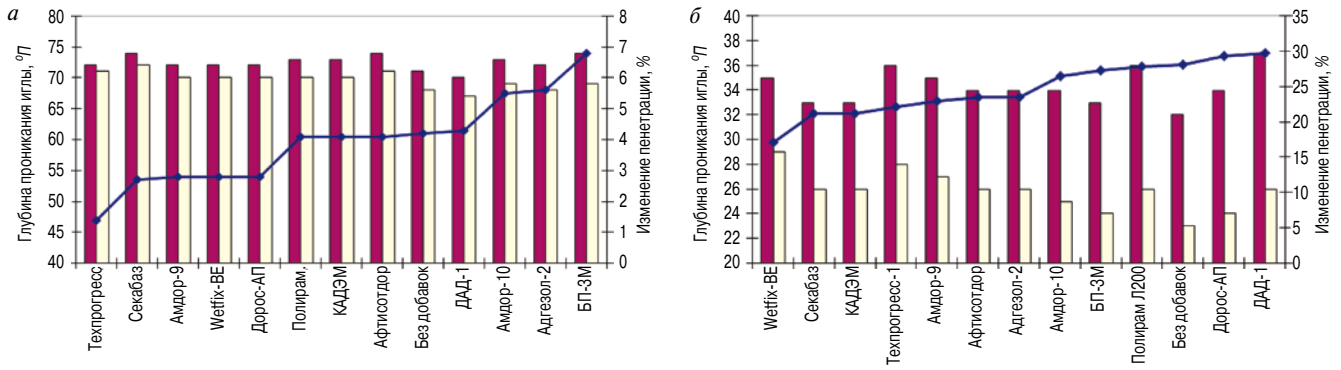


Рис. 1. Изменение пенетрации битума Рязанского НПЗ при 25 (а) и 0°С (б) с добавками при старении в тонком слое: ■ – до испытаний; □ – после испытаний; —●— – изменение пенетрации

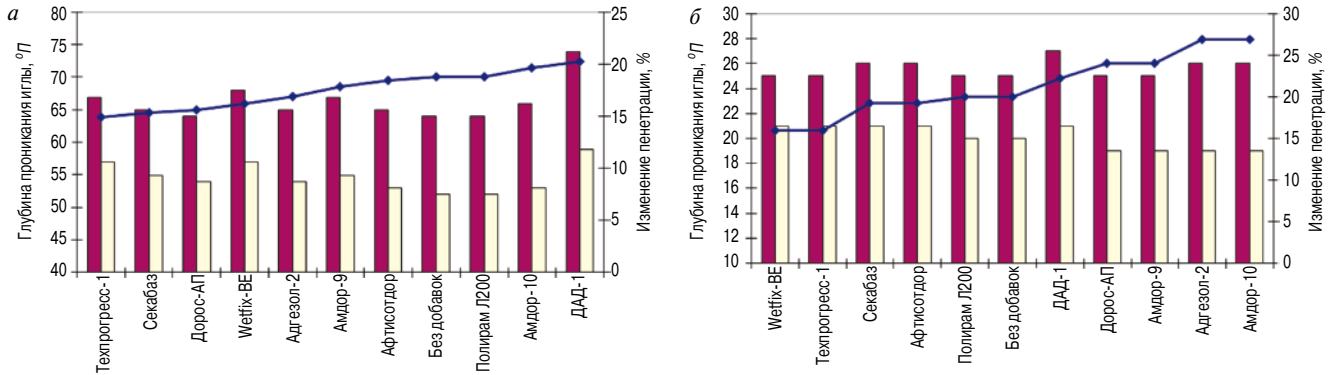


Рис. 2. Изменение пенетрации битума Московского НПЗ при 25 (а) и 0°С (б) с добавками при старении в тонком слое: ■ – до испытаний; □ – после испытаний; —●— – изменение пенетрации

Химические превращения в битумах сводятся к образованию высокомолекулярных, более конденсированных молекул. Доминирующей причиной старения битумов, как и других высокомолекулярных веществ, является окисление [1]. Склонность битумов к химическим превращениям зависит от их состава и прежде всего от наличия легкоокисляющихся групп и связей в молекулах.

Основным критерием согласно ГОСТ 18180–72, позволяющим судить об интенсивности испарения легких фракций из вяжущего и протекающих в нем окислительных реакций, является потеря массы после прогрева в тонком слое, а также изменение температуры размягчения после прогрева. Изменение массы битума после прогрева – результат процесса испарения летучих компонентов вызывает уменьшение массы, а окисление кислородом воздуха – увеличение.

В соответствии с рекомендациями ОДМ 218.4.002–2006 устойчивость битумов к старению оценивали путем прогрева в течение 5 ч слоя толщиной 4 мм при температуре 163°С. После прогрева определяли изменение реологических показателей битума – глубины проникания иглы и условной вязкости.

На основании рекомендаций производителя и результатов собственных экспериментов были установлены соответствующие концентрации адгезионных добавок: катионоактивные ПАВ – 0,5–1,5% от массы битума; анионоактивные ПАВ – 3–5%; амфолитные ПАВ – 0,5–2% [2].

Результаты экспериментов, проведенных при температуре 25 и 0°С, представлены на рис. 1, 2.

Результаты экспериментов показали, что более интенсивно деградационные процессы протекали в вяжущих, приготовленных на основе битума Московского НПЗ с добавками Техпрогресс-1 и ДАД-1. Отмечено, что при модификации битума добавкой ДАД-1 наблюдается разжижение исходного битума на 10°П.

При прогреве в течение 5 ч битума Московского НПЗ с указанными добавками у контрольных образцов произошло изменение вязкости, связанное с переходом в марку БНД 40/60.

Таким образом, судя по изменению пенетрации при 25°С, битум Московского НПЗ стареет более интенсивно, чем битум Рязанского НПЗ, как без добавок, так и с адгезионными добавками.

В процессе эксплуатации асфальтобетонных покрытий наблюдается постепенное снижение величины пенетрации вяжущего, причем в пленочном состоянии при высокой температуре процессы старения протекают более интенсивно, чем в объемном. Исследованиями [3, 4] была установлена связь между показателями пенетрации битумного вяжущего при температуре испытания 25°С и долговечностью дорожного покрытия. Если показатель пенетрации битума опускается ниже 20, то весьма вероятно образование значительных трещин на покрытии; при нахождении этого показателя в интервале 20–30 возможно лишь незначительное растрескивание. Высокая устойчивость к растрескиванию асфальтобетонных покрытий обеспечивается при использовании битума с пенетрацией после старения значительно выше 30.

Для органических вяжущих материалов, используемых в дорожном строительстве, кроме изменения условной вязкости и индекса пенетрации вяжущего под действием рассматриваемых добавок важен показатель пенетрации при 0°С, который характеризует их склонность к охрупчиванию при низкой температуре.

Результаты изучения пенетрации вяжущего при 0°С после старения характеризуют битум Рязанского НПЗ (рис. 1, б) как более пластичный в сравнении с вяжущим Московского НПЗ (рис. 2, б).

В соответствии с требованиями ГОСТ 22245–90 глубина проникания иглы в битум при температуре 0°С должна составлять не менее 20°П. Битум Рязанского

Таблица 2

Адгезионная добавка	Остаточная пенетрация битумов с адгезионными добавками, %	
	Рязанского НПЗ	Московского НПЗ
Без добавок	96/72	81/80
ДАД-1	96/70	80/73
Адгезол-2	94/76	83/73
Амдор-9	97/77	82/76
Амдор-10	95/74	80/73
Дорос-АП	97/71	84/76
Техпрогресс-1	99/78	85/84
Секабаз	97/79	85/81
Wetfix-BE	97/83	84/84
Афтисотдор	96/76	82/81
Полирам Л200	96/72	81/80
КАДЭМ-ВТ-ВТ	96/79	-
БП-3М	93/73	-

Перед чертой значения остаточной пенетрации при 25°С, за чертой – при 0°С.

НПЗ до прогрева (32°П) и после прогрева (23°П) соответствовал требованиям ГОСТа.

Введение добавок способствовало снижению вязкости при 25°С, что в свою очередь отразилось на пенетрации контрольных и состаренных образцов при 0°С. Максимальное изменение показателя в процессе старения составило 29,7% при использовании Дорос-АП и ДАД-1. Изменение пенетрации при введении остальных добавок было ниже, чем у контрольных образцов. Минимальное изменение параметра было зафиксировано при использовании добавки Wetfix-BE. Близкие показатели наблюдали при исследовании битума Московского НПЗ, модифицированного добавками Wetfix-BE и Техпрогресс-1. Установлено, что в процессе прогрева этого битума с добавками Адгезол-2, Амдор-9 и Амдор-10 показатели пенетрации при 0°С опустились ниже 20°П. Введение добавок незначительно повлияло на изменение процента остаточной пенетрации при 25°С.

Наибольшее снижение показателя при температуре испытания 0°С было зафиксировано для битума Рязанского НПЗ, содержащего БП-3М, ДАД-1 и Дорос-АП, и битума Московского НПЗ с добавками ДАД-1, Амдор-10 и Адгезол-2.

Очевидно, что на склонность вяжущего к старению оказывает влияние не столько вид ПАВ, сколько совокупность битум-добавка. Причем битум Рязанского НПЗ проявляет большую устойчивость к старению, чем битум Московского НПЗ.

Вязкость битумов является их важнейшей реологической характеристикой, при этом битумы, имеющие практически одинаковую пенетрацию, могут существенно различаться по вязкости.

Отличительной особенностью дорожных покрытий из асфальтобетонных смесей является прогрессирующее повышение вязкости, вплоть до охрупчивания и последующего разрушения. Для получения долговечного покрытия важно, чтобы вязкость битума в меньшей степени изменялась во времени и эксплуатационном интервале температуры.

Для оценки вязкости битумов, содержащих модифицирующие добавки, проводили исследования согласно ОДМ 218.2.004–2006. Исследования выполняли при 135°С, поскольку при высокой температуре, значительно выше температуры размягчения вяжущего его свойства приближаются к характеристикам ньютоновской жидкости и различия вязких свойств становятся менее заметными.

Динамика изменения условной вязкости битумов, модифицированных различными адгезионными добавками, после прогрева в тонком слое в течение 5 ч представлена на рис. 3.

В результате исследований установлено, что условная вязкость битумов без добавок как Московского, так и Рязанского НПЗ в результате старения по ГОСТ 18180–79 изменилась на 7,4 и 8,4% соответственно. Максимальное изменение условной вязкости при старении зафиксировано у битума Московского НПЗ с добавками Дорос-АП (16%), ДАД-1 и Амдор-10 (13%), минимальное – с добавкой Секабаз (4,4%). Добавки Афтисотдор и Техпрогресс-1 не повлияли на интенсивность изменения условной вязкости.

Для битума Рязанского НПЗ наибольшие изменения зафиксированы с добавкой Полирам Л200 (8,9%), наименьшие – с добавками Wetfix-BE (1%), Секабаз (2%). В соответствии с теорией [4] изменение пенетрации при 25°С и вязкости при 60°С, имеет гиперболическую временную функцию и определяется термином «эксплуатационное старение». Количественно значение степени эксплуатационного старения можно выразить в единицах пенетрации (процент остаточной пенетрации), а также вязкости (индекс старения).

$$\text{Процент остаточной пенетрации} = \frac{\text{пенетрация состаренного битума}}{\text{пенетрация первичного битума}} \times 100$$

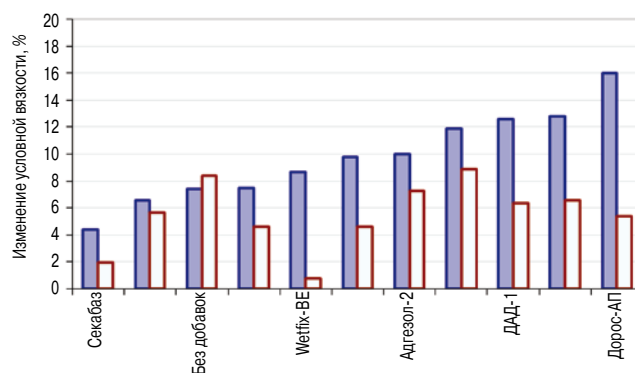


Рис. 3. Изменение условной вязкости битумов после прогрева в тонком слое: ■ – битум Московского НПЗ; □ – битум Рязанского НПЗ

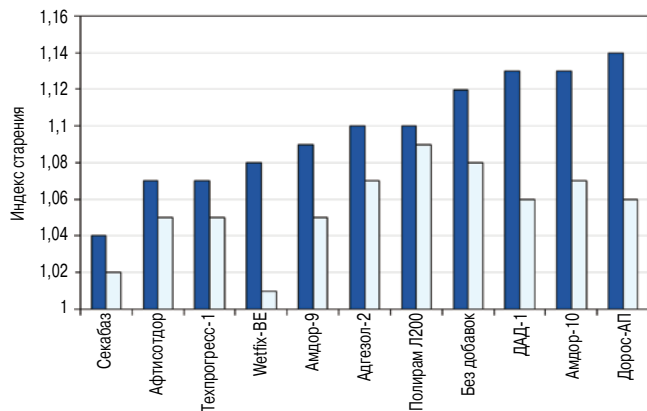


Рис. 4. Индекс старения битумов с добавками ПАВ при испытании в тонком слое: ■ – битум Московского НПЗ; □ – битум Рязанского НПЗ

$$\text{Индекс старения} = \frac{\text{вязкость состаренного битума}}{\text{вязкость первичного битума}}$$

По мнению авторов целесообразно оценивать интенсивность процессов старения вяжущих для дорожно-строительных работ по проценту остаточной пенетрации, поскольку именно этот показатель в полной мере характеризует изменение эксплуатационных характеристик покрытия во времени.

Расчетные данные процента остаточной пенетрации для сочетаний различных битумов и добавок представлены в табл. 2.

Очевидно, что независимо от производителя битума и температуры испытания наиболее устойчивыми к температурным воздействиям оказались вяжущие, модифицированные добавками Техпрогресс-1, Секабаз, Wetfix-BE. Показатель остаточной пенетрации этих вяжущих по сравнению с исходными контрольными образцами несколько увеличился, что может характеризовать их как устойчивые к процессам старения.

В силу того что в настоящее время вязкость определяется различными методами и получаемые результаты значительно разнятся между собой, представляет интерес использование индекса старения. Результаты определения индекса старения для различных битумов представлены на рис. 4.

Полученные результаты позволяют условно разделить ПАВ на две группы.

Добавки, вошедшие в первую группу, способствуют торможению процессов старения, поскольку вязкость битумов увеличивается незначительно. Напротив, добавки, входящие во вторую группу, вызывают значительное увеличение индекса старения, сопровождающееся прогрессирующим повышением вязкости.

К числу ПАВ, замедляющих процессы старения битумов Московского и Рязанского НПЗ, относятся Секабаз, Афтисотдор, Техпрогресс-1, Wetfix-BE, Амдор-9. Эти добавки проявили себя достаточно эффективно независимо от производителя битума.

Добавки Дорос-АП, ДАД-1, Амдор-10 при введении в битум Московского НПЗ в процессе старения способствовали более интенсивному увеличению вязкости, однако подобного эффекта не было зафиксировано при введении их в битум Рязанского НПЗ [5]. Таким же действием в соответствии с полученными результатами обладает Полирам Л200, введение которого обеспечивает низкое значение индекса старения для битума Московского НПЗ и высокое – для битума Рязанского НПЗ.

В процессе исследований установлены добавки с различными механизмами влияния на условную вязкость битума в процессе старения.

Показатель условной вязкости при 135°C, а также индекс старения являются достаточно информативны-

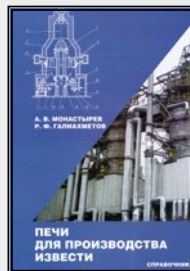
ми характеристиками в отношении влияния адгезионных добавок на старение вяжущего, так как интервал изменения показателя условной вязкости между чисто битумом и битумом с добавкой, максимально увеличивающей интенсивность старения, составляет 16%. Индекс старения при этом изменяется на 8–9%.

Таким образом, в каждом конкретном случае необходим глубокий анализ взаимодействия битума и модифицирующих добавок, поскольку их введение может оказать негативное влияние на долговечность асфальтобетонного покрытия.

Ключевые слова: адгезионные добавки, битум, дегра-дационные процессы.

Список литературы

1. Колбановская А. С. Дорожные битумы. М.: Транспорт, 1973. 264 с.
2. Браун Е. Р. и др. Горячие асфальтобетонные смеси, материалы, подбор составов смесей и строительство автомобильных дорог в Северной Америке: НАПА, 2009. 411 с.
3. Finn F. N. Asphalt Overlay Design Procedures / F. N. Finn, C. L. Monismith: Transportation Research Board, NCHRP Synthesis 92, 1982. September.
4. Кучма М. И. Поверхностно-активные вещества в дорожном строительстве. М.: Транспорт, 1980. 191 с.
5. Ядыкина В. В. Эффективность применения адгезионной добавки ДАД-1 // Строительные материалы. 2009. № 5. С. 2–4.
6. Соломенцев А. Б. Классификация и номенклатура модифицирующих добавок для битумов // Наука и техника в дорожной отрасли. 2008. № 1. С. 14–15.



А.В. Монастырев, Р.Ф. Галиахметов
Печи для производства извести

Воронеж: Издательство «Истоки», 2011. 392 с.

В справочнике приведены конструкции и основные технические характеристики отечественных и зарубежных шахтных и вращающихся печей, печей кипящего слоя и взвешенного состояния, их загрузочных и разгрузочных устройств, топок и горелок для сжигания твердого, пылевидного, жидкого и газообразного топлива, тягодутьевых машин, устройств для очистки печных отходящих газов. Рассмотрены вопросы измерения основных параметров процесса обжига сырья в печах, безопасности сжигания в них газообразного топлива, контрольно-измерительные приборы и автоматика.

Приведены основные технические требования потребителей к свойствам извести, карбонатному сырью и технологическому топливу. Даны физико-химические основы постепенного и скоростного процессов обжига карбонатных пород на известь. Кратко изложены основы методики расчета шахтных, вращающихся печей и печей кипящего слоя. Приведены основные показатели эксплуатации печей в различных отраслях промышленности.

Справочник предназначен для инженерно-технических работников предприятий и цехов по производству извести черной и цветной металлургии, содового производства, производства сахара, производства строительных материалов и других отраслей промышленности. Будет полезен специалистам проектных, наладочных, научно-исследовательских организаций, занимающихся вопросами производства извести, а также работникам учебных заведений, изучающих производство извести.

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

Д.М. МОГНОНОВ, д-р хим. наук, О.Ж. АЮРОВА, О.В. ИЛЬИНА, инженеры, Байкальский институт природопользования СО РАН (БИТ СО РАН); Н.И. ШЕСТАКОВ, инженер, А.Н. МАНГУТОВ, канд. техн. наук, С.Л. БУЯНТУЕВ, д-р техн. наук, Восточно-Сибирский государственный университет технологии и управления (ВСГУТУ); А.В. БИТУЕВ, д-р техн. наук, начальник ФКУ Управление федеральных автомобильных дорог «Южный Байкал» ФДА (Улан-Удэ, Республика Бурятия)

Улучшение деформационно-прочностных свойств асфальтобетона базальтовыми волокнами

Существенное увеличение доли автомобильного транспорта в общем объеме грузоперевозок значительно повысило интенсивность движения транспортных средств, в связи с чем возросла актуальность проблемы строительства новых и ремонт существующих дорожных покрытий. Практика показывает, что рост масштабов дорожного строительства зачастую сдерживается недостатком высококачественных строительных материалов. Между тем развитие современной науки и техники позволяет значительно расширить базу производства дорожно-строительных материалов за счет создания новых композиций без существенного изменения технологии получения составов и применяемых механизмов.

Учитывая тот факт, что к настоящему времени в экспериментальной науке и практике накоплен большой объем информации, касающейся различных сфер зна-

ний о дорожных битумах, их модификации и применения в асфальтобетонном покрытии автомобильных дорог, авторами проведено наукометрическое исследование имеющихся сведений. Для его выполнения были использованы ресурсы научной базы данных (БД)® Scopus как наиболее полного источника информации с привлечением такого критерия, как «ключевое слово» в разделах названия статей, резюме, списке авторов, типе публикации и др.

Согласно сведениям БД® Scopus общий объем научных работ, классифицируемых по ключевому слову «дорожный битум», за период 2000–2011 гг. составляет 487. Распределение количества ссылок по годам свидетельствует о различной степени интереса к данному объекту за последние 10 лет (рис. 1).

Характер распределения статей по ключевым словам (табл. 1) помогает установить наиболее популярные экспериментальные задачи.

Взяв в рассмотрение 11 часто используемых ключевых слов, можно предположить, что наибольший интерес вызывают работы, связанные с такими направлениями, как модификация битума, полимерно-битумные

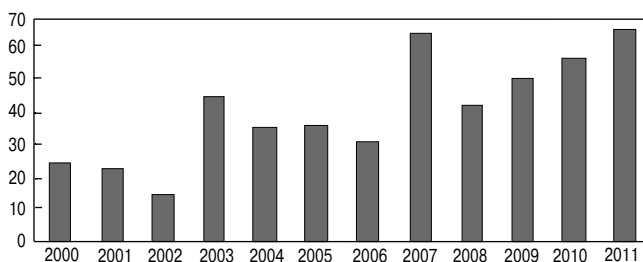


Рис. 1. Распределение по годам количества статей с ключевыми словами «дорожный битум»

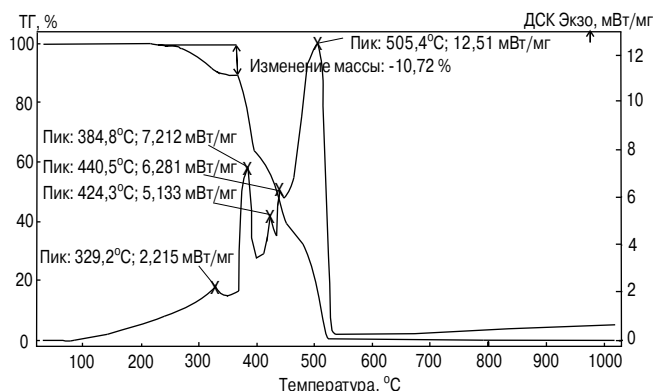


Рис. 2. Динамический термогравиметрический анализ и ДСК битума при нагревании на воздухе до 1000°C; скорость нагревания 5°C/мин

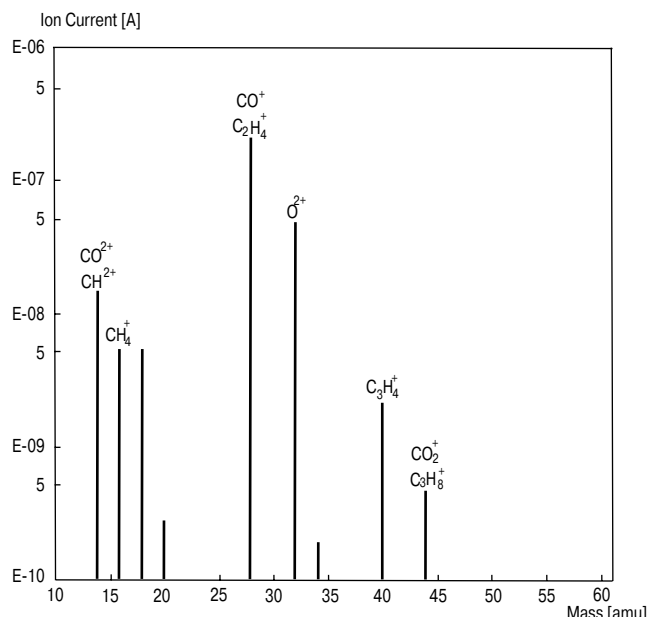


Рис. 3. Масс-спектры летучих продуктов термоокислительной деструкции битума

Таблица 1

Наименование темы	Количество статей
Дорожный битум	487
Асфальт	10
Дорожные покрытия	190
Модификация битума	240
Резинобитумные материалы	8
Полимерно-битумные материалы	269
Базальтовые волокнистые материалы	1
Модификация битума минеральными материалами	9
Модификация битума отходами производства	30
Механизм модификации битума	18
Технология получения битума	13

Таблица 2

Показатели	По паспорту	Фактический
Пенетрация при 25°C ГОСТ 11501–78	98	103
Температура размягчения по кольцу и шару, °С, ГОСТ 11506–73	45	45
Индекс пенетрации	-0,8	-0,68

Таблица 3

Показатели	Содержание базальтового волокна, мас. %			
	0,1	0,25	0,5	1
Пенетрация при 25°C	92	89	84	76
Температура размягчения по кольцу и шару, °С	48	48	48	40
Индекс пенетрации	-0,12	-0,24	-0,42	-0,18
Марка	90/130	60/90	60/90	60/90

материалы. Единственная статья, посвященная базальтовым волокнистым материалам для армирования композиционных материалов [1], делает актуальным применение базальтового волокна для модификации дорожного битума.

Цель исследования – модификация дорожного битума базальтовым волокном для повышения деформационно-прочностных свойств асфальтобетонов дорожного полотна.

Для получения асфальтобетонной смеси использовали битум нефтяной дорожный вязкий марки БНД 130/90 ГОСТ 222-45–90 производства ООО «Ангарская нефтехимическая компания». В табл. 2 приведены основные показатели битума.

Так как методика определения температуры размягчения условна и научно необоснована, был выполнен динамический термогравиметрический анализ (ТГА) и дифференциально-сканирующая калориметрия (ДСК) битума при нагревании на воздухе до 1000°C при скорости 5 °С/мин (синхронно-термический анализатор STA 449 C, NETZSCH, Германия). Как видно из рис. 2, потеря массы наблюдается выше 190°C и сопровождается экзотермическими процессами окисления.

Образующиеся на начальной стадии термоокислительной деструкции летучие продукты (рис. 3) представляют продукты окисления (CO, CO₂) и фрагменты низкомолекулярных углеводородов с массой ионов 14, 16, 28, 40, 44 (квадрупольный масс-спектрометр QMS 403 C Aeolos, NETZSCH, Германия). Полученные результаты ограничивают верхний предел нагревания битума 160–190°C, что отвечает утвержденному технологическому регламенту.

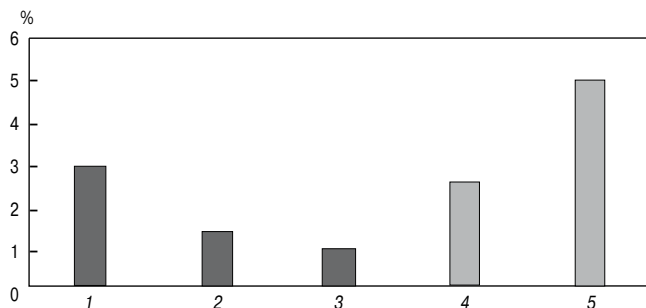


Рис. 4. Остаточная пористость: 1 – асфальтобетон; 2 – асфальтобетон с добавлением 0,1 мас. % базальтового волокна; 3 – асфальтобетон с добавлением 1 мас. % базальтового волокна; 4 – требования ГОСТа, не менее; 5 – требования ГОСТа, не более

Поскольку основная часть разрушения и деформации асфальтобетонов в покрытиях автомобильных дорог происходит из-за битума, наиболее эффективным решением повышения деформационно-прочностных показателей и долговечности асфальтобетонов будет модификация исходного битума.

С этой целью авторами использовано базальтовое волокно, полученное из Судунтуйского месторождения базальта (Забайкальский край) с использованием электродуговой плазмы со следующими физико-механическими характеристиками: плотность 25,03 кг/м³; температура плавления 1140–1400°C; средний диаметр волокон 8 мкм; средняя длина волокон 35 мм; влажность 0,26 мас. %; теплопроводность 0,03 Вт/м.к. (модуль кислотности 3,4); содержание органических веществ 0 мас. % [2].

Было изготовлено четыре образца с содержанием 0,1; 0,25; 0,5; 1 мас. % базальтового волокна и битума марки БНД 130/90. Свойства полученных композиций битума, модифицированного базальтовым волокном, приведены в табл. 3.

Как видно из данных табл. 3, после модификации битума базальтовым волокном с содержанием >0,1 мас. % исходный битум становится более вязким и соответствует марке 60/90.

Использование синергических композиций позволяет добиться существенного повышения основных показателей исходного битума при относительно малом содержании базальтового волокна. Наиболее полно синергизм мы определяем как явление неаддитивного усиления модифицирующего действия на ту или иную композицию. В дальнейшем получали композиции с содержанием базальтового волокна 0,1 и 1 мас. %.

Чтобы изучить влияние модифицированного битума на показатели физико-механических свойств асфальтобетонов, были изготовлены образцы мелкозернистой горячей плотной асфальтобетонной смеси типа Б марки П с содержанием, мас. %: щебень – 44; песок – 47; минеральный порошок – 9; битум – 5,3 от общего количества минеральных компонентов.

После тщательного перемешивания песка и щебня смесь нагревали до 160–165°C, добавляли минеральный порошок и повторно перемешивали до получения однородной массы. Битум разогревали до 120–140°C и тщательно перемешивали с минеральными компонентами. Полученную асфальтобетонную смесь формовали и испытывали по ГОСТ 9128–2009.

Окончательные показатели физико-механических свойств горячего плотного мелкозернистого асфальто-

Таблица 4

Материал	Прочность при сжатии, МПа			Водо-стой-кость	Сцепле-ние при сдвиге	Водо-насы-щение	Трещино-стойкость	Остаточ-ная пори-стость	Истинная плотность асфальто-бетона
	50°C	20°C	0°C						
Асфальтобетон	1,03	3,49	6,96	0,91	0,27	2,18	3,54	2,9	2,41
Асфальтобетон с добавлением 0,1 мас. % базальтового волокна	1,27	3,87	6,94	1,01	0,43	2,28	3,64	1,27	2,37
Асфальтобетон с добавлением 1 мас. % базальтового волокна	1,7	3,91	7,88	1,02	0,52	2,4	3,74	0,85	2,36
Рекомендованные показатели	>0,9	>2,2	<10	>0,9	>0,31	1,5–4	2,5–6	2,5–5	

бетона типа Б марки П, модифицированного базальтовым волокном, приведены в табл. 4.


Из приведенных данных видно, что прочность при сжатии образцов увеличивается на 65% при 50°C; на 12% при 20°C; на 13% при 0°C (содержание базальтового волокна 1 мас. %). На 59 и 92% повышается сцепление при сдвиге (содержание базальтового волокна 0,1 и 1 мас. % соответственно). Существенно (56–70%) снизилась остаточная пористость, что особенно важно при эксплуатации дорожного полотна в условиях Сибири и Крайнего Севера, характеризующихся резкими суточными переходами температуры через 0°C в весеннее и осеннее время года (рис. 4).

Таким образом, модификация дорожного битума базальтовым волокном при содержании последнего 0,1–1 мас. % существенно улучшит деформационно-прочностные свойства и долговечность асфальтобетона дорожного покрытия в процессе эксплуатации.

Ключевые слова: *дорожный битум, асфальт, дорожные покрытия, модификация битума, полимерно-битумные материалы, базальтовые волокнистые материалы.*

Список литературы

1. *Artemenko S.E., Arzamastsev S.V., Shatunov D.A., Vyazenzov A.A.* Basalt plastics. New materials for road construction // *Fibre Chemistry*. 2008. Vol. 40. № 6. Pp. 499–502.
2. *Буянтубев С.Л., Дондоков А.Ц., Баянсайхан Н.* Получение теплоизоляционных материалов из базальта с применением электродуговой плазмы // *Строительные материалы*. 2007. № 9. С. 32–33.
3. *Чухно А.А.* Об изменении температуры полимеров при испытании на атмосферостойкость // *Сб. материалов «Поведение полимеров при низких температурах»*. ЯФ СО АН СССР. Якутск, 1974. 46 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
- ❑ справочно-информационные издания о нормативной, методической и типовой проектной документации (Информационный бюллетень, Перечни НМД и ТПД и др.)
- ❑ методические документы и другие издания по строительству (рекомендации, инструкции, указания)
- ❑ Общероссийский строительный каталог (тематические каталоги, перечни, указатели)
- ❑ типовую проектную документацию (ТПД) жилых и общественных зданий, предприятий, зданий и сооружений промышленности, сельского хозяйства, электроэнергетики, транспорта, связи, складского хозяйства и санитарной техники
- ❑ 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.0001.11CP48).

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

СПЕЦИАЛЬНОЕ КОНСТРУКТОРСКОЕ БЮРО СКБ СТРОЙПРИБОР

ПРИБОРЫ НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ



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

Реклама

ИЗМЕРИТЕЛИ ПРОЧНОСТИ БЕТОНА, КИРПИЧА

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

автоматическая обработка
измерений



диапазон 3...100 МПа

УКС-МГ4 / УКС-МГ4 С
ультразвуковой

поверхностное и сквозное
прозвучивание



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

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

отрыв со скалыванием
и скалывание ребра

предельное
усилие 60 кН
диапазон 5...100 МПа



ПОС-2МГ4 П

испытание прочности
ячеистых бетонов



предельное
усилие вырыва 2,5 кН

**ПЛОТНОМЕРЫ ГРУНТОВ
ДИНАМИЧЕСКИЕ**

ПДУ-МГ4 "Удар"

и **ПДУ-МГ4 "Импульс"**

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



**Прессы испытательные
малогабаритные**

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

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



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

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

ПСО-10МГ4 КЛ

испытание прочности
сцепления в каменной
кладке

предельное усилие
отрыва 15 кН



АДГЕЗИМЕТРЫ

ПСО-МГ4

испытание прочности
сцепления покрытия
с основанием

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



**ИЗМЕРИТЕЛИ
ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ**

ИТП-МГ4 "100" / "250" / "Зонд"

стационарный
и зондовый режимы



диапазон 0,02...1,5 Вт/м·К

АНЕМОМЕТРЫ, ГИГРОМЕТРЫ

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

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



ТГЦ-МГ4 / ТГЦ-МГ4.01
термогигрометр

диапазон 0...99,9 % / -30...+85 °С



**ИЗМЕРИТЕЛИ ПЛОТНОСТИ
ТЕПЛОВЫХ ПОТОКОВ И ТЕМПЕРАТУРЫ**

ИТП-МГ4.03 "Поток"

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

диапазон 10...999 Вт/м²
-40...+70 °С



ИЗМЕРИТЕЛИ ВЛАЖНОСТИ

ВЛАГОМЕР-МГ4

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



**ИЗМЕРИТЕЛИ ТОЛЩИНЫ
ЗАЩИТНОГО СЛОЯ БЕТОНА**

ИПА-МГ4

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



ТЕРМОМЕТРЫ

ТМР-МГ4 / ТЦЗ-МГ4 / ТЦЗ-МГ4.01

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



**ИЗМЕРИТЕЛИ СИЛЫ НАТЯЖЕНИЯ
АРМАТУРЫ**

ДО-40 / 60 / 80МГ4

метод поперечной оттяжки

диапазон контролируемых
усилий 2...120 кН

диаметр
арматуры 3...12 мм



**ИЗМЕРИТЕЛИ НАПРЯЖЕНИЙ
В АРМАТУРЕ**

ЭИН-МГ4

частотный метод

диаметр
арматуры 3...32 мм

диапазон 100...1800 МПа



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

удк 625.8

Л.С. ЩЕПЕТЕВА, канд. техн. наук, Д.А. АГАПИТОВ, инженер (adsad@pstu.ru), Пермский национальный исследовательский политехнический университет; Ю.М. ШТЕЙНБЕРГ, инженер ООО «Фирма «Астор» (Пермь); Р.А. ГОРЕЛИК, Ю.А. ИСКРИНА, кандидаты техн. наук, В.Н. БАЛЫБЕРДИН, инженер-механик, НТЦ ООО «ДорПолимер» (Москва)

Повышение термостабильности асфальтобетона путем применения модификатора «МКА Эластен»

В сложных климатических условиях Российской Федерации, в частности Уральского региона, когда летняя температура воздуха может подниматься до +40°C, для устройства покрытий автомобильных дорог необходимо использовать асфальтобетон, устойчивый к сдвиговым деформациям. Повышение сдвигоустойчивости асфальтобетона при высокой температуре часто сопряжено с ухудшением его свойств при низкой температуре.

Одним из способов обеспечения термостабильности асфальтобетона является применение резинового порошка, получаемого при переработке изношенных автомобильных шин, что способствует повышению эластичности в широком диапазоне температуры. Эта технология известна достаточно давно. Она основана на добавлении в смесь битума с резиновой крошкой специальных реагентов-катализаторов. Однако способ имеет ряд технологических недостатков: длительный период набухания резины в горячем битуме; необходимость перемешивания резинобитумной смеси при высокой температуре; при отсутствии химических реагентов резина плохо взаимодействует с битумом, а длительный нагрев при высокой температуре приводит к деструкции битума и к потере эластичности резины.

Б.М. Слепой в СоюздорНИИ проводились исследования введения резиновой крошки (частицы мельче 1 мм) непосредственно в минеральный материал до его объединения с битумом. В этом случае резина не подвергается дополнительному структурированию и в

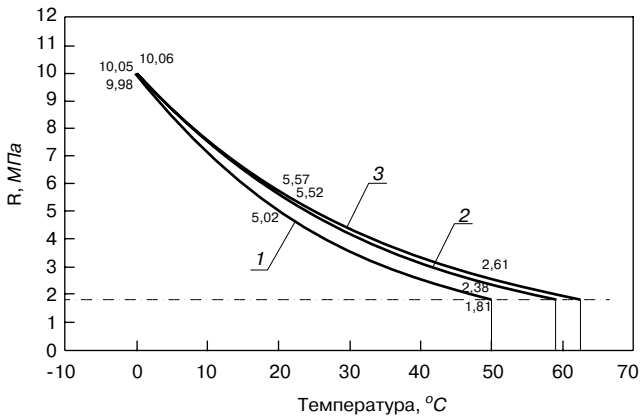
основном сохраняет эластичные свойства. Однако, простое введение резиновой крошки (порошка) в состав асфальтобетонной смеси приводит со временем к разрушению структуры асфальтобетона за счет разуплотнения и выделения частиц резинового порошка из монолитной структуры асфальтобетонного образца. На кафедре «Строительство автомобильных дорог» ПНИПУ хранится образец асфальтобетона с резиновой крошкой, который через два-три года стал похож на «ежика»: частицы резины выделились из структуры образца.

Модификатор «МКА Эластен» приготовлен на основе резиновых порошков, полученных из изношенных автомобильных шин на уникальном оборудовании фирмы «Астор» в условиях, обеспечивающих получение необходимой морфологии и сохранение свойств исходных резин, в том числе эластичной составляющей деформации, и обладающих микро- и нанонеоднородной поверхностью (удельная поверхность от 2000 до 6000 см²/г). Входящие в состав модификатора химически активные реагенты обеспечивают прочное взаимодействие с минеральной составляющей асфальтобетонной смеси [1]. При применении этого модификатора резина в асфальтобетонной смеси не растворяется и не разлагается, а связывается с компонентами битума прочными и подвижными химическими связями. Модификатор «МКА Эластен» вводится одновременно с битумом непосредственно в смеситель, что технологически удобно и эффективно.

Наименование показателей	Требования ГОСТ 9128–2009	Результаты испытания
Средняя плотность, г/см ³		2,416
Пористость минерального остова, % по объему плотные высокоплотные	14–19 <16	13,17
Остаточная пористость, % по объему плотные высокоплотные	2,5–5 1–2,5	2,1
Водонасыщение, % по объему	1,5–4	2,28
Прочность при сжатии, МПа при 20°C при 50°C	более 2,5 более 1,2	9,92 4,41
Коэффициент водостойкости	более 0,9	1,04
Сцепление при сдвиге при T=50°C, не менее	0,37	1,41

Примечания.

1. Модификатор взят в количестве 0,3% от минеральной части асфальтобетонной смеси. Состав: щебень, гранит – 47%, песок – 43%, минеральный порошок – 10%, битум – 4,8%.
2. В таблице приведены наиболее высокие прочностные показатели асфальтобетона, которые могут быть достигнуты в результате соответствующего подбора состава смеси: в составе смеси использован гранитный щебень и битум марки БНД 60/90.



Зависимость предела прочности при сжатии от температуры: 1 – без модификатора $y=10,024e^{-0,0343x}$; 2 – 0,5% МКА Эластен $y=9,9062e^{-0,0286x}$; 3 – 0,7% МКА Эластен $y=9,8501e^{-0,0268x}$

Результаты исследования свойств асфальтобетона с модификатором «МКА Эластен», проведенного на кафедре «Строительство автомобильных дорог» ПНИПУ, показали, что применение данного модификатора приводит к повышению качества асфальтобетона, и прежде всего его термостабильности (см. рисунок). О термостабильности асфальтобетона можно судить по изменению прочности при сжатии при высокой температуре. Чем выше показатель прочности при сжатии при +50°C, тем более устойчив асфальтобетон к воздействию нагрузки при высокой температуре летом.

Экстраполяция кривых зависимости пределов прочности при сжатии от температуры до значения 1,81 МПа, полученного для асфальтобетона на вяжущем без модификатора и температуре испытаний +50°C показывает, что разрушение асфальтобетона аналогичной нагрузкой при содержании модификатора 0,5 мас. % соответствует температуре 59°C и 63°C – при содержании модификатора 0,7 мас. %.

Результаты испытаний промышленной партии асфальтобетонной смеси, проведенные в ЗАО «Союз-ЛЕС» (Москва) по ГОСТ 12801–98, приведены в таблице и показывают высокие прочностные и деформационные свойства асфальтобетона на основе модификатора.

Опытный участок с применением резинобитумного вяжущего протяженностью 500 м был построен в Пермском крае в 2006 г. После 6 лет эксплуатации покрытие имеет отличные транспортно-эксплуатационные характеристики, деформации (колеи, вмятины), связанные с недостаточной сопротивляемостью асфальтобетона сдвигу при высокой летней температуре, отсутствуют.

Ключевые слова: асфальтобетон, модификатор «МКА Эластен», резиновый порошок, термостабильность.

Литература

1. Щенетева Л.С., Агапитов Д.А., Штейнберг Ю.М., Горелик Р.А., Бальбердин В.Н. Энергоэффективная технология утилизации отработанных автошин // Экология и промышленность России. 2011. № 5. С. 8–11.

СТРОИТЕЛЬНЫЕ
МАТЕРИАЛЫ®

5-я конференция

GS-EXPERT
исследования рынков
информационный сервис и строительные материалы

«Текущее состояние и перспективы развития строительного комплекса и промышленности строительных материалов»

1 февраля 2013 г.

ЦВК «Экспоцентр»

В программе конференции:

- пленарный доклад о результатах работы строительного комплекса РФ в 2012 г.
- доклады руководителей отраслевых ассоциаций о тенденциях развития подотраслей промышленности строительных материалов;
- доклады о наиболее острых проблемах строительного комплекса и промышленности строительных материалов;
- дискуссия.

К участию в конференции приглашаются руководители и ведущие специалисты российских и зарубежных компаний производителей строительных материалов, представители инвестиционных и девелоперских компаний, коммерческие директора, директора по маркетингу и развитию, маркетологи, представители региональных отраслевых органов исполнительной власти.

Генеральный партнер конференции:

KNAUF
Немецкий стандарт

Оргкомитет:

Телефон/факс: (499) 976-20-36, 976-22-08 E-mail: mail@rifsm.ru, rifsm@mail.ru

В.Н. СВЕЖИНСКИЙ, генеральный директор ЦИТИ «Дорконтроль» (Москва)

Новый этап полевых испытаний материалов для дорожной разметки

На страницах журнала «Строительные материалы» [1] уже были опубликованы данные о проведении сравнительных полевых испытаний материалов для горизонтальной дорожной разметки. Целесообразность проведения подобных испытаний обосновывается необходимостью получения информации о сроках эксплуатации разметки, выполненной с использованием различных материалов, как серийных, так и экспериментальных, в реальных условиях, то есть на автомобильной дороге.

По инициативе ЦИТИ «Дорконтроль» при поддержке Федерального дорожного агентства Министерства транспорта Российской Федерации и одобрении со стороны Главного управления по обеспечению безопасности дорожного движения Министерства внутренних дел Российской Федерации с 2009 г. возобновлены сравнительные полевые испытания (СПИ) материалов для горизонтальной дорожной разметки.

Эти СПИ принципиально отличаются от тех, которые проводили ранее, прежде всего организационными принципами, а именно: отсутствие бюджетного финан-

сирования, подтверждение серийности выпуска представляемых материалов (по желанию участников), исключительно инструментальный контроль всех параметров и представление отчетной информации в виде таблиц со всеми полученными результатами, но без формирования каких-либо рейтингов.

География СПИ довольно широка – Центральный федеральный округ (с 2009 г. Воронежская область, с 2012 г. Московская обл.), Сибирский федеральный округ (с 2010 г. Новосибирская обл.), Северо-Западный федеральный округ (с 2011 г. Ленинградская обл.).

На испытания помимо материалов для горизонтальной дорожной разметки – красок (эмалей), термопластиков и холодных пластиков в соответствии с [2] также были представлены противоскользящие материалы и штучные формы.

В табл. 1 приведена общая информация о сравнительных полевых испытаниях материалов для горизонтальной дорожной разметки, проводимых с 2009 по 2012 гг. На автомобильной дороге М-2 «Крым» в Московской обл. были нанесены контрольные линии новых СПИ.

Таблица 1

СПИ	Автомобильная дорога	Область РФ	Количество представленных на СПИ материалов (изделий)						Всего	В том числе подтвержденной серийности	Особенности СПИ
			Краски (эмали)	Холодные пластики	Термопластики	Противоскользящие материалы	Штучные формы				
СПИ 2009–2012 гг.	М-4 «Дон»	Воронежская	18	6	10			34	6	Пролонгация испытаний до трех лет для ряда пластичных материалов	
СПИ 2010–2012 гг. на участке с асфальто-бетонным покрытием	М-51 «Байкал»	Новосибирская	10	4	4	1	–	15	26	–	Проведение СПИ на двух участках, испытание противоскользящих материалов, нанесение линий со структурной поверхностью, тяжелые условия нанесения, пролонгация испытаний до двух лет для некоторых пластичных материалов
СПИ 2010–2012 гг. на участке с цементобетонным покрытием			9	2	–	–	–	11			
СПИ 2011–2012 гг.	М-18 «Кола»	Ленинградская	13	4	3	–	1	21	17	Испытание штучных форм, двухразовое нанесение краски, тяжелые условия нанесения	
СПИ 2012–2013 гг.	М-2 «Крым»	Московская	15	5	4	–		24	45	12	Нанесение линий со структурной поверхностью, испытание термопластика с микростеклошариками и без них в составе материала



Рис. 1. Общий вид участка автомобильной дороги М-2 «Крым», км 37–39, прямое направление (22.05.2012 г., до нанесения контрольных линий)



Рис. 2. Внешний вид участка сравнительных полевых испытаний 2012–2013 гг. после нанесения контрольных линий 22.05.2012 г.

Таблица 2

Адрес пункта учета интенсивности движения	Интенсивность движения, автомобилей, сут	
	средне-суточная годовая	максимальная пиковая
2011 г.		
км 25+250	93785	154378
км 37+980	91005	111382
км 41+600	97063	158501
Май 2012 г.		
км 37+980	104967	-

Регламент проведения полевых испытаний был подготовлен специалистами ЦИТИ «Дорконтроль», согласован с Федеральным дорожным агентством Министерства транспорта РФ и одобрен Департаментом обеспечения безопасности дорожного

движения Министерства внутренних дел РФ. СПИ проводятся в соответствии с «Рекомендациями по проведению сравнительных испытаний дорожной разметки на федеральных автомобильных дорогах» (введены в действие письмом Государственной службы

Таблица 3

Наименование материала	№ контрольной линии	Время высыхания до степени 3 (с нанесением краски слоем толщиной 300±30 мкм при невысыхающей пленке), мин	Стойкость к статическому действию, ч				Коэффициент яркости, ρ_v	Условная вязкость (диаметр сопла 4 мм), с	Адгезия (к стеклу), балл	Плотность, г/см ³	Степень перетира, мкм	Массовая доля нелетучих веществ, %	Координаты цветности, $\frac{x}{y}$
			Воды	Насыщенного раствора хлорида натрия	3% раствора хлорида натрия	10% раствора гидроксида натрия							
Эмаль АС-5307М «Линия-Класс»	1–2	10	>48	>48	>48	>48	86	55	2	1,58	30	76	$\frac{0,3157}{0,3342}$
Эмаль АС-5307 «Линия-Класс»	3–4	12	>48	>48	>48	>48	89	100	2	1,58	30	75	$\frac{0,3146}{0,3332}$
Краска АК-075	5–6	10	>48	>48	>48	>48	88	141	2	1,49	30	75	$\frac{0,3144}{0,3331}$
Краска АК-539	7–8	16	>48	>48	>48	<48	86	107	2	1,63	50	81	$\frac{0,3162}{0,3346}$
Краска «Индор™»	9–10	5	>48	>48	>48	<48	84	136	1	1,59	30	77	$\frac{0,3145}{0,3328}$
Краска «Стимул»	11–12	6	>48	>48	>48	<48	86	108	1	1,57	30	75	$\frac{0,3153}{0,3335}$
Эмаль «Empils»	13–14	9	>48	>48	>48	<48	85	117	1	1,48	30	73	$\frac{0,3139}{0,3325}$
Эмаль АК-505	15–16	16	>48	>48	>48	>48	89	122	2	1,54	30	75	$\frac{0,3157}{0,3342}$
Краска Ак-Дор-Вега	17–18	14	>48	>48	>48	<48	85	132	3	1,58	30	76	$\frac{0,3141}{0,3327}$
Эмаль АК-511 «Спринтер»	19–20	8	>48	>48	>48	<48	88	129	1,58	1	30	77	$\frac{0,315}{0,3322}$
Краска Штоллрефлекс Д1163	21–22	12	>48	>48	>48	>48	86	153	1,64	1	50	79	$\frac{0,3157}{0,3341}$
Краска АК-503 «Колор-М», экспериментальная	23–24	7	>48	>48	>48	>48	89	107	1,61	1	30	77	$\frac{0,3166}{0,3346}$
Краска АК-503 «Колор-М» Р	25–26	6	>48	>48	>48	>48	89	100	1,63	1	30	76	$\frac{0,3163}{0,3339}$
Эмаль АК-511	27–28	11	>48	>48	>48	<48	88	69	1,49	2	30	71	$\frac{0,314}{0,3326}$
Краска АК-511 «Полифан»	29–30	13	>48	>48	>48	<48	89	76	1,45	2	30	70	$\frac{0,3148}{0,3335}$

Примечание. Выделены строчки, где указаны материалы, имеющие подтверждение серийного производства.

Таблица 4

Наименование материала	№ контрольной линии	Время отверждения, мин	Стойкость к статическому действию, ч				Коэффициент яркости, β_y	Плотность, г/см ³	Температура размягчения, °С	Координаты цветности, \bar{x}, \bar{y}
			Воды	Насыщенного раствора хлорида натрия	3% раствора хлорида натрия	10% раствора щелочи гидроксида натрия				
П-ПЛ-502-200 «Экватор»	41–42	7	>72	>72	>72	>72	77	2,07	100	$\frac{0,3228}{0,3421}$
П-ПЛ-502-200 «Экватор», без микростеклошариков	43–44	6	>72	>72	>72	>72	81	2,08	98	$\frac{0,3204}{0,3396}$
«Новопласт» Р	45–46	7	>72	>72	>72	>72	73	2,02	98	$\frac{0,338}{0,3586}$
«Коломна-Терм»	47–48	6	>72	>72	>72	>72	76	2	95	$\frac{0,3311}{0,3512}$

Примечание. Выделены строчки, где указаны материалы, имеющие подтверждение серийного производства.

Таблица 5

Наименование материала	№ контрольной линии	Время отверждения, мин	Стойкость к статическому действию, ч				Коэффициент яркости, β_y	Плотность, г/см ³	Координаты цветности, \bar{x}, \bar{y}
			Воды	Насыщенного раствора хлорида натрия	3% раствора хлорида натрия	10% раствора гидроксида натрия			
Б-АК-52-Т «Стрела»	31–32	19	>72	>72	>72	>72	82	1,86	$\frac{0,3211}{0,3387}$
Б-АК-52-Т «Стрела», структурное нанесение	33–34	17	>72	>72	>72	>72	82	1,85	$\frac{0,3194}{0,3374}$
Штоллрефлекс Д1135	35–36	10	>72	>72	>72	>72	80	1,82	$\frac{0,3316}{0,3481}$
«Технопласт-Спрей»	37–38	8	>72	>72	>72	>72	85	1,85	$\frac{0,3264}{0,3412}$
«Технопласт» (желтый)	39–40	17	>72	>72	>72	<72	51	2,07	$\frac{0,4882}{0,458}$

Примечание. Выделены строчки, где указаны материалы, имеющие подтверждение серийного производства.

дорожного хозяйства Министерства транспорта РФ (Росавтодор) от 22.01.2004 г. № ОС-28/352-ис) и ГОСТ Р 51256–99 [3].

Все проводимые с 2009 г. СПИ состоят из следующих этапов: нанесение материалов и изделий для горизонтальной дорожной разметки; оценка первоначального состояния контрольных линий (до открытия движения транспортных средств); лабораторные испытания материалов и изделий для горизонтальной дорожной разметки и эксплуатационный контроль качества контрольных линий. Результаты каждого этапа оформляют в виде отчетного материала (отчета или справки) и передают членам комиссии, участникам, в Министерство транспорта РФ, Федеральное дорожное агентство Министерства транспорта РФ, Главное управление по обеспечению безопасности дорожного движения Министерства внутренних дел РФ, ассоциацию РАДОР, а также публикуют на сайтах Росавтодора, ЦИТИ «Дорконтроль», в отраслевых средствах массовой информации.

Сроки испытаний 2012–2013 гг.

1. Нанесение материалов и изделий для горизонтальной дорожной разметки: 15.05.2012 г. – 25.05.2012 г. Нанесение осуществлено 22.05.2012 г. Оценка первичного состояния линий выполнена 22.05.2012 г. (до открытия движения по участку).

2. Лабораторные испытания материалов и изделий для горизонтальной дорожной разметки: 25.05.2012 г. – 25.06.2012 г.

3. Эксплуатационный анализ качества контрольных линий материалов и изделий для горизонтальной дорожной разметки после нанесения:

– для контрольных линий, нанесенных красками (эмальями):

- 15.06.2012 г. – 25.06.2012 г. (через 1 мес);
- 15.08.2012 г. – 25.08.2012 г. (через 3 мес);
- 15.11.2012 г. – 25.11.2012 г. (через 6 мес);

– для контрольных линий, нанесенных спрей-пластиками (холодными и термопластичными) методом распыления:

- 15.08.2012 г. – 25.08.2012 г. (через 3 мес);
- 15.11.2012 г. – 25.12.2012 г. (через 6 мес);
- 15.05.2013 г. – 25.05.2013 г. (через 12 мес);
- для контрольных линий, нанесенных долговечными материалами – холодными и термопластиками с толщиной нанесения более 1,5 мм:
 - 15.08.2012 г. – 25.08.2012 г. (через 3 мес);
 - 15.11.2012 г. – 25.12.2012 г. (через 6 мес);
 - 15.05.2013 г. – 25.06.2013 г. (через 12 мес);
 - 15.11.2013 г. – 25.11.2013 г. (через 18 мес).

В случае неблагоприятных погодных и других условий для проведения эксплуатационной оценки состояния нанесенных контрольных линий сроки проведения работ могут быть изменены по согласованию.

СПИ проводят на участке автомобильной дороги М-2 «Крым» в Московской обл. с асфальтобетонным покрытием – 37–39-й км, обратное направление (рис. 1).

Верхний слой покрытия уложен летом 2011 г. с использованием щебеночно-мастичной асфальтобетонной смеси ЩМА-20. Параметры участка автомобильной дороги соответствуют требованиям ГОСТ Р 50597–93 [4].

Годовая среднесуточная интенсивность движения транспортных средств по участку автомобильной дороги (в обоих направлениях) приведена в табл. 2.

В процессе нанесения каждой контрольной линии фиксировали следующие параметры:

- температура воздуха;
- относительная влажность воздуха;
- температура покрытия.

Работы проводили в солнечную погоду. Данные по температуре воздуха, покрытия и по относительной влажности воздуха заносили в соответствующие акты нанесения материалов и изделий (рис. 2).

В ходе нанесения контрольных линий были отобраны пробы красок (эмалей), холодных пластиков и термопластиков, которые были доставлены в лабораторию ЦИТИ «Дорконтроль».

Требования к материалам для горизонтальной дорожной разметки содержатся в [2]. Испытания проводили в соответствии с ГОСТ Р 52576–2006 [5].

Результаты испытаний красок представлены в табл. 3, термопластиков – в табл. 4, холодных пластиков – в табл. 5.

Результаты испытаний всех красок (эмалей), термопластиков и холодных пластиков соответствуют требованиям [2] за исключением стойкости к статическому воздействию щелочной среды. Восемь из пятнадцати испытанных красок (эмалей) (табл. 3) и один из пяти холодных пластиков (табл. 5) не выдержали испытаний. Термопластики (табл. 4) полностью выдержали испытания. Целесообразно учитывать эти результаты при выборе материалов для горизонтальной дорожной разметки цементобетонных покрытий.

Полученные результаты сильно отличаются друг от друга. У красок (эмалей) были зафиксированы единичный случай низкого значения величины адгезии и три случая содержания нелетучих веществ менее 75%.

В июне 2012 г. выполнен первый эксплуатационный контроль линий, нанесенных красками (эмалями), а до конца 2012 г. планируется оценка состояния всех линий.

Анализ полученных в ходе СПИ результатов позволяет повысить объективность выбора материалов, повысить качество технических заданий на выполнение горизонтальной дорожной разметки.

Данные полевых испытаний 2009–2012 гг., 2010–2012 гг. и 2011–2012 гг. были использованы при разработке новой редакции ГОСТ Р 51256–99 – ГОСТ Р 51256–2011 [6], а также были переданы в Федеральное дорожное агентство Министерства транспорта РФ и в определенной степени нашли отражение

в письме заместителя руководителя Федерального дорожного агентства Министерства транспорта РФ С.Ю. Потапова от 26.12.2011 г. № 01-28/18719 «О рекомендуемом подходе при нанесении горизонтальной разметки автомобильных дорог».

Ключевые слова: материалы для дорожной разметки, полевые сравнительные испытания, краска для дорожной разметки, термопластик, холодный пластик, лабораторные испытания, лаборатория ЦИТИ «Дорконтроль», выбор материалов для дорожной разметки.

Список литературы

1. Свежинский В.Н. Полевые испытания разметочных материалов // Строительные материалы. 2011. № 10. С. 67–71.
2. ГОСТ Р 52576–2006. Дороги автомобильные общего пользования. Материалы для дорожной разметки. Технические требования.
3. ГОСТ Р 51256–99. Технические средства организации дорожного движения. Разметка дорожная. Типы и основные параметры. Общие технические требования.
4. ГОСТ Р 50597–93. Автомобильные дороги и улицы. Требования к эксплуатационному состоянию, допустимому по условиям обеспечения безопасности дорожного движения.
5. ГОСТ Р 52576–2006. Дороги автомобильные общего пользования. Материалы для дорожной разметки. Методы испытаний.
6. ГОСТ Р 51256–2011. Технические средства организации дорожного движения. Разметка дорожная. Классификация. Технические требования.



В.И. Корнеев, П.В. Зозуля

СУХИЕ СТРОИТЕЛЬНЫЕ СМЕСИ СОСТАВ, СВОЙСТВА

М.: РИФ «СТРОЙМАТЕРИАЛЫ», 2010. 320 С.

Изложены основы современных представлений о сухих строительных смесях и растворах.

Приведены основные определения и классификации сухих смесей. Охарактеризованы составляющие: вяжущие, заполнители, наполнители, функциональные добавки. Показана методика проектирования составов. Описаны основные группы ССС, их состав и свойства. В приложении даны основные применяемые термины и определения, наиболее употребляемые единицы измерения, перечень российских и зарубежных стандартов и др.

Допущено учебно-методическим объединением в качестве учебного пособия для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальности «Химическая технология тугоплавких неметаллических и силикатных материалов».

Стоимость одного экземпляра 900 р. без учета доставки

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

С.В. КАРПЕЕВ, О.И. ДОРОШЕНКО, инженеры, С.М. ЕВТЕЕВА, канд. техн. наук, Саратовский государственный технический университет; А.В. КОЧЕТКОВ, д-р техн. наук, Пермский национальный исследовательский политехнический университет

Инновационные решения вертикальной дорожной разметки

Время реакции водителя при изменении дорожной обстановки зависит от положения сигнала в поле его зрения. В реальных условиях эта зависимость более сильная, чем в лабораторных опытах. Надежность распознавания объектов и обнаружения каких-либо сигналов периферийным зрением зависит от световых и цветотехнических характеристик сигнала. Это обстоятельство объясняется строением сетчатки глаза человека: центральная часть более чувствительна к контрасту, а периферийная — к цвету. Для светового сигнала продолжительность обнаружения почти вдвое меньше, чем для сигнала, имеющего малое отличие по яркости от фона. При удалении от центра поля зрения по горизонтали на 30° время реакции на световой сигнал увеличивается в среднем на 0,15 с, а на появление объектов — на 0,25 с.

Одним из важных результатов проведенных специалистами научных исследований стали сотни фотографий, свидетельствующие о малом уровне контрастности на цементобетонных дорожных покрытиях, особенно на юге США (Майами, Сан-Франциско, Лас-Вегас). Разметка на них практически не видна (рис. 1).

Встречаются участки, где регулирование светотехнических характеристик производится путем повышения уровня контрастности за счет применения закрашивания черным цветом белых и черных линий или нанесения черных окантовочных линий (рис. 2, 3), что обеспечивает видимость разметки и в темное время.

Видимость горизонтальной разметки определяется отношением яркости поверхности разметки к ее освещенности. В светлое время наблюдается диффузное освещение от солнечного света. Оценка видимости дорожной разметки оценивается коэффициентом яркости при диффузном освещении.

В темное время суток освещенность горизонтальной дорожной разметки может создаваться светом фар автомобилей, наружными осветительными установками, лунной, освещением примыкающей железной дороги, факелами предприятий, объектами дорожной инфраструктуры, средствами наружной рекламы, управления движением и др.

Однако человеческий глаз оценивает присутствие дорожной разметки не по физическим характери-

кам, например по степени яркости, а приспосабливаясь по степени контраста с окружающим фоном.

Известно, что белая полоса хорошо различима на темном фоне и практически неразличима на светлом (белом) фоне. Выпадение осадков, туман, пыль и аэрозоль в воздухе, загрязнение дорожного покрытия, а также использование противогололедных материалов могут сильно повлиять на цвет окружающего дорожного покрытия и изменить видимость горизонтальной разметки.

В различных дорожных условиях использование только параметра световозвращения дорожной разметки не может адекватно оценивать ее светотехнические характеристики. Пример высококонтрастного изображения дорожной разметки представлен на рис. 4.

Оценить контрастность дорожной разметки относительно фона (дорожного покрытия) можно, применяя методы фотосъемки цифровым аппаратом и обработкой изображения на компьютере. Авторами разработан программный модуль «Светлота и контрастность разметки 2009», позволяющий в автоматизированном режиме с помощью фотоснимков участков дорожной разметки определять уровень и абсолютное значение светлоты и контрастности разметки относительно светотехнических характеристик дорожного покрытия. Модуль прост в использовании, отличается минимальной погрешностью определения контрастности. В программном модуле была решена задача анализа цветности.

Использовались следующие термины из оптики.

Контраст — разница в характеристиках различных участков изображения, а также способность фотографического материала или оптической системы воспроизводить это отличие. Степень контраста чаще всего выражается безразмерной величиной, отношением или логарифмом отношений.

Оптический контраст — различимость предмета наблюдения от окружающего его фона. Цветовой контраст — разновидность оптического контраста, связанная с разницей цветовых оттенков. Контраст изображения, диапазон яркостей изображения — отношение яркостей самой светлой и самой темной частей изображения.

Контраст освещения — величина, описывающая различие в яркости по-разному освещенных объекта и



Рис. 1. Отсутствие видимости (контрастности) дорожной разметки на цементобетонных покрытиях



Рис. 2. Обеспечение контрастности разметки в Майами (США)



Рис. 3. Закрашивание черным цветом белых и желтых линий разметки



Рис. 4. Высококонтрастное изображение дорожной разметки



Рис. 5. Расположение защитной пластиковой панели на дорожном ограждении

фона. Количественно выражается как отношение разницы яркостей к их сумме и лежит в пределах 0–1. При использовании нескольких ламп-вспышек контраст освещения задается соотношением их мощностей, положением и направлением.

В мировой практике из металлических покрытий наиболее широко используют цинковые. Основными причинами, обуславливающими выбор цинковых покрытий для защиты изделий из стали и чугуна, являются относительно невысокая стоимость цинка, а также тот факт, что, обладая большим электроотрицательным стационарным потенциалом, чем железо (на 0,2–0,3 В), цинк при воздействии агрессивных сред (в виде электролитов) медленно растворяется за счет электрохимических реакций, защищая тем самым ферритную подложку. К недостаткам следует отнести отсутствие декоративных свойств у диффузионного цинкового покрытия (покрытие темно-серого, серого цветов без блеска).

Инновационным подходом к качественному нанесению вертикальной разметки с одновременной защитой от атмосферной коррозии металлических дорожных ограждений можно считать пластиковые панели. Путем нанесения качественной вертикальной разметки, являющейся одним из средств организации дорожного дви-

жения, можно достичь улучшения ориентирования водителя и добиться снижения аварийности.

Основополагающим материалом для создания изделия, позволяющего сформировать вертикальную разметку, послужили полиолефины. Материалы на их основе наилучшим образом отвечают жестким требованиям по физико-механическим свойствам. Полиолефины – высокомолекулярные соединения, образующиеся при полимеризации или сополимеризации ненасыщенных углеводородов – олефинов. Из полиолефинов наиболее широко известны полиэтилен и полипропилен [1]. Полиолефины характеризуются высокой степенью кристалличности, обуславливающей достаточную механическую прочность, высокими диэлектрическими показателями, устойчивостью к действию агрессивных веществ.

По масштабу промышленного производства и широте областей применения (пленки и волокна, электроизоляционные покрытия, литьевые изделия и др.) полиолефины не имеют себе равных среди термопластичных материалов. Это обусловлено как ценными техническими свойствами указанных полиолефинов, так и наличием для их производства дешевого и доступного нефтехимического сырья – этилена и пропилена.

Суть нового метода заключается в применении изготовленного из специально разработанной пластмассы профиля, по своей конфигурации повторяющего профиль металлического барьерного ограждения [2–5]. Профиль из пластмассы заданной длины и цвета монтируется поверх металлического барьерного ограждения. Чередование панелей черного и белого цветов создает эффект контрастной вертикальной разметки.

Защитные пластиковые панели представляют собой пластиковый профиль, изготовленный с определенными размерами, заданным сигнальным цветом и повторяющий профиль металлического барьерного ограждения.

В рекомендациях [3] вводится понятие контраста защитных пластиковых панелей как восприятие количественного или качественного различия двух частей поля зрения, видимых одновременно или последовательно, для обеспечения зрительного ориентирования – способности водителя оценивать и прогнозировать дорожные условия в процессе движения [3].

Введены относительные параметры: относительное удлинение при разрыве – 660% и линейный коэффициент термического расширения – $(1,7–2) \cdot 10^{-4}, 1/^\circ\text{C}$. Внешний вид и вид лицевой поверхности защитных пластиковых панелей контролируют визуально в сравнении с контрольными (эталонными) образцами.

Определение относительного удлинения и истинного напряжения в точке разрушения рекомендуется производить по ГОСТ 11262 на не менее пяти образцах в форме лопатки второго типа при скорости раздвижения зажимов испытательной машины (50 ± 5) мм/мин.

Пример расположения защитной пластиковой панели приведен на рис. 5.

Способ применения защитных пластиковых панелей на дорожных ограждениях показан на рис. 6.

Также необходимо отметить известные в практике оценочные значения светоотражения цветов: для белого – 80%, для черного – 9%. Эти данные позволяют использовать для оценки черно-белой контрастности прибор определения светоотражения, разработанный ФГУП «РОСДОРНИИ».

Защитные пластиковые панели служат для создания вертикальной разметки по ГОСТ Р 51256–99 и ГОСТ Р 52289–2004 на металлическом барьерном ограждении, являются дополнительным материалом, предотвращающим развитие очагов коррозии на поверхности металлического барьерного ограждения. Изготавливаются по полимерной технологии черного, белого, желтого или

любого другого цветового решения по согласованию с заказчиком. Условное обозначение – ЗПП.

Геометрические размеры панелей должны обеспечивать прилегание панелей к металлическому профилю и соответствовать размерам, указанным на чертежах производителя (рис. 7), утвержденным в установленном порядке. Предельные отклонения размеров панелей по длине и ширине ± 1 ; по толщине $\pm 0,5$ мм.

Поверхность панелей должна быть гладкой, однородной, не содержащей посторонних включений и загрязнений. Не допускается наличие пузырей, потеков, вспучивания, трещин, кратеров. Монтаж панелей производят после установки металлического барьерного ограждения. Для монтажа разборку металлического основания ограждений производить не требуется. Крепление панелей на металлическое барьерное ограждение осуществляют за счет профильных замков, выполненных по внешним кромкам панелей, на всю длину и дополнительно болтовыми соединениями, входящими в штатную комплектацию металлических барьерных ограждений.

Допускается установка панелей на металлические барьерные ограждения с любым сроком эксплуатации, нарушением целостности защитного слоя и следами коррозии. Для удаления загрязнений с поверхности металлического барьерного ограждения разрешается применение механизированной мойки с использованием воды технического назначения под давлением.

Перед началом проведения монтажных работ по нанесению защитных пластиковых панелей лицевая поверхность металлического барьерного ограждения должна быть сухой и чистой.

Перед установкой панелей с лицевой поверхности металлического ограждения должны быть удалены загрязнения и демонтированы дорожные световозвращатели.

Панели являются симметричными изделиями и в выборе направления при монтаже (установке) не нуждаются. Монтаж производят при помощи специального приспособления, входящего в комплект поставки, и в соответствии с требованиями инструкции, прилагаемой к каждой партии. Установку дорожных световозвращателей поверх панелей рекомендуется начинать после установки всего участка панелей и в соответствии с требованиями ГОСТ Р 50971–96. Монтаж осуществляют, не прерывая движения автомобильного транспорта. Место проведения работ необходимо оградить в соответствии с инструкцией по организации движения и ограждению места производства дорожных работ.

Панели предназначены для использования на металлическом барьерном ограждении, изготовленном в соответствии с ГОСТ 26804–86. Применение их позволяет: значительно повысить уровень безопасности дорожного движения за счет улучшения видимости барьерных ограждений; отказаться от необходимости ежегодного нанесения вертикальной разметки; снизить эксплуатационные издержки за счет использования механизированных методов очистки; обеспечить защиту металлического барьерного ограждения от коррозии; продлить срок службы металлического барьерного ограждения; улучшить общий эстетический вид.

Стоимость 1 км пластиковых панелей для применения на металлических барьерных ограждениях 480 тыс. р. (стоимость панелей 450 тыс., монтажа – 30 тыс. р.). Ожидаемый эффект за счет применения пластиковых панелей для вертикальной разметки 204,8 тыс. р./г. Окупаемость 1,5 г. Территориальный сметный норматив 215,17. Шифр и код сметного норматива МТСН 81-98-98, 6.68-77-1, табл. 68–77; 5217200000; 5772271000.

В результате выполненных исследований предложено применение защитных пластиковых панелей как инновационный метод нанесения вертикальной разметки на барьерные ограждения.



Рис. 6. Варианты использования защитных пластиковых панелей на дорожных ограждениях

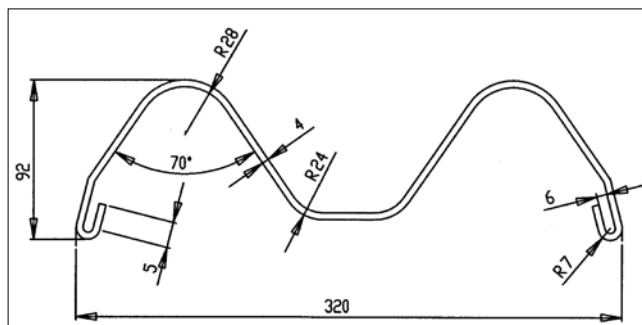


Рис. 7. Общий вид сечения панели

Переход от измерения абсолютной величины световозвращения устроенной дорожной разметки к определению относительной контрастности может позволить снизить погрешность определения оптического параметра качества дорожной разметки.

Ключевые слова: дорожная разметка, контрастность, полимерные панели, барьерные ограждения, инновации.

Список литературы

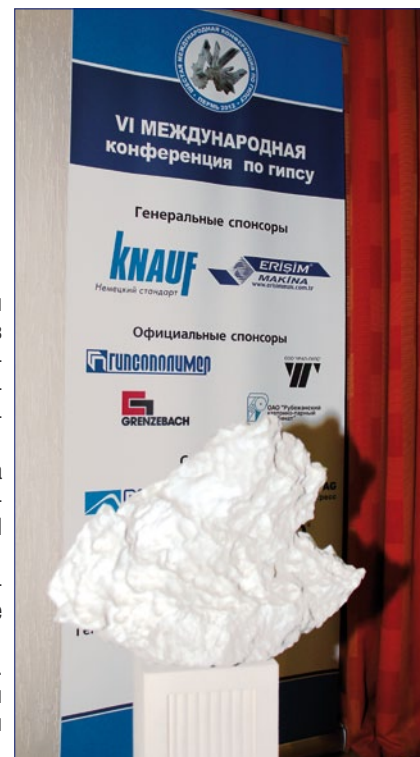
1. Карпеев С.В. Вертикальная разметка на металлических барьерных ограждениях с использованием защитных пластиковых панелей // Строительные материалы. 2011. № 5. С. 34–36.
2. Карпеев С.В. Методика оценки экономической эффективности деятельности органов управления дорожным хозяйством по освоению новых технологий, техники и материалов // Строительные материалы. 2010. № 5. С. 4–7.
3. Карпеев С.В. Методические рекомендации по устройству вертикальной разметки на металлических барьерных ограждениях с использованием защитных пластиковых панелей. ОДМ 2185.007–2008. М.: ФГУП «Информавтодор». 20 с.
4. Барьер ограждения дорожного полотна и сооружений. Пат. на полезную модель № 29940 / С.В. Карпеев. Оpubл. 10.06.2003. Бюл. № 14.
5. Дорожные барьерные ограждения. Пат. на изобретение № 2408759 / С.В. Карпеев. Оpubл. 10.01.2011. Бюл. № 1.

VI Международная научно-практическая конференция «Повышение эффективности производства и применения гипсовых материалов и изделий» 10 лет успешного развития

5–7 сентября 2012 г. в Перми состоялась VI Международная научно-практическая конференция «Повышение эффективности производства и применения гипсовых материалов и изделий». Стартовал в 2002 г. в формате научно-практического семинара, за 10 лет мероприятие превратилось в главный профессиональный форум гипсовиков в России. Существенный импульс развития конференция получила после создания в 2005 г. Российской гипсовой ассоциации. С 2006 г. конференция проходит в различных городах России с проведением выездной сессии на передовых предприятиях отрасли.

С первых лет проведения конференции ее бессменным генеральным спонсором является фирма «КНАУФ» – крупнейший производитель гипсового вяжущего и материалов на его основе. В этом году генеральным спонсором конференции также выступила турецкая машиностроительная компания ERISIM makina. Поддержали проведение конференции ООО «Гипсополимер» и ООО «Урал-гипс» (Пермь), Корпорация «ВОЛМА» (Волгоград), «ЕвроХим-1» (Москва), ОАО «Рубежанский картонно-тарный комбинат» (Украина), машиностроительные компании Grenzebach, Gebr. Pfeiffer AG, RUD (Германия), AlphaPlatре (Франция).

В Конференции приняли участие более 200 человек из 23 регионов России и 11 зарубежных стран. Более половины участников представляли производственные предприятия. Традиционно на конференции высоко представительство науки – более 30 ученых из различных вузов и исследовательских организаций и фирм.



Приветствуя участников конференции управляющий группы КНАУФ СНГ Янис Краулис отметил, что в настоящее время группа КНАУФ большое внимание уделяет адаптации национальных стандартов России к международным, занимается продвижением идеи экоустойчивого строительства. Он обратился к Российской гипсовой ассоциации с предложением поддержать усилия КНАУФ по подготовке квалифицированных рабочих кадров для продвижения сухого строительства.

На конференции было заслушано 24 доклада, охватывающих полный спектр вопросов гипсового производства от добычи сырья до выпуска различных видов продукции на основе гипса.

С докладом о стратегии развития промышленности строительных материалов и индустриального домостроения на период до 2020 г. как основе сбалансированного развития строительной индустрии выступил президент Национального объединения участников строительной индустрии **А.Л. Лощенко** (читайте его статью на стр. 46).

С большим интересом коллеги встретили доклад руководителя отдела прикладной техники **Т.Н. Скворцова** о новом стандарте на гипсокартонные листы, разработанный на основе ГОСТ 6266-97 «Листы гипсокартон-

ные. Технические условия» и EN 520-2004+A1-2009-08 «Гипсокартонные листы. Понятия, требования и методы испытаний». В нем устанавливаются единые требования к российской и европейской продукции, что должно устранить технические барьеры при ведении коммерческой деятельности, в том числе в рамках таможенного союза, и обеспечить конкурентоспособность российской продукции на международном рынке.

После обсуждения и внесения в документ ряда изменений и дополнений, он направлен на рассмотрение в рабочую группу ТК №465 «Строительство».



Слева направо: генеральный директор ООО «КНАУФ гипс Кунгур» В.М. Филатов, управляющий группы КНАУФ СНГ Я. Краулис, президент Российской гипсовой ассоциации Ю.А. Гончаров, президент Национального объединения участников строительной индустрии А.Л. Лощенко



Оживленную дискуссию вызвал доклад канд. техн. наук А.П. Пустовгара (МГСУ) о применении волновых технологий в производстве гипсовых материалов



В.Ф. Янюшкин, директор компании GIPSO (Латвия), ознакомил коллег с апробированными и внедренными разработками по производству различных изделий из гипсоцементобетона



На импровизированном выставочном стенде немецкой компании Gebr. Pfeiffer AG всегда заинтересованные посетители



Многолетние творческие и деловые отношения связывают ректора Египетско-российского университета Шерифа Хелми и заведующего кафедрой геотехники и строительных материалов ИжГТУ Г.И. Яковлева



Слева направо: К.В. Ваганов (ООО «Bang & Bonsomer», Москва), А.Н. Малашкин (корпорация «ВОЛМА», Волгоград), Т.А. Кривоносова (ООО «Прикамская гипсовая компания», Пермь)



Участники конференции. На переднем плане Р.М. Абдуллин (ООО «Арачинский гипс», Казань)

В отличие от предыдущих стандартов, проект нового стандарта не предусматривает возможности выпуска морально устаревшей продукции. Но главное, номенклатура листов предполагает выпуск ряда новых видов листов, которые в настоящее время в России и странах СНГ не производятся.

Введение в действие предлагаемого к рассмотрению стандарта планируется в 2013 г.

Одним из самых обсуждаемых на конференции стал доклад **А.П. Пустовгара** (МГСУ) о волновых технологиях в производстве гипсовых материалов и изделий. Он отметил, что в основе волновых технологий лежат фундаментальные научные достижения в области нелинейной механики, разработанной коллективом Научного центра нелинейной волновой механики и технологии РАН. Применение волновых технологий позволяет на принципиально новом уровне решать технологические задачи измельчения, активации, идеального смешивания, дозирования, классификации, разделения жидких и газообразных неоднородных систем, экстракции, сушки, фильтрации, транспортировки и др. для многих отраслей промышленности. Были приведены практические примеры применения волновых технологий при производстве гипсовых вяжущих, материалов и изделий, показаны их преимущества и возможности внедрения в технологические линии волновых машин и аппаратов.

Конференция показала, что постепенно вопросы экологии становятся актуальными для производителей. Несколько докладов были посвящены использованию отходов в производстве гипсовых изделий. В ряде докладов поднимался вопрос об использовании различных вторичных гипсов, полученных в результате очистки газов, сточных вод, промывки химических продуктов и др.

В докладе **А.И. Рязико** (Научно-исследовательский институт по удобрениям и инсектофунгицидам им. проф. Я.В. Самойлова) было отмечено, что работы по поиску эффективных технологий по переработке фосфогипса и фторсодержащих отходов нейтрализации кислотных стоков производства экстракции серной кислоты ведутся более 30 лет. В начале 1990-х гг. многие проекты были заморожены или совсем свернуты. В настоящее время ведется работа по реализации технологии переработки фосфогипса и шлама станции нейтрализации кислотных стоков на ООО «Балаковские минеральные удобрения» мощностью 400 тыс. т в год, что приведет к снижению негативного воздействия на окружающую среду и снижению экологических платежей за размещение отходов примерно на 20 млн р. в год.



Деловое общение и обмен мнениями продолжается даже в перерывах между заседаниями



В рамках конференции состоялось вручение свидетельств новым членам Российской гипсовой ассоциации. Слева направо: А.Ф. Бурьянов, директор РГА, Ю.А. Гончаров, президент РГА, Р.Ф. Галиахметов, директор по развитию ООО «Росизвесть» (Воронеж)



Участников конференции приветствует французская компания AlphaPlatre. Ж. Энсо (Joel Esnault) и М.А. Дгебуадзе (справа)

Выездная сессия конференции состоялась на ООО «КНАУФ гипс Кунгур», которое занимается добычей и переработкой гипсового камня и производит на его основе современные стройматериалы: КНАУФ-листы, КНАУФ-гипсоплиты, КНАУФ-профили.

Недостроенный завод КЖД был приобретен фирмой «КНАУФ» в 2001 г. в рамках программы Пермской области по продаже незавершенного строительства. К концу 2003 г. была запущена линия металлического профиля, введен в эксплуатацию гипсовый карьер Ергачинского месторождения, начат выпуск КНАУФ-листа. В последующие годы постоянно проводится модернизация производства. Традиционно руководство фирмы «КНАУФ» уделяет большое внимание вопросам экологии. На «КНАУФ гипс Кунгур» рекультивировано более 5 га земель карьера Ергачинский, производится поэтапная рекультивация на Шубинском карьере. На границе санитарно-защитной зоны предприятия ведется мониторинг воздуха на наличие загрязняющих веществ. Общая сумма инвестиций в развитие ООО «КНАУФ гипс Кунгур» составила 68 млн евро.



Участников конференции приветствует глава города Кунгур Роман Александрович Кокшаров

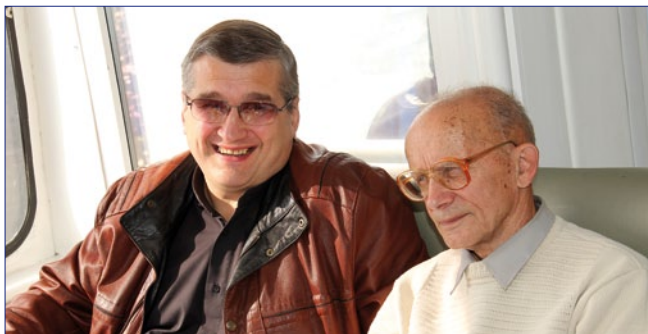


Посещение производственного предприятия самая интересная часть конференции



Предварительная информация о производстве и продукции «КНАУФ гипс Кунгур» в учебной аудитории предприятия

Культурная программа конференции включала интереснейшую экскурсию по городу и прогулку на теплоходе по р. Каме.



С.В. Фёдоров (слева), директор Центра профессиональных компетенций в строительстве, и Ю.Г. Мещеряков, зав. кафедрой строительных материалов и технологий Центрального института повышения квалификации ОАО «Атомэнергопром» (Санкт-Петербург)



И.В. Недосеко (слева), профессор кафедры строительных конструкций Уфимского государственного нефтяного технического университета, и Х.-Б. Фишер, доктор-инженер веймарского университета Bauhaus (Гекрмания)



Участие в отраслевых научно-практических конференциях – это не только возможность встретиться с российскими и зарубежными коллегами, обсудить производственные и технологические вопросы, почерпнуть новые знания. Это уникальная возможность побывать в сказочных уголках природы, заглянуть в которые у многих может не быть другой возможности.

В этом году участников конференции ждала встреча с национальным достоянием не только Пермского края, но и всей России, подлинной драгоценностью Прикамья **Кунгурской ледяной пещерой**, которая находится в старинном городе Кунгуре на берегу р. Сылвы в недрах Ледяной горы.

Кунгурская ледяная пещера – седьмая в мире по протяженности среди гипсовых пещер, и пожалуй, первая по красоте. И хотя мы спустились в пещеру не в сезон расцвета ее мистической красоты (лучшее время для посещения пещеры февраль-март), тем не менее нам удалось насладиться фантастическими видами и величием подземных озер и исполинских гротов, услышать тихий разговор между льдом, водой и камнем.

По определению ученых, возраст пещеры 10–12 тыс. лет, она является выдающимся карстовым объектом, крупнейшей гипсовой пещерой Урала, шестой в мире по протяженности (5600 м) среди пещер гипсового карста.

Пещера находится в гипсах и ангидридах кунгурского яруса пермской геологической системы, которые чередуются с пластами известняков и доломитов. Эти породы образовались 260 млн лет назад в пермский период геологической истории Земли. В те далекие времена здесь располагалось море, которое тянулось вдоль западного склона Уральского хребта до нынешнего Каспийского моря. В воде и на дне моря в несметном количестве обитали морские организмы. Отмирая, они оставляли скелеты и раковины, которые смешивались с донным илом, постепенно образуя огромные залежи. Так возникли пласты известняков в основании пещеры.



В связи с поднятием Уральского хребта море обмелело, оставив большие заливы. Вода в заливах испарялась, и по мере того, как рассолы сгущались, на дно выпадал белый гипсовый осадок, ставший впоследствии горной породой – гипсом. На это ушел не один миллион лет.

Во второй половине пермского периода море ушло из пределов нынешней Пермской области.

Дождевые и снеговые воды проникали в толщу пород, растворяя их, создавая при этом многочисленные пустоты. Это был длительный процесс, который тянулся не одну сотню тысяч лет.

Кто открыл Ледяную пещеру остается тайной. Науке она известна со времен С.У. Ремезова, который был в Кунгуре в 1703 г. и составил подробный план пещеры. Первые исследования пещеры были проведены в начале XVIII в. В 1914 г. А.Г. Хлебников арендовал пещеру у сельской общины. Более четверти века он проводил исследования пещеры, занимался благоустройством, проводил экскурсии. Во многом благодаря его энтузиазму началось системное изучение пещеры и организация туризма.

В настоящее время исследованная площадь пещеры составляет 65 тыс. м², протяженность – около 5,7 км, из них 1,5 км оборудовано для посещений туристами. Кунгурская ледяная пещера единственная в России оборудована для экскурсий. Средняя температура воздуха в центре пещеры +5°С, относительная влажность воздуха – 100%.

Около 50 гротов, 70 озер и 146 так называемых «органных труб» – высоких шахт, доходящих почти до поверхности, составляют неповторимую красоту Кунгурской ледяной пещеры.

По указу губернатора Пермской области от 26.06.2001 г., № 163 Ледяная гора и Кунгурская Ледяная пещера представляют собой историко-природный комплекс.



Почти полтора часа бродили мы по сказочному подземному миру.

Прогуляйтесь и вы, коллеги - <http://www.youtube.com/watch?v=GVC9hviIBe0&feature=related>



А.Л. ЛОЩЕНКО, канд. экон. наук, председатель Комитета НОСТРОЙ по строительным материалам, изделиям и конструкциям (Москва)

Стратегия развития промышленности строительных материалов и индустриального домостроения на период до 2020 года как основа сбалансированного развития строительной индустрии

Строительный комплекс, включающий строительную индустрию, играет одну из ведущих ролей в российской экономике, а его состояние служит базовым показателем экономического и технического развития государства.

Решение задач увеличения ввода жилья к 2020 г. до 140 млн м², а также модернизации отечественной промышленности и инфраструктуры требует реализации соответствующих мер по развитию строительного комплекса Российской Федерации.

Проблемы жилищного строительства тесно связаны с состоянием производства строительных материалов, изделий и конструкций, поскольку в структуре стоимости строительства доля строительных материалов в среднем составляет более 60%, следовательно, себестоимость жилья во многом зависит от цен на стройматериалы. На предприятиях строительного комплекса высок уровень изношенности оборудования. Энергозатраты на производство строительных материалов, изделий и конструкций выше среднего показателя по отечественной промышленности в целом и значительно выше мирового уровня.

Основными инновационными направлениями развития производства строительных материалов являются повышение качества, энергоэффективности, экологичности и снижение энергоемкости продукции. *Отраслевая наука должна становиться более динамичной в меняющихся условиях, а отрасль более восприимчивой к техническому прогрессу.*

В настоящее время весьма актуальным является разработка новых композиционных малоцементных и бещементных вяжущих, композиционного гипсового вяжущего, ангидритовых вяжущих из фосфорсодержащих техногенных отходов химической и горнодобывающей отраслей, металлургии и ТЭЦ.

Учеными проделана большая исследовательская работа, получено множество патентов по вовлечению отходов производства в качестве вторичного сырья, что является технологической основой использования накопленных отходов при изготовлении энергосберегающих и дешевых стройматериалов.

С целью создания в Российской Федерации производства номенклатуры современных высококачественных энергосберегающих и конкурентоспособных строительных материалов, изделий и конструкций с учетом потребностей и имеющейся сырьевой базы приказом Минрегиона России от 30 мая 2011 г. № 262 утверждена Стратегия развития промышленности строительных материалов и индустриального домостроения на период до 2020 года, которая имеет региональный аспект.

Разработка и реализация Стратегии обусловлена необходимостью развития промышленности строительных материалов и обеспечения соответствия объемов произ-

водства, качества и ассортимента продукции предприятий отрасли спросу на внутреннем рынке, решения системных проблем структурного характера, таких как:

- технологическое отставание одного из базовых секторов российской экономики от уровня ведущих стран мира;
- высокая себестоимость стройматериалов и низкая конкурентоспособность отечественной продукции;
- низкий уровень отечественных научно-технических разработок в области строительных материалов.

Реализация положений Стратегии будет способствовать: созданию долговременных условий для устойчивого развития предприятий стройматериалов и повышению их конкурентоспособности; повышению инвестиционной привлекательности отрасли; преодолению технологического отставания отечественных предприятий стройматериалов от предприятий ведущих зарубежных компаний; ослаблению зависимости экономики страны от импорта стройматериалов и оборудования для предприятий по производству строительных материалов, расширению экспорта высокотехнологичной продукции.

С целью реализации поручений председателя Правительства Российской Федерации и указанной Стратегии Минрегионом России подготовлены Методические рекомендации по разработке программ развития предприятий промышленности строительных материалов и индустриального домостроения субъектов Российской Федерации на перспективу.

Для обеспечения координации действий в процессе строительства и модернизации предприятий строительных материалов, изделий и конструкций, имеющих межрегиональное значение, включая технологическое развитие производственной базы индустриального домостроения в субъектах Российской Федерации, приказом Минрегионразвития России от 7 декабря 2011 г. № 558 создан Координационный совет по контролю за реализацией Стратегии развития промышленности строительных материалов и индустриального домостроения на период до 2020 г. (Совет). В его состав вошли представители заинтересованных федеральных органов исполнительной власти, профессиональных объединений, организаций, научных учреждений для практического осуществления намеченных мероприятий в строительном комплексе. По основным направлениям развития промышленности строительных материалов и индустриального домостроения создано семь рабочих групп.

В настоящее время более 60% субъектов Российской Федерации разработали и утвердили региональные программы развития предприятий промышленности строительных материалов и индустриального домостроения. В остальных субъектах программы находятся на согласовании либо в стадии разработки.

Особое внимание в региональных программах уделяется техническому перевооружению предприятий строительного комплекса, которое происходит очень медленно, и без скорейшего принятия соответствующих мер по внедрению новейших технологий положение будет усугубляться.

Особую озабоченность вызывает машиностроительная база по производству оборудования для строительного комплекса, которая не в состоянии производить современное энергоэффективное оборудование полного цикла. Российские машиностроительные заводы в основном выпускают габаритное металлоемкое оборудование, а также нестандартизированное оборудование. Это во многом способствует задержке замены морально и физически устаревшего оборудования. Такое положение диктует необходимость воссоздания машиностроительных заводов по выпуску современного энергоэффективного отечественного оборудования и оснастки для промышленности строительных материалов.

Высокая себестоимость строительных материалов и строящегося жилья обусловлена в том числе высоким уровнем изношенности оборудования и техники на предприятиях строительного комплекса, которая на большинстве предприятий достигает 70%, а также использованием устаревших энергозатратных технологий. Технический уровень большинства российских домостроительных предприятий значительно отстал от современных требований, поскольку на большинстве заводов применяется оборудование 60–80-х гг. прошлого столетия и производятся соответственно устаревшие серии домов.

На действующих домостроительных комбинатах (ДСК) модернизация и реконструкция проведена не более чем на 10% от всего количества домостроительных предприятий, в основном для поддержания функционирования устаревших производств. Из них только на нескольких ДСК введено в эксплуатацию технологическое оборудование, позволяющее выпускать энергосберегающую продукцию. Техническое и технологическое перевооружение предприятий строительного комплекса происходит в основном путем привлечения иностранных компаний. При этом стоимость отдельных зарубежных поставок оборудования превышает стоимость отечественных аналогов в 5–6 раз.

Результаты проведенного анализа международной практики и отечественного опыта использования современных технологий в строительной индустрии свидетельствуют о том, что наиболее эффективны автоматизированные технологические линии с возможностью изготовления на одном стенде широкой номенклатуры типоразмеров независимо от назначения здания, позволяющие значительно снизить себестоимость продукции и ее ликвидность.

Наиболее целесообразно производить заимствованные технологии в развитых странах с последующей локализацией производства. Работа по организации тесного взаимодействия региональной власти, производителей стройматериалов и машиностроителей позволит наладить в России производство самого современного оборудования, как для ДСК, так и для современных материалов и изделий.

Привлечение западных (европейских и американских) и азиатских (корейских и китайских) технологий позволяет также привлечь связанные кредиты от финансовых институтов этих стран.

Важнейшим изменением в структуре финансирования является и ожидаемое увеличение объемов привлеченных средств для обеспечения целей технического развития с учетом социально-экономического развития субъектов Российской Федерации на долгосрочную перспективу.

Капиталовложения будут осуществляться за счет частного сектора экономики, поскольку предприятия стройиндустрии на 99% частные. Источником дополнительных инвестиций должны стать заинтересованные крупные корпоративные структуры, включающие предприятия, на базе которых возможно создание кластеров – объединений предприятий и исследовательских лабораторий по выпуску конкурентоспособных строительных материалов, изделий и конструкций как для внутреннего рынка, так и для поставок на внешний рынок.

Кластерное объединение может выступить организацией, решающей проектные задачи восстановления инфраструктуры и институтов, занимающихся подготовкой кадров для строительной отрасли, преодолев существенный разрыв между подготовкой и потребностями в кадрах, обучением и производством.

Кластерный подход в строительстве позволит отечественной промышленности противостоять зарубежным компаниям, которые давно уже выстроили взаимодействие малого и крупного бизнеса на основе кластерных объединений. Игра по другим правилам может привести к вытеснению отечественных компаний с рынка в связи с вступлением России в ВТО.

Для своевременного отражения этой угрозы необходима консолидация игроков строительного рынка с сохранением существующих прав собственности (мягкая консолидация в форме кластера) вначале на общей информационной основе, затем выстраивании общего правового поля хозяйственной деятельности, общей маркетинговой деятельности, кадровой политики. Это позволит контрагентам, государственным структурам рассматривать строительный комплекс как единую конкурентоспособную структуру, способную эффективно осваивать и реализовывать крупные строительные проекты как на региональном, так и на федеральном уровне.

Государство поощряет и поддерживает инициативы бизнеса по созданию кластеров. В 2012 г. Министерством экономического развития Российской Федерации был объявлен федеральный конкурс инновационных территориальных кластеров, который предполагает поддержку не менее 10 пилотных кластеров в разных субъектах Федерации в течение ближайших пяти лет. Цена выигрыша очень велика – федеральный грант в размере около 500 млн р. на пять лет. Таким образом, регион и строительная отрасль области, не двигаясь по этому пути, теряют возможность получения дополнительных инвестиционных ресурсов для развития.

Преимуществами кластера являются выработка общей политики участников строительного рынка в сфере стандартов, подготовка кадров, внедрение современных технологий и материалов, информатизация коммерческих процессов, участие в тендерах на получение крупных строительных заказов, снижение уровня коррупции в отрасли за счет повышения прозрачности и т. д.

Главным условием поступательного развития строительной сферы является выстраивание системы взаимодействия всех ее участников – производителей строительных материалов и изделий, проектировщиков, строителей в целях решения вопросов сбыта и обеспечения сырьевыми ресурсами, внедрения инновационных материалов и технологий, привлечения инвестиционных ресурсов, кадровой подпитки отрасли квалифицированными специалистами с обязательным взаимодействием с органами государственной власти всех уровней.

Основной задачей, стоящей перед стройкомплексом, является сближение этих позиций с целью отработки конструктивных решений элементов зданий, расширения практики применения наилучших объемно-планировочных и конструктивных схем домостроительных систем.

Л.И. ДВОРКИН, д-р техн. наук, О.Л. ДВОРКИН, д-р техн. наук,
В.В. ЖИТКОВСКИЙ, канд. техн. наук, Национальный университет
водного хозяйства и природопользования (Ровно, Украина)

Расчет составов мелкозернистого гипсобетона на плотных заполнителях

Основной задачей получения эффективных строительных материалов является снижение их энергоемкости. В условиях роста цен на энергоносители повышается актуальность более широкого использования таких малоэнергоемких материалов, как гипсовые вяжущие и композиции на их основе. При этом использование добавок-модификаторов позволяет существенно улучшить свойства гипсовых материалов и расширить сферу их применения.

Расчет состава гипсобетона имеет ряд особенностей, обусловленных широким диапазоном возможной активности вяжущего (марки Г-5–Г-25), существенным различием между методикой определения прочности вяжущего и реальными условиями работы гипсобетона в конструкции, возможностью изменения в широких пределах расхода и вида заполнителя.

Основными исходными данными для проектирования состава являются прочностные характеристики гипсобетона и удобоукладываемость смеси, определяемая условиями формования.

Прочность гипсобетона, так же как и прочность цементных бетонов [1], определяется плотностью матрицы, формируемой при твердении вяжущего, которая обусловлена в первую очередь гипсоводным отношением (Г/В). Известно несколько выражений, характеризующих зависимость прочности при сжатии гипсобетона (R_6) от водогипсового отношения [2, 3]. Одной из наиболее широко применяемых формул является формула Бульчева:

$$R_6 = kA \frac{(\Gamma/V)\alpha - 0,5}{(\Gamma/V)' - 0,5}, \quad (1)$$

где $(\Gamma/V)'$ – величина, обратная нормальной густоте гипсового вяжущего; A – активность вяжущего; α – коэффициент тонкости помола гипсового вяжущего, при-

нимаемый для строительного гипса равным 1,3; k – масштабный коэффициент.

Анализируя формулу (1), следует отметить, что в ней не учтено влияние на прочность гипсобетона вида и количества заполнителей. Влияние нормальной густоты на прочность, очевидно, учитывается как через величину $(\Gamma/V)'$. Анализ влияния основных факторов на прочность гипсобетона по известным и собственным экспериментальным данным указывает, что при близком к линейному влиянию Г/В на прочность (рис. 1) имеет место существенный разброс экспериментальных значений, обусловленный количеством заполнителя в бетоне. Изделия из гипсобетона можно получать, используя смеси с широким диапазоном соотношений заполнитель:гипсовое вяжущее (З/Г). При этом применение разжижающих добавок, а также различных способов уплотнения бетона позволяет формировать изделия при Г/В, значительно отличающихся от стандартной нормальной густоты вяжущего.

Так как основные факторы, влияющие на прочность гипсовых и цементных бетонов, близки, для определения прочности гипсобетона и проектирования состава предлагается использовать уравнение Болоемя, вводя специфические значения коэффициентов:

$$R_6 = pAR_r(\Gamma/V - b), \quad (2)$$

где R_6 – прочность гипсобетона в сухом состоянии, МПа; R_r – активность гипса, определенная по действующему стандарту, МПа; pA – ($pA = A_1A_2...A_n$) мультипликативный коэффициент, учитывающий влияние различных факторов на прочность (качество заполнителя, условия твердения, использование замедлителя сроков схватывания и др.); b – коэффициент, определяющий влияние количества заполнителя.

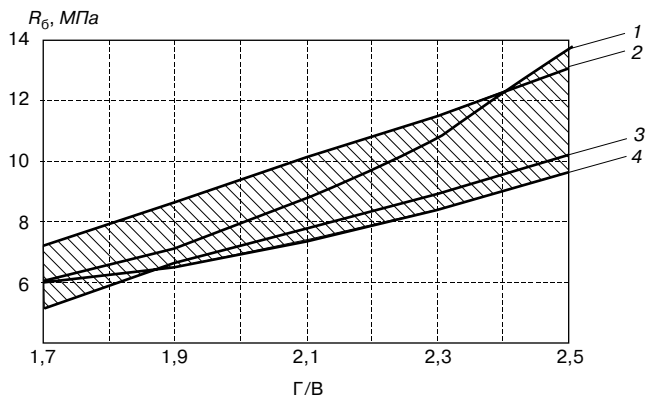


Рис. 1. Зависимость прочности при сжатии гипсобетона (R_6) от гипсоводного отношения: 1 – по данным [2]; 2 и 3 – по данным авторов; 4 – по данным [3]; З/Г – соотношение между массовыми расходами заполнителя и гипса

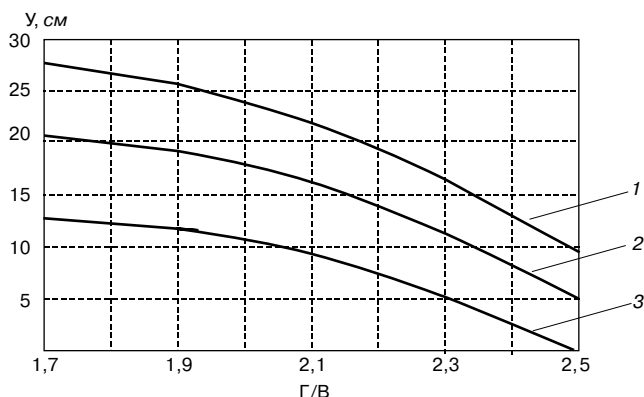


Рис. 2. Зависимость удобоукладываемости (U , см) от гипсоводного отношения и количества заполнителя: 1 – З/Г=0; 2 – З/Г=0,6; 3 – З/Г=1,2

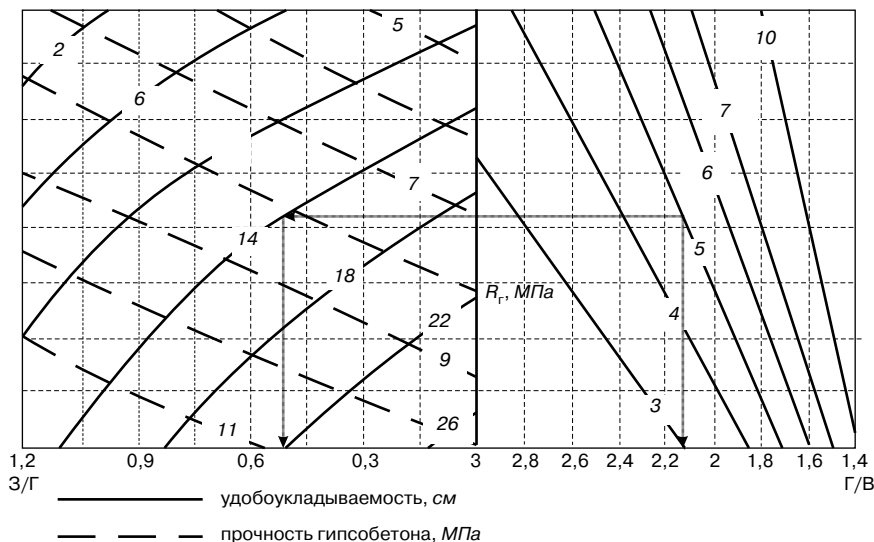


Рис. 3. Номограмма для определения параметров состава гипсобетона

В результате анализа экспериментальных данных получены уравнения для расчета эмпирических значений коэффициентов A и b для гипсобетонов на кварцевом песке и строительном гипсе. При использовании гипса определенной марки эти коэффициенты существенно зависят от массового соотношения между заполнителем и вяжущим:

$$A = 1,45 - 0,18 \cdot 3/\Gamma; \quad (3)$$

$$b = \frac{7,8 + 0,21 \cdot 3/\Gamma}{7,2 - 0,88 \cdot 3/\Gamma}. \quad (4)$$

Уточненные значения коэффициентов можно получить с учетом экспериментальных данных испытаний гипсобетонов на конкретных исходных материалах.

Удобоукладываемость гипсобетонной смеси зависит от гипсоводного отношения (Γ/V), вида заполнителя и его количества, а также от свойств вяжущего (его водопотребности). Наиболее распространенным способом уплотнения гипсовых изделий является литье, поэтому во многих методиках расчета состава гипсобетона определение расхода воды привязывается к литой консистенции смеси. Широкое применение интенсивных способов формования гипсовых изделий требует более точного учета удобоукладываемости и связанной с ней водопотребности смеси.

Для определения необходимого водосодержания гипсобетонных смесей можно использовать полученную математическую модель удобоукладываемости (Y , см):

$$Y = -111,93 + 105,79 \Gamma/V + 2,24 3/\Gamma - 20,3 \Gamma/V^2 - 1,28 3/\Gamma^2 - 1,92 \Gamma/V 3/\Gamma. \quad (5)$$

Область справедливости данной модели: $\Gamma/V = 2,1 \pm 0,4$; $3/\Gamma = 0,6 \pm 0,6$. При построении уравнения удобоукладываемость определялась как диаметр расплава стандартного конуса на встряхивающем столике после десяти встряхиваний. Этот способ позволяет с достаточной точностью оценить удобоукладываемость как литых, так и жестких мелкозернистых гипсобетонных смесей (рис. 2).

Решение задачи проектирования состава гипсобетона при заданной прочности и удобоукладываемости возможно при решении системы уравнений (2) и (5):

$$\begin{cases} R_6 = pAR_r(\Gamma/V - b) \\ Y = -111,93 + 105,79 \Gamma/V + 2,24 3/\Gamma - 20,3 \Gamma/V^2 - 1,28 3/\Gamma^2 - 1,92 (\Gamma/V)(3/\Gamma). \end{cases} \quad (6)$$

Для некоторых значений прочности (R_6 , МПа) и удобоукладываемости (Y , см) должно существовать решение в виде параметров состава Γ/V и $3/\Gamma$.

Для удобства практического применения данной модели построена номограмма (рис. 3). Номограмма справедлива при использовании строительного гипса с водопотребностью (нормальной густотой) 51–52%. Для вяжущего с большей или меньшей водопотребностью следует увеличивать (или уменьшать соответственно) заданную удобоукладываемость смеси из расчета 1 см на каждый процент.

Данная номограмма (рис. 3) построена без учета возможного влияния дополнительных факторов (формула (2) коэффициенты A_1, A_2, \dots, A_n). При использовании дополнительных коэффициентов и

номограммы следует изменить заданное значение прочности гипсобетона (R_6) из расчета:

$$R_6 = pAR_r(\Gamma/V - b) = AA_1A_2 \dots A_n R_r(\Gamma/V - b) \Rightarrow \frac{R_6}{A_1A_2 \dots A_n} = AR_r(\Gamma/V - b). \quad (7)$$

При использовании номограммы предлагается выполнять расчет состава мелкозернистого гипсобетона на плотных заполнителях по следующему алгоритму.

1. По заданным параметрам прочности при сжатии гипсобетона и удобоукладываемости смеси с учетом активности, водопотребности вяжущего и с учетом дополнительных факторов по номограмме (рис. 3) определяем значения Γ/V , $3/\Gamma$.
2. Находим расход гипса:

$$\Gamma = \frac{1000}{\frac{1}{\rho_r} + \frac{V}{\Gamma} + \frac{(3/\Gamma)}{\rho_3}}. \quad (8)$$

3. Определяем расходы воды (V) и заполнителя (3):

$$V = \frac{\Gamma}{\Gamma/V}; \quad (9)$$

$$3 = \Gamma \cdot 3/\Gamma. \quad (10)$$

При проектировании составов гипсовых бетонов, так же как для бетонов других видов, установление окончательных номинальных и рабочих составов должно производиться при экспериментальной проверке расчетных данных.

Ключевые слова: гипсобетон, прочность, удобоукладываемость, расчет состава.

Список литературы

1. Дворкин Л.И., Дворкин О.Л. Основы бетоноведения. СПб: Стройбетон, 2006. 691 с.
2. Ферронская А.В. Справочник. Гипсовые материалы и изделия (производство и применение). М.: Изд-во Ассоциации строительных вузов, 2004. 485 с.
3. Брюкнер Х., Дейлер Е. и др. Гипс. Изготовление и применение гипсовых материалов. М.: Стройиздат, 1981. 210 с.

А.И. КУДЯКОВ, д-р техн. наук, Л.А. АНИКАНОВА, канд. техн. наук,
В.В. РЕДЛИХ, инженер (redlih_v@mail.ru), Ю.С. САРКИСОВ, д-р хим. наук,
Томский государственный архитектурно-строительный университет

Влияние сульфата и сульфита натрия на процессы структурообразования фторангидритовых композиций

В настоящее время актуальными являются эффективные строительные материалы на основе гипсовых и гипсосодержащих вяжущих, включающих отходы промышленности (фторангидрит, фосфогипс, борогипс и др.), полученные по безобжиговым технологиям [1, 2], что объясняется низкими энергозатратами на производство, необходимостью утилизации побочных продуктов химических производств, хорошими эксплуатационными характеристиками полученных на их основе изделий.

На кафедре «СМиТ» ТГАСУ проводятся исследования по разработке композиционных вяжущих из фторангидрита (ФТА) – отхода производства плавиковой кислоты, и стеновых материалов на их основе. Основные трудности при изготовлении различных строительных изделий на основе фторангидрита вызваны наличием в нем серной кислоты, находящейся в порах зерен и адсорбированной на поверхности, и необходимостью ее нейтрализации щелочными компонентами (известью, известковой мукой, карбидным илом, портландцементом, нефелиновым шламом и др.). Для повышения активности фторангидрита и возможности его использования для изготовления строительных изделий рекомендуется применять целый ряд комплексных добавок и сложных приемов, что повышает трудоемкость технологических процессов и стоимость конечной продукции [2].

Проанализировав известные способы регулирования процессов структурообразования ангидритовых вяжущих путем введения добавок активаторов, предложены технологические приемы регулирования свойств фторангидритовых вяжущих.

В работе исследовалось влияние сульфатных добавок (сульфата и сульфита натрия) на свойства фторангидритовых вяжущих, полученных нейтрализацией кислого отхода производства плавиковой кислоты избытком известняка. При этом химический состав исходного вяжущего представлен растворимым ангидритом (35%), нерастворимым ангидритом (59%), фторидом кальция (1%), остаточной серной кислотой (5%).

Выбор сульфатных добавок обоснован их влиянием на процессы растворимости сульфатов кальция, и как следствие, повышением прочностных характеристик вяжущего. В литературных источниках достаточно подробно описано влияние сульфатов на процессы структурообразования фторангидритовых вяжущих, однако высокая стоимость указанных добавок заставляет искать им альтернативу.

С целью исследования влияния добавок сульфата и сульфита натрия на свойства фторангидритовых вяжущих использовалась методика малых образцов, по которой исследовались образцы размером 2×2×2 см, изготовленные из равноподвижных смесей нормальной густоты [3]. Добавки в количестве 2 и 3% от массы фторангидрита вводились с водой затворения в растворенном состоянии. На рис. 1 представлены результаты экспериментальных данных по влиянию добавок на прочностные характеристики образцов. Отмечено, что прочностные характеристики образцов с добавкой 2% сульфита натрия в возрасте 7 сут имеют максимальное значение – 55 МПа, что более чем в 10 раз превышает значение прочности контрольных образцов. Прочность на сжатие образцов с добавкой 2% сульфата натрия в том же возрасте составляет 52 МПа. В возрасте 14 сут

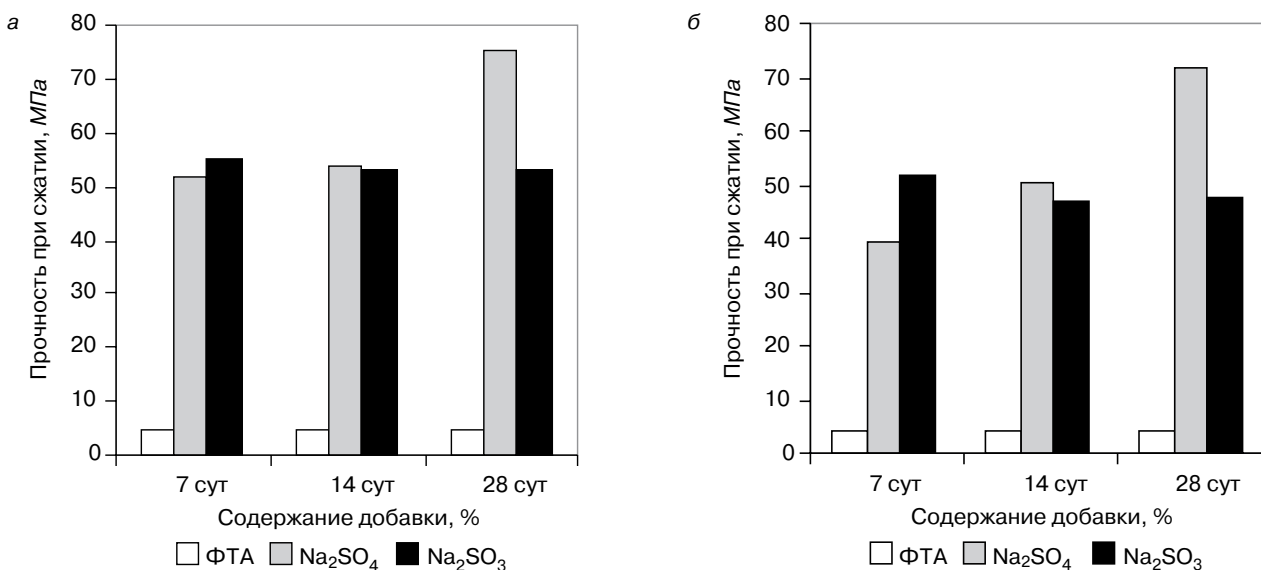


Рис. 1. Изменение прочности фторангидритового вяжущего с добавками растворов Na₂SO₃ и Na₂SO₄: а – 2%, б – 3%

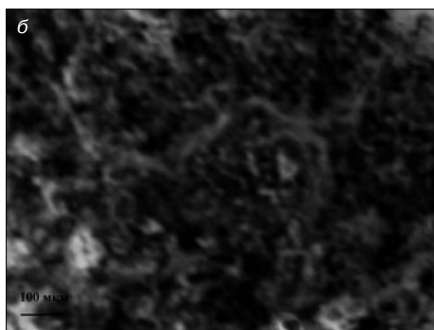
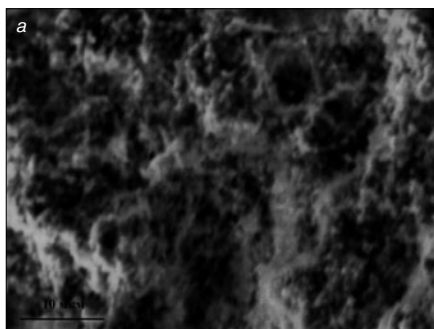


Рис. 2. Микрофотография фторангидрита без добавок: масштаб а – 10 мкм, б – 100 мкм

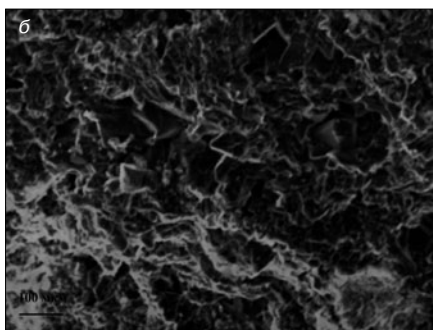
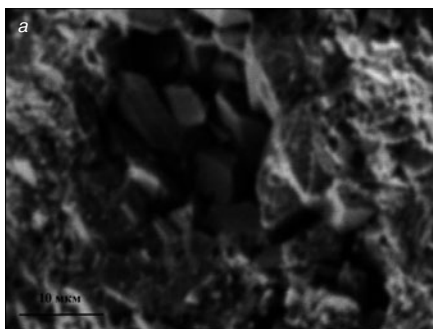


Рис. 3. Микрофотография фторангидрита с добавкой Na_2SO_3 : масштаб а – 10 мкм, б – 100 мкм

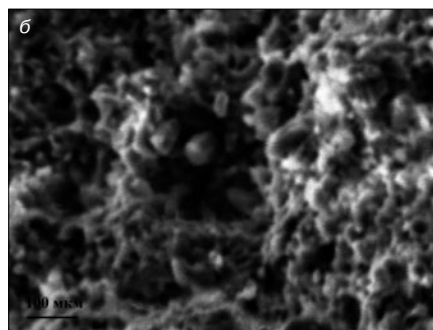
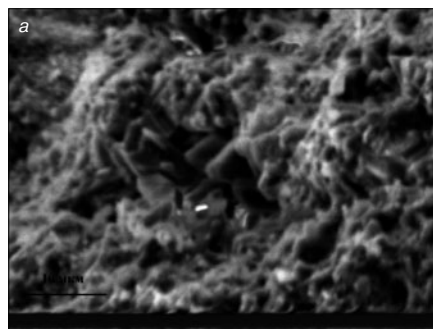


Рис. 4. Микрофотография фторангидрита с добавкой Na_2SO_4 : масштаб а – 10 мкм, б – 100 мкм

прочность образцов с добавкой сульфита натрия также превышает прочностные характеристики образцов с добавкой сульфата натрия и составляет 51,6 МПа по сравнению с 48,7 МПа соответственно. Показано, что к 28 сут. возрасту прочность образцов с добавкой 2% сульфата натрия составляет 75,4 МПа, что существенно превышает прочность образцов с добавкой сульфита натрия, однако при этом прочность образцов с добавкой 2% сульфита натрия остается достаточно высокой – 53 МПа, что более чем в 10 раз превышает прочность контрольных образцов в возрасте 28 сут. Введение добавок в количестве 3% несколько снижает прочностные характеристики вяжущего, однако общая картина при этом не меняется. Введение добавок более 3% нецелесообразно, поскольку прочностные характеристики образцов при этом снижаются.

С целью определения основных структурообразующих веществ фторангидритового вяжущего проведены рентгенографические исследования образцов. Исследуя образцы затвердевшего фторангидритового вяжущего, определили основные дифракционные максимумы с $d \times 10^{-10}$ м (175, 186, 221, 349, 386) соответствуют ангидриту, что свидетельствует о том, что твердение таких образцов происходит в основном за счет процесса испарения воды и частичного растворения растворимого ангидрита.

В образцах, содержащих 2% раствора Na_2SO_3 , отмечены дифракционные максимумы с $d \times 10^{-10}$ м (349, 286, 232, 220, 218, 208, 174, 247, 284, 386), соответствующие ангидриту. Дополнительно отмечено образование кристаллов CaSO_3 с $d \times 10^{-10}$ м (287, 208, 220, 245, 432), двухводного гипса с $d \times 10^{-10}$ м (759, 427), полугидрата сульфата кальция с $d \times 10^{-10}$ м (175, 348, 165). Можно предположить, что основными структурообразующими веществами, обеспечивающими раннюю прочность фторангидритового вяжущего с добавкой сульфита натрия, являются сульфит кальция и двухводный гипс.

Исследуя образцы с добавкой Na_2SO_4 (2%), отмечены дифракционные максимумы, соответствующие ангидриту с $d \times 10^{-10}$ м (249, 278, 232, 221, 218, 136), двухводному гипсу с $d \times 10^{-10}$ м (177, 306, 761, 428, 379, 287), полугидрату сульфата кальция с $d \times 10^{-10}$ м (306, 348).

Можно предположить, что формирование структуры твердения фторангидритового вяжущего с добавкой сульфата натрия происходит за счет образования двуводрата и полугидрата сульфата кальция.

На рис. 2–4 представлены данные электронно-микроскопических исследований фторангидритовых образцов. Исследования проводились на микроскопе «Tesla bs 301» при увеличении в 2000 и 4000 раз в семисуточном возрасте образцов. Исходя из характера скола образцы без добавок (рис. 2) состоят из рыхлых кристаллов затвердевшего фторангидрита с наличием крупных пор. Столбообразные кристаллы двухводного гипса практически отсутствуют. В образцах с добавкой сульфита натрия (рис. 3) отмечено образование иглообразных кристаллов двухводного гипса с прорастанием в порах кристаллических крупных кристаллов новообразований, что свидетельствует о протекании быстрого процесса обмена в системе фторангидрит–добавка–вода.

В образцах с добавкой сульфата натрия (рис. 4) отмечено образование плотной упаковки кристаллов двухводного гипса. Однако в порах присутствуют мелкие кристаллы новообразований, что свидетельствует о медленном образовании структурообразующих веществ.

Различия в структурно-механических свойствах, по нашему мнению, связаны с различным механизмом действия добавок сульфата и сульфита натрия. Дело в том, что сульфит натрия – это соль, образованная сильным основанием и слабой кислотой. Она подвергается ступенчатому гидролизу с образованием при обычных условиях гидросульфита натрия NaHSO_3 и NaOH . На конечной стадии такого процесса может образовываться сернистая кислота и NaOH .

Гидросульфит натрия обладает высокой реакционной способностью по отношению к исходным вяжущим, стимулируя процессы обмена в системе фторангидрит–добавка–вода.

При введении Na_2SO_4 в системе накапливаются сульфат ионы SO_4^{2-} , так как данная соль – соль сильного основания и сильной кислоты. По законам химии эта соль подвергается электролитической диссоциации и распадается на ионы Na^+ и SO_4^{2-} . Таким образом в си-

системе уже присутствуют ионы SO_4^{2-} и по принципу Ле-Шателье химические реакции, лежащие в основе структурообразования, замедляются, так как одноименные ионы не будут производиться системой (по крайней мере, с той же скоростью) если они уже заведомо в ней присутствуют. Этим можно объяснить полученные результаты по прочности исследуемых образцов. Однако в длительные сроки твердения в системе с добавкой Na_2SO_4 могут формироваться более совершенные кристаллы, новообразования, которые способны формировать пространственную структуру с повышенными прочностными характеристиками. Чем более длительным является индукционный период гидратации и структурообразования, тем более совершенные кристаллы формируются в системе, выше однородность, плотность и прочность структур твердения. Данные положения согласуются с [4, 5].

С учетом представленных экспериментальных данных можно отметить, что при необходимости раннего набора прочности (до 7 сут) рациональнее использовать добавку сульфата натрия, в поздние сроки (до 28 сут) – добавку сульфата натрия. Стоимость добавки сульфата натрия в настоящее время составляет 80 р/кг, добавки сульфата натрия – 130 р/кг, поэтому добавка сульфата натрия может быть использована в качестве активатора твердения ангидридных вяжущих наряду с сульфатными добавками.

По результатам исследований можно предположить, что рационально использовать совместное воздействие сульфатных и сульфитных добавок, поскольку это не просто двойное действие добавок, а буферная смесь, следовательно, механизм действия такой добавки будет

подчиняться буферному действию. Это в свою очередь означает, что в системе будет поддерживаться постоянно строго определенного диапазона pH, обуславливающего устойчивость фаз, формирующих структурообразование [5].

Наши дальнейшие разработки направлены на исследование вяжущих с комплексным воздействием сульфатных и сульфитных добавок и строительных материалов на их основе.

Ключевые слова: сульфат, сульфит натрия, фторангидрит; процесс формирования структуры.

Список литературы

1. Чернышева Р.А. Переработка фосфогипса в высококачественные вяжущие вещества // Строительные материалы. 2008. № 8. С. 4–6.
2. Kudyakov A., Anikanowa L. Poröse Wandbaumaterialien auf Basis des sauren Fluoranhidrids. Weimarer Gipstagung // Bauhaus-Universität. 2011. S. 245–249.
3. Петрова Л.В. Химия вяжущих строительных материалов. Ульяновск: УлГТУ, 2009. 64 с.
4. Бутт Ю.М., Тимашев В.В. Практикум по химической технологии вяжущих материалов: Учебное пособие для химико-технологических вузов. М.: Высшая школа, 1973. 504 с.
5. Петровский В.А. Значение докритической стадии в кинетике зарождения центров кристаллизации // Журнал физхимии. Т. 5. 1979. № 8. С. 2075–2078.

9-12 АПРЕЛЯ **УФА-2013**

XVII СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ ВЫСТАВКА

ОТОПЛЕНИЕ. ВОДОСНАБЖЕНИЕ. КОНДИЦИОНИРОВАНИЕ

СПЕЦИАЛЬНЫЙ ВЫСТАВОЧНЫЙ ПРОЕКТ
"ЧИСТАЯ ВОДА"

ВСЁ
для СТРОИТЕЛЬСТВА
и РЕМОНТА

XVIII СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ ВЫСТАВКА

BVK БАШКИРСКАЯ ВЫСТАВОЧНАЯ КОМПАНИЯ (347) 248-12-58, 253-38-00 stroy@bvkexpo.ru www.bvkexpo.ru

УДК 691: 624.01

Л.А. ВЕШНЯКОВА (l.a.veshnyakova@gmail.com), инженер,
 М.А. ФРОЛОВА, канд. хим. наук, А.М. АЙЗЕНШТАДТ, д-р хим. наук,
 Северный (Арктический) федеральный университет им. М.В. Ломоносова;
 В.С. ЛЕСОВИК, д-р техн. наук, О.Н. МИХАЙЛОВА (o_mikhailova86@mail.ru), инженер,
 Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова;
 Т.А. МАХОВА, канд. хим. наук, Северный (Арктический) федеральный университет
 им. М.В. Ломоносова

Оценка энергетического состояния сырья для получения строительных материалов

Известно, что материал, состоящий из двух или нескольких компонентов, отличающихся между собой по составу, происхождению, где компоненты объединены в монолитную структуру с границей раздела фаз между структурными составляющими, оптимальное сочетание которых позволяет получить определенный комплекс физико-химических и механических свойств, называется композиционным материалом [1].

Нанокompозиты по сути своей являются объектами, в которых наночастицы упакованы в макроскопический образец, где межчастичные взаимодействия становятся сильными и маскируют свойства отдельных частиц его составляющих [2].

Современные исследования показывают, что наиболее перспективным решением проблемы получения высококачественных композиционных строительных материалов, пригодных для длительной эксплуатации в экстремальных условиях, является использование микро- и наносистем и нанотехнологического подхода при создании материалов. Данный подход позволяет в значительной степени повысить качества строительных материалов – прочность, износостойкость, термическую и химическую стойкость, вязкость разрушения, т. е. увеличить эксплуатационный период и жизненный цикл конструкции [3–5].

Сырьевые материалы, используемые при производстве строительных материалов, обладают запасом свободной внутренней энергии, которая позволяет уменьшить работу, затрачиваемую на механическую дезинтеграцию исходного сырья и синтез новообразований конечной продукции. Поэтому важной задачей в строительном материаловедении является выделение энергосберегающего сырья, запас внутренней энергии которого можно использовать для получения материала с заданными свойствами. Возможность использования энергетического критерия высказана автором [6] для ранжировки сырья, используемого при производстве строительных материалов.

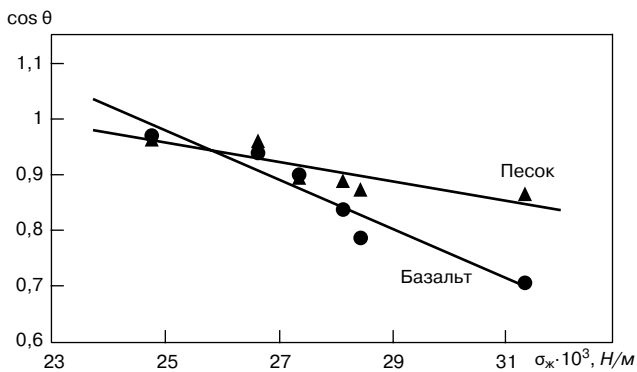


Рис. 1. Функциональная зависимость $\cos\theta=f(\sigma_{ж})$ для образцов песка и базальта

Нанодисперсный материал является системой с избыточной поверхностной энергией и высокой реакционной способностью, что требует детального исследования механизмов управления изменением свойств композиций, а также разработки методов создания наномодифицированных поверхностей дисперсных материалов [7].

Комплексный подход к формированию нанокompозитов с оптимальным или заданным составом наноразмерных компонентов, по нашему мнению, предполагает разработку алгоритма расчета энергетических параметров поверхности дисперсного материала, основанного на термодинамической оценке энергетических свойств поверхности нанонаполнителей [7, 8].

Реальное значение поверхностной энергии для твердого тела определить не представляется возможным. Вместе с тем параметр σ для твердого тела является мерой накопления энергии в разуплотненном поверхностном слое (мерой свободной поверхностной энергии) [5, 9].

Проведенные исследования показали, что критическое значение поверхностного натяжения системы (σ_k) определяет природу компонентов, составляющих поверхность материала и соответственно запас свободной поверхностной энергии. Постоянная Гамакера (A^*), на наш взгляд, характеризует прочность сцепления частиц в строительном композите. С учетом этого была разработана методика определения энергетического состояния поверхности нанодисперсной системы по критическому натяжению поверхности и сложной постоянной Гамакера [10] с помощью метода Зисмана [11], реализуемого на установке EasyDrop.

Как было установлено в [10], для использования метода Зисмана на практике необходимо получить зависимость вида $\cos\theta=f(\sigma)$ для смеси вода–этанол в диапазоне концентраций спирта 50–100 объемных процента для поверхности, образованной частицами дисперсной системы.

Исходя из вышеизложенного были определены следующие цели исследования: экспериментальное полу-

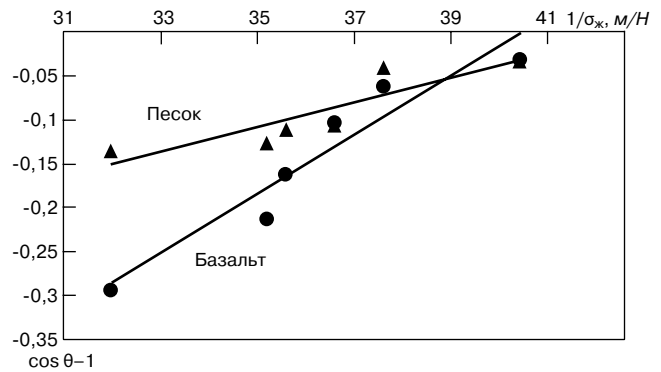


Рис. 2. Функциональная зависимость $\cos\theta-1=f(1/\sigma_{ж})$ для образцов песка и базальта

Характеристики фракционного состава песка и базальта

Материал	Время помола t , мин	Размер по фракциям, нм / Содержание, %							Средний размер, нм
		№ 1	№ 2	№ 3	№ 4	№ 5	№ 6	№ 7	
Песок	30	81,1/25	88,7/20	97,1/16	106,2/12	116,2/9	127,1/6	139/4	102±29,9
Базальт	120*	77/17	83,7/17	90,9/16	98,9/14	107,5/11	116,8/8	127/6	102,8±28,2

чение нанодисперсных систем из сырьевых материалов Архангельской области на основе песка и базальта; определение для данных систем критического поверхностного натяжения и сложной постоянной Гамакера, а также сравнительный анализ полученных результатов с энергетическими параметрами, рассчитанными на основе термодинамики твердых тел.

В качестве объектов исследования нами были выбраны: речной полиминеральный песок (основные минералы, его составляющие: кварц, кальцит, полевые шпаты, гипс, слюда) крупностью зерен от 1,6 до 1,8 мм, предварительно отмытый от глинистых включений, и базальтовая крошка, отобранная с месторождения базальта горы Мяндухи в Плесецком районе Архангельской области [12]. Образцы высушивали и доводили до постоянной массы при температуре 105°C.

Химический состав полученных образцов был охарактеризован методом рентгенофлуоресцентной спектроскопии на спектрометре Shimadzu EDX-800 HS в центре коллективного пользования научным оборудованием «Арктика» САФУ. Все образцы имеют близкое по значению содержание (в пересчете на оксиды) таких компонентов, как SiO₂ (47–56%); MgO (8–19%); Fe₂O₃ (5–13%); CaO (4–14%); Al₂O₃ (9–14%).

Процесс диспергирования проводился на планетарной шаровой Retsch PM100 и коллоидной IKA magic LAB мельницах. Размер частиц определялся на анализаторе размера субмикронных частиц и дзета – потенциала Delsa Nano Series Zeta Potential and Submicron Particle Size Analyzers методом измерения динамического и электрофоретического светорассеяния.

Для каждого из исследуемых образцов подбирался оптимальный режим диспергирования, позволяющий получить минимальный размер частиц образца и высокую воспроизводимость результатов.

Требуемая степень дисперсности песка достигалась при сухом диспергировании на планетарной шаровой мельнице. Продолжительность помола составила 120 мин, скорость вращения 420 об/мин. Последующее дробление водной суспензии песчаного образца производилось на коллоидной мельнице, продолжительность помола 30 мин, скорость вращения 16000 об/мин. Конечная степень измельчения образца составила 102±29,9 нм.

Базальт, являясь весьма устойчивой, твердой и абразивной породой, имеет ограничение измельчения на коллоидной мельнице. Поэтому требуемая степень дисперсности достигалась на планетарной шаровой мельнице при мокром диспергировании продолжительностью 120 мин, скорости вращения 420 об/мин. Конечная степень измельчения базальтовой крошки составила 102,8±28,2 нм. Фракционные составы диспергированных образцов песка (95%) и базальта (89%) представлены в табл. 1.

Для определения индивидуальных энергетических характеристик исследуемых объектов были изготовлены опытные образцы путем уплотнения соответствующих исследуемых проб песка и базальта при нагрузке 1,5 кПа в металлическую форму диаметром 10 мм. Расчет критического поверхностного натяжения (поверхностной энергии) σ_k производился по результатам построения функциональной зависимости $\cos\theta=f(\sigma_k)$ для исследуемых образцов (экстраполяция при $\cos\theta \rightarrow 1$). Для расчета сложной постоянной Гамакера по экспериментальным

данным была построена зависимость $\cos\theta-1=f(1/\sigma_k)$, тангенс угла наклона которой, умноженный на постоянные, равен величине A^* [8] ($h_{\min}=0,24$ нм).

На рис. 1 и 2 представлены функциональные зависимости $\cos\theta=f(\sigma_k)$ и $\cos\theta-1=f(1/\sigma_k)$ для исследуемых образцов песка и базальта, полученные на основе экспериментальных данных. В табл. 2 и 3 приведены значения коэффициентов линейных уравнений данных зависимостей и рассчитанные значения критической поверхностной энергии и сложной постоянной Гамакера (A^*).

В то же время исходя из физико-химических основ кристаллоэнергетики твердых тел одной из характеристик величины запаса свободной энергии твердого тела (минерала) является энергоплотность [13]. Расчет величины энергоплотности производится исходя из значения энергии атомизации вещества:

$$E_v = \frac{E_\alpha}{V}, \tag{1}$$

где E_α – энергия атомизации вещества, кДж/моль; V – мольный объем соединения, м³/моль, определяемый по формуле:

$$V = \frac{M}{\rho}, \tag{2}$$

где M – формульная (молярная) масса соединения, кг/моль; ρ – плотность образца, кг/м³.

Для большинства минералов этот параметр уже рассчитан и приводится, например, в [13]. Однако для сырьевых пород многокомпонентного состава такой подход нами опробован впервые.

Исходя из классических положений под энергией атомизации понимают эндоэнергетический эффект превращения одного моля простого вещества в состояние свободных, не взаимодействующих друг с другом атомов. Процедура вычисления энергии атомизации кристалла состоит в суммировании стандартной энтальпии его образования и теплоты образования составляющих атомов [14].

При расчете энергии атомизации E_α песка и базальта нами использовались значения мольных соотношений элементов в зависимости от их процентного содержания в комплексном соединении с учетом состава исследуемых образцов в пересчете на оксиды, а также стандартные энтальпии образования элементов и оксидов, взятые из следующих источников: Гурвич Л.В. Термодинамические свойства индивидуальных веществ. Справочное издание: В 4-х т. Кн. 2; Binnewies M. Thermochemical Data of Elements and Compounds; Barin I. Thermochemical data of pure substances.

Для исследуемых образцов определяли плотность методом взвешивания в воде парафинированных образцов и пикнометрическим методом (ГОСТ 5180–84 «Грунты. Методы лабораторного определения физических характеристик»). Для образцов базальта и песка она составила 3050 и 2070 кг/м³ соответственно.

В табл. 4 представлены полученные расчетным путем энергии атомизации E_α и величины энергоплотности E_v опытных образцов используемого сырья. Полученные данные показывают, что значительным запасом свободной энергии обладает базальт – высокоэнергоплотный

Таблица 2
Значение коэффициентов в уравнении $\cos\theta = a \cdot \sigma_k + b$ и величина σ_k для образцов песка, базальта

Фракция	Коэффициент		Достоверность аппроксимации, R_2	σ_k , Н/м
	a	b		
Песок	-0,018	1,4	0,8	22,6
Базальт	-0,044	2,1	0,9	24,5

Таблица 3
Значение коэффициентов в уравнении $\cos\theta - 1 = a/\sigma_k + b$ и величина A^* для образцов песка, базальта

Фракция	Коэффициент		Достоверность аппроксимации, R_2	$A^* \cdot 10^{20}$, Дж
	a	b		
Песок	0,018	-0,8	0,8	4
Базальт	0,034	-1,4	0,9	7,3

Таблица 4
Расчетные данные энергетических характеристик горных пород и минералов

Образец	σ_k , Н/м	$A^* \cdot 10^{20}$, Дж	E_{α} , кДж/моль	E_v , кДж/см ³
Песок	22,6	4	1789,8	55,96
Базальт	24,5	7,3	1892	80,97

материал. Данное свойство можно использовать для укрепления структуры композиционных материалов на основе базальта. Песок по энергоплотности можно отнести к среднеэнергоплотным материалам [13].

Сопоставление значений энергоплотности исходного сырья с рассчитанной нами на основе экспериментальных данных величиной сложной постоянной Гамакера для нанодисперсного состояния образцов хорошо согласуются (табл. 7). Так, для нанодисперсного образца базальта ($A^* = 7,3 \cdot 10^{20}$, Дж) данный наноразмерный материал обладает более ярко выраженной способностью образовывать жесткие силы межчастичного сцепления по сравнению с наноразмерными образцами песка ($A^* = 4 \cdot 10^{20}$, Дж).

Полученные нами результаты также хорошо сочетаются с [6], где в виде схемы представлена генетическая классификация горных пород как сырья для производства строительных материалов. Согласно данной схеме величина свободной поверхностной энергии находится в прямой зависимости от происхождения материала.

Проведенные исследования позволяют предложить методику оценки энергетического состояния сырья для исследования строительных материалов.

Резюмируя вышесказанное, можно сделать следующее заключение: хорошая сходимость полученных нами результатов классических представлений об энергетике горных пород в зависимости от генезиса и термодинамических параметров энергоплотности показывает, что выделенные критерии (σ_k и A^*) характеризуют энергетическое состояние поверхности нанодисперсного материала.

Ключевые слова: нанокompозиты, метод Зисмана, критическое поверхностное натяжение, сложная постоянная Гамакера, энергия атомизации.

Список литературы

1. *Карабасов Ю.С.* Новые материалы. М.: МИСИС, 2002. 736 с.
2. *Сергеев Г.Б.* Нанохимия. М.: Изд. МГУ, 2007. 336 с.
3. *Рыжонков Д.И.* Наноматериалы. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2008. 365 с.

4. *Андреевский Р.А.* Наноструктурные материалы. М.: Академия, 2005. 192 с.
5. *Гусев А.И.* Наноматериалы, наноструктуры, нанотехнологии. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2005. 416 с.
6. *Лесовик В.С.* Повышение эффективности производства строительных материалов с учетом генезиса горных пород: Научное издание. М.: Ассоциации строительных вузов, 2006. 526 с.
7. *Тутыгин А.С., Айзенштадт А.М., Вешнякова Л.А. и др.* Термодинамический подход к оценке энергетических свойств поверхности нанокompозитов // Сборник докладов международной научно-практической конференции «Инновационные материалы и технологии». Белгород, 11–12 октября 2011. Ч. 4. С. 261–267.
8. *Фролова М.А., Тутыгин А.С., Айзенштадт А.М. и др.* Критерий оценки энергетических свойств поверхности // Наносистемы: физика, химия, математика. 2011. № 2(4). С. 120–125.
9. *Смирнов В.А.* Размерные эффекты и топологические особенности наномодифицированных // Нанотехнологии в строительстве. 2011. № 4 (14). С. 17–26.
10. *Фролова М.А., Тутыгин А.С., Айзенштадт А.М. и др.* Применение термодинамического подхода к оценке энергетического состояния поверхности дисперсных материалов // Нанотехнологии в строительстве. 2011. № 6. С. 13–25.
11. *Гельфман М.И., Ковалевич О.В., Юстратов В.П.* Коллоидная химия. 4-е изд. СПб.: Лань. 2008. 336 с.
12. *Тутыгин А.С.* Природные сырьевые материалы строительного назначения в Северо-Арктическом регионе. Минерально-сырьевая база Архангельской области. Архангельск: С(А)ФУ, 2011. 148 с.
13. *Зуев В.В., Поцелуева Л.Н., Гончаров Ю.Д.* Кристаллоэнергетика как основа оценки магнезиальных свойств твердотелых материалов, включая магнезиальные цементы. СПб. 2006. 139 с.
14. *Зуев В.В.* Об оценке энтальпии образования сложных минералов с разноразмерными катионами и анионами // Геохимия. 1988. № 7. С. 961–967.

ПОДПИСКА

НА ЭЛЕКТРОННУЮ ВЕРСИЮ

журнала «Строительные материалы»®



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

И.В. ЖЕРНОВСКИЙ, канд. геол.-мин. наук, В.В. СТРОКОВА, д-р техн. наук, А.И. БОНДАРЕНКО (alexandraVI@yandex.ru), Н.И. КОЖУХОВА, инженеры, Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова; К.Г. СОБОЛЕВ, канд. техн. наук, Университет Висконсин—Милуоки, США

Структурные преобразования кварцевого сырья при механоактивации

Микродисперсный и наноструктурированный кремнезем является широко применяемым материалом в строительной отрасли в качестве реакционно-активного и структурирующего компонента цементных, известково-кремнеземных [1] и наноструктурированных вяжущих на основе силикатного и алюмосиликатного сырья [2]. Одним из традиционных способов получения этого материала является механоактивационная диспергация мономинеральных кварцевых горных пород. К ним относятся породы осадочного происхождения — кварцевые пески, которые представляют собой продукты механического разрушения первичных интрузивных магматических пород кислого состава, например гранитов. Кроме того, в качестве кварцевого сырья используются метаморфогенные кварциты и кварцитопесчаники. К потенциальным сырьевым ресурсам кварцевого сырья можно отнести неиспользуемый в настоящее время низкотемпературный гидротермальный кварц, например отходы обогащения золотодобывающей промышленности.

Основными результатами исследований механоактивационной диспергации кварцевого минерального сырья являются установление аморфизации поверхности кварцевых частиц и уменьшение размеров кристаллитов [3–6]. В частности, для неактивированного кварца размер кристаллитов оценивался >100 нм. Частицы механоактивированного кварца состоят из двух областей — центральной кристаллической области с размером кристаллитов ~90 нм и поверхностного аморфизованного слоя толщиной около 20 нм и размерами кристаллитов 1–10 нм [5, 6].

Необходимо отметить, что если минералы группы кремнезема представляют собой высокотемпературные и высокобарические полиморфные модификации, при механоактивации кварца возможна реализация двух релаксационных процессов — агрегирование и возникновение в матрице материала высокотемпературных полиморфных модификаций [7]. При этом логично предполагать, что различия в термической истории кварцевого сырья разных минералогеногенетических типов могут повлиять на финальное состояние этих материалов после механоактивационной диспергации, в частности на их фазовую и размерную нано- и микрогетерогенность.

Для проверки этого предположения в качестве объектов исследования были выбраны кварцевые породы различного происхождения — кварцевый песок Нижне-Ольшанского месторождения (магматический генезис), отсеvy дробления кварцитов зеленосланцевой фации метаморфизма Курской магнитной аномалии (метаморфический генезис) и гидротермальный кварц Южно-Уральской провинции.

С целью корректного сопоставления результатов исследования все кварцевые материалы были измельчены до начального значения величины удельной поверхно-

сти 100 кг/м². Механоактивационную диспергацию проводили в планетарной мельнице в течение 2, 4 и 6 ч.

Определение концентрации аморфной фазы механоактивированного кварца проводили методом количественного полнопрофильного РФА с внутренним эталонированием исследуемых образцов [8].

Для получения зависимости степени аморфизации кварцевых материалов в аппаратно-инвариантных координатах методом адсорбции азота (БЭТ) определена величина активной удельной поверхности исследуемых образцов (рис. 1).

Обращает на себя внимание характерный ход зависимости аморфизации от удельной поверхности для метаморфизованного кварца, что может являться следствием активной агломерации при достижении частицами некоторого характерного для этого материала порога диспергации, связанного с высокой степенью аморфизации.

Из полученных данных следует, что при достаточно продолжительном механоактивационном воздействии можно достичь одинаковых параметров фазово-размерной гетерогенности кварцевого материала различного генезиса.

Для установления возможности образования в кварцевых материалах при механоактивационной диспергации высокотемпературного β-кварца были получены спектры рамановского рассеяния кварца магматического и метаморфического происхождения. Регистрация спектров проведена на рамановском спектрометре Senterra. Источник монохроматического возбуждающего излучения — лазер с длиной волны 523 нм. Каждый образец дисперсного материала был проанализирован в 3–5 точках. Интегральные спектральные кривые рамановского рассеяния каждого образца получены как средние арифметические локальных спектров.

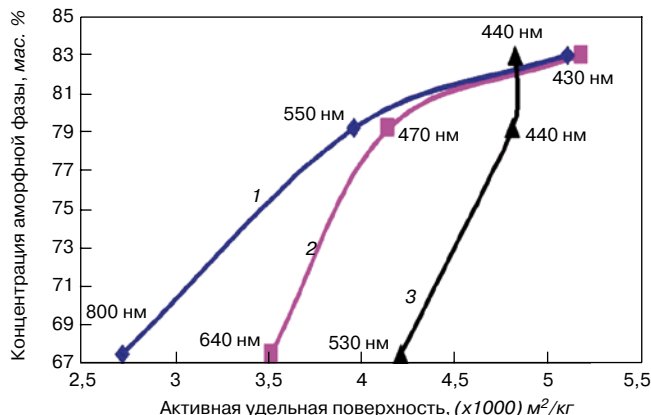


Рис. 1. Изменение фазово-размерной гетерогенности кварца различного генезиса при механоактивации: 1 — гидротермальный; 2 — магматический; 3 — метаморфический кварц

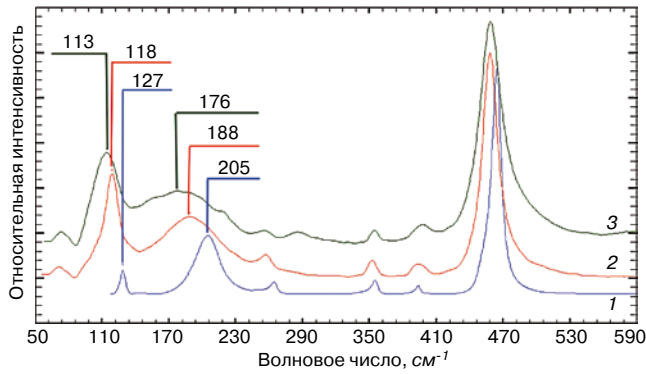


Рис. 2. Длинноволновые фрагменты рамановских спектров кварца: 1 — эталонный спектр; 2, 3 — спектры кварца магматического генезиса, механоактивированные в течение 6 и 10 ч соответственно. Показано изменение волновых чисел мод A_1 (207 см^{-1}) и E (127 см^{-1})

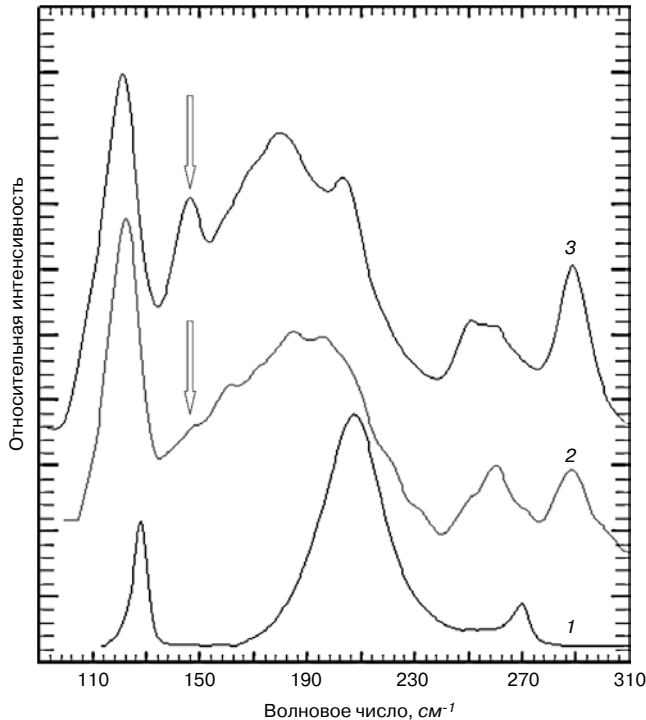


Рис. 3. Длинноволновые фрагменты рамановских спектров метаморфогенного кварца: 1 — эталонный спектр; 2, 3 — спектры кварца, механоактивированные в течение 6 и 10 ч соответственно. Стрелками показана полоса рассеяния моды 147 см^{-1}

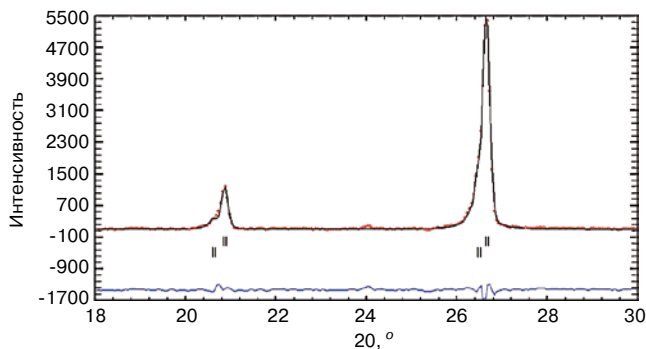


Рис. 4. Малоугловой фрагмент ритвельдовской диаграммы механоактивированного кварца для минеральной композиции $\alpha+\beta$ -кварц

Графическое сопоставление рамановских спектров кварца магматического и метаморфического происхождения, механоактивированных в планетарной мельнице в течение 6 и 10 ч, со спектром кварца R050125 (Linopolis, Minas Gerais, Brazil) из RRUFF-базы рамановских спектров в области малых волновых чисел показано на рис. 2, 3.

На приведенных спектрах отмечается смещение моды A_1 (207 см^{-1}) кварца в длинноволновую область с увеличением степени механоактивационного воздействия. Аналогичное смещение отмечается и для моды E (127 см^{-1}). Ранее это явление было обнаружено при изучении $\alpha\rightarrow\beta$ перехода в кварце [9].

Анализ рамановских спектров метаморфогенного кварца осложнен из-за присутствия в нем примесей полевых шпатов, в основном анортоклаза. Тем не менее на спектрах этого механоактивированного материала отмечена полоса рамановского рассеяния 147 см^{-1} , которая согласно [10] является более фундаментальным показателем $\alpha\rightarrow\beta$ перехода в кварце, чем изменение волнового числа моды 207 см^{-1} .

Таким образом, на основании анализа спектров рамановского рассеяния можно сделать вывод, что при механоактивации кварцевого минерального сырья в кристаллической матрице низкотемпературного α -кварца возникают кластеры высокотемпературного β -кварца. Кроме того, наблюдаемое уширение профилей рамановского рассеяния с увеличением степени механоактивации связано с уменьшением размеров молекулярных группировок. Это косвенно подтверждает результаты, полученные в [11].

Для дополнительного подтверждения возникновения высокотемпературного β -кварца при механоактивации кварцевого минерального сырья была предпринята попытка его обнаружения рентгеновскими дифракционными методами.

Полнопрофильный РФА в варианте уточнения микроструктурных параметров с использованием программы FullProf показал хорошую сходимость экспериментальных и рассчитанных дифракционных спектров (рис. 4). Микроструктурный анализ включал в себя определение размеров кристаллитов в изотропном приближении.

Рентгеновские исследования показали вариацию параметров фазовой и размерной гетерогенности механоактивированного кварцевого материала различного генезиса. В исходном, неактивированном, состоянии только кварц магматического и метаморфического генезиса содержит начальные концентрации β -кварца — около 5 и 10 мас. % соответственно. В неактивированных материалах гидротермального происхождения β -кварц не обнаружен.

Средний размер кристаллитов определен как $\langle D \rangle = 60\text{ нм}$ для α -кварца и $\langle D \rangle = 15\text{ нм}$ для β -кварца. Полученные размеры кристаллитов для β -кварца соответствуют термодинамическим оценкам этих величин, полученных в [11]. Экспериментальное изучение влияния механоактивационного воздействия на изменение фазово-размерной гетерогенности кварцевого материала [12] показало, что концентрация β -кварца монотонно возрастает с увеличением степени механоактивации.

Таким образом, при механоактивации кварцевого материала в нем происходят процессы аморфизации поверхностного слоя частиц и возникновение наноразмерных кристаллитов высокотемпературной модификации кварца. При этом можно утверждать о монотонном и однонаправленном характере этих процессов.

На основе анализа результатов проведенных исследований можно сделать ряд выводов.

Механоактивированные кварцевые породы различных генетических типов являются гетерофазными на-

ноструктурированными материалами. Концентрация аморфного кремнезема при механоактивации кварцевых горных пород различного генезиса возрастает в последовательности: гидротермальный кварц → магматогенно-интрузивный кварц → метаморфогенный кварц зеленосланцевой фации метаморфизма. Начало агрегирования при механоактивационной диспергации связано с достижением кварцевым материалом определенного уровня аморфизации.

При механоактивации пород, состоящих из низкотемпературного α -кварца, образуются кристаллиты высокотемпературного β -кварца, концентрация которого зависит от степени активации и термической истории минералогенезиса.

Следует отметить, что приведенные в настоящей работе результаты изучения фазовой и размерной гетерогенности механоактивированных кварцевых материалов различного генезиса нуждаются в дальнейших уточнениях, что является предметом дальнейших исследований в этой области.

Работа выполнена при финансовой поддержке в рамках ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» (2009–2013 гг.) по соглашению № 14.В37.21.1218; гранта РФФИ № 12-08-87603.


Ключевые слова: кварцевые породы, механоактивация, аморфизация, наноструктурированный кварц.

Список литературы

1. Лесовик В.С. Повышение эффективности производства строительных материалов с учетом генезиса горных пород. М.: Изд. АСВ, 2006. 526 с.
2. Черватова А.В. и др. Минеральные наноструктурированные вяжущие. Природа, технология и перспек-

тивы применения. Saarbrücken: LAM LAMBERT Academic Publishing GmbH & Co. KG, 2011. 170 с.

3. Авакумов Е.Г. Механические методы активации химических процессов. Новосибирск: Наука, 1980. 297 с.
4. Ходаков Г.С. Физика измельчения. М.: Наука, 1985. 307 с.
5. Хейнике Г. Трибохимия. М.: Мир, 1984. 584 с.
6. Baláz P. Mechanochemistry in Nanoscience and Minerals Engineering. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2008. 413 p.
7. Архипенко Д.К. и др. О новой фазе кварца, стабильной при комнатной температуре, обнаруженной при трибообработке (изучение методом рентгеновской дифракции) // ДАН СССР. 1987. Т. 296. № 6. С. 1370–1374.
8. Жерновский И.В. и др. Некоторые возможности применения полнопрофильного РФА в задачах строительного материаловедения // Строительные материалы. 2010. № 3. С. 102–105.
9. Iishi K., Yamaguchi H. Study of the Force Field and the Vibrational Normal Modes in the α - β Quartz Phase Transition. // The American Mineralogist. 1975. Vol. 60. Pp. 907–912.
10. Shapiro S.M., D.C. O'Shea and H.Z. Cummins. Raman Scattering Study of the Alpha-Beta Phase Transition in Quartz // Phys. Rev. Lett. 1967. Vol. 19. Pp. 361–364.
11. Дубровинский Л.С., Пилюян Г.О. Влияние размера кристаллитов на температуру $\alpha \leftrightarrow \beta$ перехода кварца // ДАН СССР. 1986. Т. 286. № 4. С. 958–961.
12. Zhernovsky I.V. et al. To the problem of phase heterogeneity of quartz of sedimentary and metamorphic metamorphogene genesis: In 2nd Central-European Mineralogical Conference 2008 (CEMC). 2008. Vol. 32. P. 175.



Новосибирский государственный аграрный университет
Томский государственный архитектурно-строительный университет
Выставочный центр «ITE Сибирская ярмарка»



Международная научно-техническая конференция
«РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ И ЭФФЕКТИВНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ
МЕСТНЫХ РЕСУРСОВ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ»

5–8 февраля 2013 г.

Новосибирск, Экспоцентр

Темы конференции:

1. Теоретические и методологические вопросы развития науки о ресурсо-сберегающих технологиях в строительстве.
2. Физико-химические процессы, связанные с внедрением ресурсо-сберегающих технологий.
3. Проблемы развития материально-технической базы для внедрения новых технологий для производства строительных материалов и изделий.
4. Пути совершенствования качества и технологического обеспечения строительных материалов на основе местного сырья за счет применения добавок направленного действия.
5. Нормативная база и экономико-организационные вопросы эффективного внедрения новых ресурсосберегающих технологий в строительном комплексе.

Материалы для сборника научных трудов направлять до 15.12.2012 г.: адрес электронной почты – mail:gmunsau@mail.ru, почтовый адрес: 630099, г. Новосибирск, 99, Главпочтамт, абонентский ящик № 257, Пичугину А.П.

Информационная поддержка:

Научно-технический журнал



Оргкомитет:

Телефон/факс (383) 267-12-45,
e-mail: gmunsau@mail.ru
630099, г. Новосибирск-99, Главпочтамт, а/я № 257

Проектирование и строительство долговечного, энергоэффективного, пожаробезопасного, экологически чистого и доступного по цене жилья с применением керамзитобетонных изделий и конструкций

Научно-техническое совещание «Проектирование и строительство долговечного, энергоэффективного, пожаробезопасного, экологически чистого и доступного по цене жилья с применением керамзитобетонных изделий и конструкций» состоялось в Самаре 13–14 сентября 2012 г. Его организаторами выступили «Союз производителей керамзита и керамзитобетона» и ЗАО «НИИКерамзит». В работе научно-технического совещания приняли участие руководители и специалисты предприятий по производству керамзита и керамзитобетона, проектных организаций, госэкспертизы Самарской области и ученые НИИСФ РААСН, ОАО «ЦНИИЭП жилища», ЗАО «НИИКерамзит» и Самарского государственного Архитектурно-строительного университета.

Генеральный директор ЗАО «НИИКерамзит», член координационно-экспертного совета Минрегионразвития РФ канд. техн. наук **В.М. Горин** отметил, что в доперестроенный период в Советском Союзе функционировало около 400 предприятий по производству керамзитового гравия, в 1990 г. было выпущено 38 млн м³ керамзита. В 2011 г. в России произведено всего 3,4 млн м³, т. е. в 11 раз меньше. А ведь керамзит послужил основой для развития индустриального домостроения, позволившего в свое время решить насущную жилищную проблему страны, сократить сроки и снизить стоимость строительства жилья.

В середине 90-х гг. прошлого века после существенного повышения нормативных требований к теплозащите ограждающих конструкций применение керамзита и керамзитобетона в строительстве было ограничено. Достоверной информации о положительном экономическом эффекте данных мероприятий нет, однако негативные изменения структуры промышленности строительных материалов и снижение долговечности и экологичности жилья за счет применения различных утеплителей последовали незамедлительно.

Экологически чистый легкий керамзитобетон долговечен, отвечает требованиям пожарной безопасности, энергетической эффективности и эксплуатационной надежности для малоэтажного, многоэтажного, крупнопанельного, панельно-каркасного и каркасно-монолитного домостроения. Комплексное использование легких керамзитобетонных изделий и конструкций в жилищном строительстве позволяет снизить стоимость строительства 1 м² жилья до 20%, уменьшить массу зданий до 35%, снизить расход стальной арматуры до 20%.

Директор ЗАО «НИИКерамзит» **С.А. Токарева** рассказала о разработанных институтом межгосударственных стандартах по производству керамзита и керамзитобетона:

- Заполнители пористые неорганические для строительных работ. Методы испытаний.
- Сырье глинистое для производства керамзитовых гравия, щебня и песка. Технические условия. В разработке находятся стандарты:
- Панели стеновые наружные железобетонные из керамзитобетона для жилых и общественных зданий. Технические условия.





– Заполнители пористые для легких бетонов. Технические условия.

– Материалы теплоизоляционные из пористых заполнителей для зданий и сооружений. Технические условия.

Директор по научной работе ОАО «ЦНИИЭП жилища» кандидат архитектуры **А.А. Магай** выступил с докладом «Современное состояние и развитие крупнопанельного домостроения в России», в котором был дан анализ современного состояния производственной и проектной базы крупнопанельного домостроения в стране. В частности отмечено, что производственную базу крупнопанельного домостроения составляют около 160 предприятий. Большинство действующих заводов КПД выпускает устаревшие серии жилых домов, освоенные 20–30 лет назад и не отвечающие современным требованиям потребителей и энергоэффективности. Необходимы новые «идеологические» подходы к строительной индустрии, применение каркасно-панельных систем, сборно-монолитного домостроения, использование энергоэффективных легких блоков и мелкоштучных материалов.

Заместитель по научной работе НИИ строительной физики РААСН канд. техн. наук **Н.П. Умнякова** доложила о скорректированных требованиях к тепловой защите и энергетической эффективности в актуализированном СНиП 23-02-2003 «Тепловая защита зданий». Она напомнила, что при актуализации документа необходимо было:

- повысить энергоэффективность проектируемых зданий за счет неиспользованных резервов;
- провести гармонизацию с зарубежными нормами;
- включить в необходимые методики расчета нормируемых теплофизических показателей ограждающих конструкций;
- по возможности устранить выявленные недостатки СНиП 23-02-2003;
- заложить основы для дальнейшего развития нормирования теплофизических свойств ограждающих конструкций.

В актуализированной редакции СНиП нормирование теплозащиты и расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию зданий осуществляется посредством трех видов требований:

- требования к теплозащите отдельных ограждений;
- требования к теплозащите оболочки здания (к совокупности всех наружных ограждающих конструкций);
- требования к показателю энергоэффективности здания, в качестве которого принята удельная энергетическая характеристика здания.

Вопросам применения легких бетонов в ограждающих конструкциях энергоэффективных зданий был посвящен доклад профессора Самарского государственного архитектурно-строительного университета канд. техн. наук **Ю.С. Вытчикова**. Он провел сравнительный анализ влажностного режима трехслойных керамзитобетонных стеновых панелей, где в качестве утеплителя используется беспесчаный керамзитобетон или пенополистирольные плиты. Было показано, что при применении пенополистирольных плит пониженной плотности (менее 35 кг/м³) возможно

сверхнормативное накопление влаги в стеновых панелях в зимний период, что может привести к образованию конденсата на внутренних поверхностях ограждающих конструкций. При использовании беспесчаного керамзитобетона накопление влаги в стеновых панелях практически исключается.

Заведующий кафедрой «Производство строительных материалов и конструкций» Самарского архитектурно-строительного университета канд. техн. наук **С.А. Мизюрьев** отметил, что в современном производстве керамзитового гравия необходимо решить ряд задач, среди которых снижение температуры вспучивания гранул (в настоящее время она составляет до 1200°C). Высокая температура вспучивания обуславливает высокую металлоемкость вращающихся печей, дорогостоящую огнеупорную футеровку, значительный расход энергии. Другие задачи: снижение плотности гравия, обеспечение полифракционности получаемой продукции, включая керамзитовый песок.

На основе работ, начатых в НИИКерамзите в 1980-90-х гг., установлена возможность использования жидкого силикат-натриевого стекла в качестве сырьевого компонента, обеспечивающего низкотемпературное вспучивание. В ходе проведенных исследований разработан принципиально новый способ химической модификации жидкого стекла хлоридом натрия с целью изменения его вязкости, что позволило получить упругопластичные смеси, пригодные для формирования сырьевых гранул широкой гаммы пористых заполнителей: высокопористого с зерновой плотностью 200–220 кг/м³; жаростойкого с огнеупорностью до 1400°C; водостойкого. Значительным достоинством данной технологии является использование типового оборудования для производства керамзитового гравия, получение песчаных фракций и возможность отказаться от вращающейся печи.

Генеральный директор ООО «РИТМ-Л», председатель комиссии Российского общества инженеров строительства, советник РААСН д-р техн. наук **Л.Д. Евсеев** выступил с докладом «О долговечности полимерсодержащих пенопластов», где приведены результаты исследования зданий с наружными стенами, утепленных пенополистиролом. Показано, что материал имеет ряд физических и химических особенностей, которые не учитываются проектными, строительными организациями и эксплуатационными службами зданий и сооружений. Лев Давидович отметил, что утверждение производителей ППС о значительной долговечности пенополистирола не подтверждено научными исследованиями, так как нет официально утвержденной методики определения долговечности пенополистирольных плит и ограждающих конструкций с применением пенополистирола.

В основе потери пенополистиролом эксплуатационных свойств со временем лежат процессы химической деструкции, т. е. разрушение материала под воздействием тепла, кислорода, света, проникающей радиации, механических напряжений, биологических и других факторов.

Выступающие на совещании проектировщики, заказчики и строители неоднократно отмечали, что ожидают от науки и производителей керамзита и керамзитобетона изделий и конструкций с высокими строительно-техническими характеристиками, в максимальной степени соответствующими сфере применения.

Главный инженер Новочебоксарского ДСК **И.В. Юдин** поделился многолетним положительным опытом применения полифункциональных легких бетонов в крупнопанельном домостроении. На предприятии организован выпуск элементов сборно-монолитного каркаса из модифицированного конструкционного легкого бетона классов по прочности при сжатии В25–В35, марок по плотности D1750–D1850, изготавливаемого на высокопрочном керамзитовом гравии собственного производства. Базовая технология была разработана при использовании результатов соответствующих исследовательских работ, выполненных НИИЖБ с участием комбината. Конструктивные и технологические

преимущества каркаса, основные элементы которого изготавливаются только из керамзитобетона на длинных стенах, в сравнении с традиционными несущими каркасами зданий серии ИИ-02, ИИ-04 следующие:

- возможность изготовления всех элементов каркаса (колонны, ригели, плит для несъемной опалубки) в одной и той же опалубке;
- возможность свободной планировки архитектурно-конструктивной системы здания;
- отсутствие сварных стыков при сборке каркаса как при стыковке колонны с ригелями, так и при наращивании колонн;
- расход сборного железобетона на 1 м² общей площади здания составляет всего 0,23–0,3 м³;
- высокая сейсмостойчивость здания.

Такой полностью легкобетонный каркас благодаря высокой эффективности становится все более востребованным. Его уже применяют в Казани, Нижнем Новгороде, Нижнекамске, Самаре.

На комбинате освоено производство забивных свай из керамзитобетона класса по прочности В-30 марок по плотности D1800, а по морозостойкости F300. Такие конструкции, предназначенные для свайного фундаментного ростверка здания, эффективнее аналогичных конструкций из равнопрочного тяжелого бетона. Кроме того, на комбинате освоено производство:

- трехслойных наружных стеновых панелей с плитным утеплителем и базальтопластиковыми связями;
- панелей внутренних стен из керамзитобетона с помощью кассетно-формовочных машин;
- панелей внутриквартирных перегородок из керамзитобетона класса В-5, марки по плотности D1250 с помощью формовочных машин методом экструдирования.

И.В. Юдин предложил разработать межгосударственные стандарты на керамзитобетонные изделия и конструкции – блоки, сваи, колонны, ригели, плиты, переемычки и т. д.

Ведущий инженер ЗАО «НИИКерамзит» **П.П. Уваров** информировал участников совещания о проектах Федерального закона № 19254-5 «Технический регламент. О безопасности строительных материалов и изделий» и межгосударственного технического регламента ЕвразЭС и таможенного союза «О безопасности зданий и сооружений, строительных материалов и изделий».

К сожалению, данные законодательно-нормативные акты, несмотря на вступление России в ВТО, не приняты Государственной думой Российской Федерации. В них необходимо провести гармонизацию требований технических регламентов о безопасности зданий и сооружений, строительных материалов и изделий всех государств-членов ЕвразЭС, что позволит ввести единую систему технического регулирования в строительстве.

Генеральный директор ООО «Завод керамзитового гравия» **Л.П. Шиянов** поделился опытом производства на заводе энергоэффективных стеновых блоков из крупнопористого беспесчаного керамзитобетона, облицованных керамической плиткой.

Генеральный директор ЗАО «Керамзит» **А.А. Сапрыкин** рассказал о реконструкции и модернизации технологических линий керамзитового производства, в результате которого увеличился выпуск и повысилось качество легкого керамзита с насыпной плотностью 270–320 кг/м³, сократился расход газа, частично решена проблема автоматизации технологических процессов и пылегазоочистки. В качестве добавки к сырью используется отработанное масло, предназначенное для утилизации. Он обратил внимание коллег на вопросы энергосбережения при производстве керамзита и керамзитобетона, экологию и подготовку глинистого сырья.

Главный энергетик ООО «Уфимская гипсовая компания» **Ш.Р. Бикмухаметов** затронул болезненную для многих предприятий тему дефицита квалифицированных спе-



циалистов керамзитового производства – технологов, обжигальщиков, работников лабораторий и предложил организовать их обучение на базе ЗАО «НИИКерамзит».

Генеральный директор ОАО «КСК Ржевский» **В.С. Фаер** отметил, что за последнее время постепенно увеличивается спрос на керамзитовый гравий и керамзитобетонные блоки как на теплоизоляционный и стеновой материалы.

Так, комбинатом в 2011 г. произведено 51,2 тыс. м³ керамзита и 13 тыс. м³ керамзитобетонных блоков, а за 1 полугодие 2012 г. произведено 37,9 тыс. м³ керамзита и керамзитобетонных блоков. Основными потребителями этих строительных материалов являются строительные организации Тверской, Московской, Псковской, Смоленской, Новгородской, Ярославской и Калужской областей.

Первый заместитель генерального директора ОАО «Клинстройдеталь» **В.К. Осипов** рассказал о планах реконструкции и модернизации цеха керамзитового гравия для увеличения производства и повышения качества керамзита, выпуска легких капсулированных керамзитобетонных блоков для использования при строительстве комфортабельного жилья в Тверской и Московской областях.

Главный инженер ОАО «Камэнергостройпром» **Р.Х. Миназиев** обратил внимание участников совещания на решение экологических проблем при производстве керамзита, предложил разработать стандарты наилучшей технологии по предельно допустимым концентрациям вредных выбросов.

В рамках совещания председатель совета НО «Союз производителей керамзита и керамзитобетона» В.М. Горин вручил свидетельства о вступлении в союз новым членам: генеральному директору ООО «Керамзит» (г. Ульяновск) В.А. Федорову, заместителю генерального директора ООО «Управление производства строительных материалов» п. Ужовка, Почиковский район (Нижегородская обл.) Д.Ю. Данилину, и первому заместителю генерального директора ОАО «Клинстройдеталь» г. Клин, Московская обл. В.К. Осипову

Все выступающие отметили, что в виду ограниченности оборотных средств и больших процентных кредитных ставок банков предприятия по производству керамзита и керамзитобетона, не могут заниматься полноценной реконструкцией и модернизацией технологических линий. Участники совещания, обсудив актуальные научно-технические проблемы производства и применения керамзита и керамзитобетона в жилищном строительстве в целях реализации государственной программы «Доступное и комфортное жилье – гражданам России» и «Стратегии развития промышленности строительных материалов и индустриального домостроения на период до 2020 года» они приняли развернутое решение с конкретными предложениями.

Союз производителей керамзита и керамзитобетона
(СПКиК)

(846) 263-00-79 keramzit_union@mail.ru



Проф. Х.-М. Людвиг



Доктор Х.-Б. Фишер

Организаторами конгресса является команда F.A. Finger Institute for Building Materials Science at Weimar Bauhaus University. В организационный комитет было прислано более 500 докладов. Для представления на конгрессе выбрано только 300. Примерно половина из них представлена в виде стендовых докладов

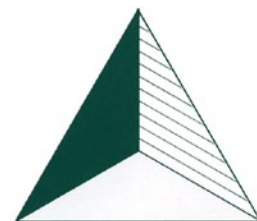


А.М. Бурьянов (Москва) и Г.И.Яковлев (Ижевск) с молодыми учеными – участниками конгресса



В.С. Лесовик (Белгород) и К.А. Карапетян (Ереван, Республика Армения)

ВСТРЕЧА КОЛЛЕГ НА МЕЖДУНАРОДНОЙ КОНФЕРЕНЦИИ IBAUSIL В ВЕЙМАРЕ



ibausil

12-15 сентября 2012 г. в г. Веймар (ФРГ) состоялся международный конгресс по строительству и стройматериалам ibausil. Его традиционно организует F.A. Finger Institute for Building Materials Science at Weimar Bauhaus University (Институт строительных материалов им. Ф.А. Фингера Веймарского университета Bauhaus). В мероприятии приняли участие 576 представителей 37 стран мира, в частности из России – 54, Украины – 20, Узбекистана – 14, Латвии – 3, Литвы – 3, Армении – 1. Спонсорами конгресса выступили 18 организаций, среди которых такие известные в России фирмы, как HeidelbergCement GmbH, Holcim AG, BASF Construction Polymers GmbH, Knauf Gips KG, Sika Deutschland GmbH и др.

В этом году специалисты в области строительных материалов со всего мира собрались в г. Веймар (ФРГ) восемнадцатый раз. Мероприятие проходит один раз в три года, поэтому данная встреча была долгожданной для ученых. Традиционно пленарная сессия включала четыре заказные лекции: первая лекция (A. Wolter) посвящена исследованию мультикомпонентных цементов и их основных компонентов; во второй (A. Nonat) рассказывалось об экспериментальном и количественном имитационном моделировании процессов твердения цементов с использованием данных дифференциальной колориметрии на ранних стадиях гидратации, включая индукционный и др. периоды. Большой интерес вызвала третья лекция (W. Brameshuber) о специальных бетонах, самоуплотняющихся и уплотненных фиброй. Особенное внимание было уделено текстильбетону: соединение процессов самоуплотнения и текстиля позволяет достичь очень высокого синергетического эффекта например для тонкостенных конструкций, эксплуатирующихся в условиях приложения сложных нагрузок (удар, истирание). Последнюю лекцию Н.-М. Ludwig – директор Института строительных материалов им. Ф.А. Фингера посвятил щелочно-силикатным реакциям в системе щелочная среда поровой жидкости цементного камня – реакционноспособный кремнезем, содержащий крупный заполнитель.

Дальнейшая работа конгресса была построена по секционному типу. На секции «Неорганические вяжущие вещества» заслушано 87 докладов, из которых три сделали коллеги из Украины. В этом разделе также было представлено 77 стендовых докладов, авторами около 50 из них выступили представители России, Украины, Узбекистана, Латвии, Армении и Литвы. Секция «Бетоны и их долговечность» включала 88 докладов (из которых три представлено авторскими коллективами из России и Латвии), 57 стендовых



Делегация Республики Узбекистан



И.Я. Харченко (Москва)



А.В. Ушеров-Маршак (Харьков, Украина)



А.А. Плугин (Харьков, Украина)



Т.М. Петрова (Санкт-Петербург) и Г.С. Кардумян (Москва)



Д. Свакон-Веррес («СТС», Германия)

докладов, 25 из которых представили ученые из России, Украины, Узбекистана, Казахстана. На секции «Стеновые строительные материалы (строительство, эксплуатация, переработка и утилизация отходов)» представлено 33 доклада, два из которых сделали коллеги из Украины и Узбекистана. Стендовых докладов представлено 36, из которых 12 – коллегами из России, Казахстана, Латвии, Украины, Узбекистана. Таким образом, делегация ученых из стран СНГ представила большой объем научно-исследовательских работ на каждой секции. Хотелось бы отметить, российская делегация состояла не только из известных ученых. Большие делегации молодых российских ученых, представивших свои стендовые доклады, приехали из Санкт-Петербурга, Ижевска, Магнитогорска, Москвы.

Известно, что ученые западных стран занимаются научными исследованиями в рамках определенного заказа от заинтересованной фирмы. Они выполняют четко поставленную технологическую задачу, стараясь при ее решении провести максимальный объем научных исследований. Многие доклады, представленные на секциях, сделаны на основе результатов, полученных в процессе выполнения работы для определенной фирмы.

Впервые в этом году в рамках конгресса оргкомитетом организован научно-практический семинар на русском языке «Инъекционные технологии с применением инновационных строительных материалов в подземном строительстве», в работе которого приняли участие многочисленные представители стран СНГ. Об освоении подземного пространства городских территорий с применением современных строительных технологий и материалов рассказал д-р техн. наук, профессор МГСУ **И. Я. Харченко**. Особенное внимание он уделил наиболее эффективному технологическому методу усиления оснований и фундаментов зданий и сооружений – инъ-

екционному закреплению грунтов. Этот метод позволяет обеспечить высокие темпы производства работ при низких затратах за счет использования малогабаритного и легкотранспортируемого оборудования; незначительного объема буровых работ; возможности ведения работ в стесненных условиях; высокой производительности труда. Инъекционное закрепление гарантированно обеспечивает долговечность и прочность закрепляемых массивов грунта или конструкций; дает возможность создавать массивы со значительными габаритами при экологической и санитарной безопасности применяемых составов.

Большой интерес вызвало выступление **Ш. Шомберга** («Дюкерхофф», Германия), который рассказал об инъекционном минеральном вяжущем Микродур, обладающем высокой водоудерживающей способностью (сохраняет однородность водной суспензии до 120 мин при минимальной активности); сохраняющем исходный гранулометрический состав в водной суспензии до 60 мин. Именно эти свойства и обусловили использование Микродура для закрепления и уплотнения грунтовых массивов и конструкций путем пропитки их поровой структуры водной суспензией с последующим затвердеванием массива. Вяжущее является альтернативой органическим инъекционным составам. Микродур позволяет применять инъекцию не только как способ укрепления грунта и повышения его несущей способности, но и как способ превращения грунта в конструктивные элементы сооружений.

О применении манжетной технологии при освоении подземного пространства городских территорий сделала доклад **Д. Свакон-Веррес** («СТС», Германия). Она рассказала о специальном оборудовании, которое применяется для закачки инъекционного раствора. На российском рынке подобное оборудование представлено до-



С.В. Алексеев (Москва)



С. Шомберг («Дюкерхофф», Германия)



М.С. Гаркави (Магнитогорск)

статочно широко, но предлагаемые инъекторы с пакером (устройством, расширяющимся и не позволяющим раствору выходить наружу) с успехом применяются именно при использовании особо тонкодисперсных вяжущих для инъекционного закрепления проницаемых грунтов.

Об устройстве эффективных свай с уширенной грунтобетонной пятой или бандажом с целью сооружения свайного основания; повышения несущей способности существующих свай; устройства свайного основания при усилении фундаментов рассказал **С. В. Алексеев** (ООО «Веста-Инж», Москва). Применение особо тонкодисперсного вяжущего Микродур в подземном и гидротехническом строительстве позволяет решать следующие задачи: закрепление массивов грунта для бесщитовой проходки тоннелей, шахт, штолен; устранение фильтрации воды через обделку подземных сооружений; устройство искусственных водоупоров в обводненных котлованах; устройство противофильтрационных завес в дамбах и в горизонтальных водонасыщенных пластах грунта; анкерное крепление откосов. Он также обзорно представил объекты, где использована инъекционная технология на основе технико-экономического сравнения:

здание приемов МИД РФ на Воздвиженке, здание МГУ на Моховой, здание Верховного суда России и т. д.

С 1964 г. *ibautil* стал международной трибуной представления результатов научных исследований и обмена опытом внедрения научных разработок на производстве. Это место встречи коллег из разных стран с возможностью обсуждения научных проблем не только в залах конгресс-холла, но и в неформальной обстановке; место, куда приезжают будущие ученые – аспиранты, докторанты, чтобы на международном уровне обсудить тематику своих исследований. По мнению одного из старейших участников конгресса д-ра техн. наук **А.В. Ушерова-Маршака** (Харьковский государственный университет строительства и архитектуры, Украина), который первый свой доклад сделал 45 лет назад совместно с О.П. Мchedловым-Петросяном, а в этом году принимал активное участие в обсуждении лекций и стендовых докладов, встречи на *ibautil* плодотворны, так как позволяют сверить уровень своих исследований с общемировым уровнем.

Л.В. Сапачева, канд. техн. наук



Участники семинара «Инъекционные технологии с применением инновационных строительных материалов в подземном строительстве стран СНГ»

М.И. БАЖЕНОВ, магистр (bajenov.m@gmail.com),
А.И. ХАРЧЕНКО, магистр, И.Я. ХАРЧЕНКО, д-р техн. наук,
Московский государственный строительный университет

Технологические особенности применения особо тонкодисперсного вяжущего Микродур в геотехническом строительстве

Формирование концепции освоения подземного пространства городов должно осуществляться с учетом многочисленных факторов, влияющих на уровень строительной, экологической и социальной безопасности зданий и сооружений, попадающих в зону влияния нового строительства. В этой связи предпочтение следует отдавать строительным материалам и технологиям, отличающимся малогабаритностью, минимальной шумовой нагрузкой на окружающую среду, отсутствием производственных отходов. В полной мере этим требованиям соответствует технология уплотнения и упрочнения грунтов методом пропитки их структуры особо тонкодисперсными минеральными вяжущими (ОТДВ) по манжетной технологии.

В настоящее время на рынке строительных материалов имеются различные ОТДВ, отличающиеся дисперсностью, минеральным составом и уровнем строительно-

технологической надежности. Характеристики наиболее известных из них приведены в табл. 1.

Наиболее надежным с технологической точки зрения является Микродур, который производит фирма «Dyckerhoff» (Германия) путем воздушной сепарации предварительно размолотых минеральных компонентов. Благодаря оптимально подобранному минеральному и гранулометрическому составу вяжущего водные суспензии на основе Микродура обладают высокой водоудерживающей и пенетрационной способностью. Не смотря на высокую водонаполненность, водные суспензии на основе Микродура даже при водовяжущем отношении до 7 имеют достаточно высокую седиментационную устойчивость и гарантированно сохраняют заданные реологические параметры в период до 120–180 мин. Показатели дисперсности и водопотребности разных марок Микродура приведены в табл. 2.

«ГорГеоСтрой» – инновационные геотехнические технологии

ООО «ГорГеоСтрой» – современная, динамически развивающаяся специализированная строительная, проектно-производственная организация геотехнического профиля.

ООО «ГорГеоСтрой» располагает современными технологиями для геотехнического строительства, сочетание которых позволяет гибко и эффективно решать практически любые проектные задачи:

- инъекционное закрепление грунтов с применением особо тонкодисперсного вяжущего Микродур;
- закрепление грунта методом струйной цементации JET-1 и JET-2;
- струйная цементация для устройства грунтоцементных массивов большого диаметра с повышенной прочностью и непроницаемостью «Super-JET»;
- устройство буровых и забивных свай с корневыми и бандажными уширениями;
- повышение несущей способности существующих свай, в том числе в мерзлотных грунтах;
- устройство ограждений котлованов в сочетании с инъекционным закреплением грунтов;
- устройство анкерных свай;
- инъекционное восстановление каменных, бетонных и железобетонных конструкций;
- формирование скальных массивов в грунте при тоннельном строительстве для проходки штолен в обводненных, подвижных грунтах;
- устройство горизонтальных и вертикальных противодиффузионных завес в сложных геологических условиях.



Одна из инъекционных насосных станций ООО «ГорГеоСтрой»

Тел./факс: +7 (499) 678-26-08

E-mail: gorgeostroj@mail.ru

Реклама

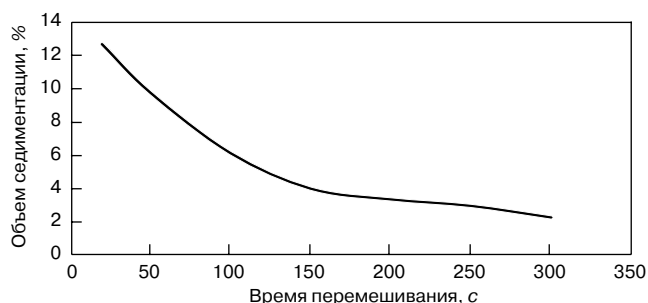


Рис. 1. Зависимость седиментационной устойчивости суспензии от времени перемешивания

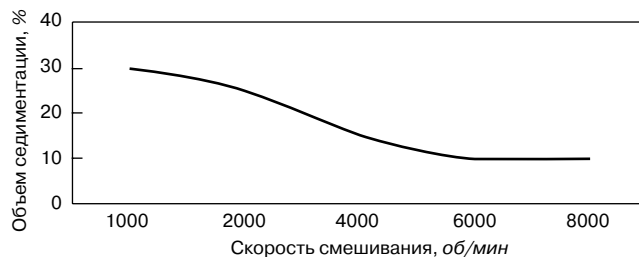


Рис. 2. Зависимость седиментационной устойчивости суспензии от интенсивности перемешивания

Таблица 1

Основные характеристики	Alofix-МС (Япония)	Mikrodur (Германия)	Интрацем (РФ)	Rheocem (Германия)	Spinor (Франция)
Плотность, кг/м ³	30	29,3–31	29	29	29
d ₉₅ , мкм	10	9,5–6	<10	10	12
d ₅₀ , мкм	4	4–2	–	1–2	5
S _{уд} , м ² /кг	800	800–2200	–	900	1100
R _{сж} , МПа	35–40	71–60	45–50	40–45	45–60

Седиментационная устойчивость инъекционной суспензии на основе ОДТВ является важным технологическим параметром, но и является показателем, определяющим качество приготовленной суспензии. При прочих равных условиях седиментационная устойчивость определяется продолжительностью и интенсивностью перемешивания суспензии, характеризуемой скоростью вращения смесительного вала активатора. При изменении скорости вращения в пределах от 1000 до 8000 об/мин. Время перемешивания принимается от 5 до 250 с. Установлено, что оптимальное время перемешивания суспензий составляет 3–4 мин при скорости 2800 об/мин (рис. 1, 2).

На основании проведенных исследований установлено, что прочность инъекционных растворов зависит от водовязущего отношения, дисперсности ОДТВ и времени твердения. Исследования показали, что прочность при сжатии ОДТВ в зависимости от их дисперсности и минерального состава при водовязущем отношении (В/В) 0,5 изменяется в пределах от 25 до 90 МПа. С увеличением В/В до 4 прочность при сжатии снижается в 3–3,5 раза в соответствии с законом В/Ц, установленным для обычных цементов.

Исследование изменения времени пропитки (Т) и давления нагнетания (Р) для одинаковых образцов песчаного грунта показало, что эти характеристики находятся в зависимости главным образом от концентрации используемого инъекционного раствора и описываются уравнениями:

$$T = 461 - 40,6 \text{ В/В};$$

$$P = 0,233 - 0,036 \text{ В/В}.$$

Образцы укрепленного грунта при хранении в течение 14 и 28 сут при температуре +10°C с увеличением возраста набирают прочность от 5 до 25 МПа, а статический модуль упругости укрепленного грунта составляет 2910–9710 МПа.

На основании выполненных лабораторных исследований установлены особенности свойств инъекционных композиций на основе ОДТВ:

– инъекционные композиции при В/В=1,5–5 имеют низкую вязкость (28–35 с по воронке Марша), что сопоставимо с вязкостью растворов карбамидных смол (30 с) и воды (28 с). При этом гарантированная

жизнеспособность суспензии сохраняется в период до 120 мин;

– прочность закрепленного грунта находится в пределах 1–25 МПа, что значительно превышает прочность грунта, закрепленного растворами полимерных смол (0,1–1,5 МПа).

Для эффективного укрепления или противофильтрационного уплотнения грунта основными критериями являются: тип ОДТВ, В/В отношение суспензии, радиус закрепления, давление нагнетания пропиточной композиции, коэффициент фильтрации грунта. Экспериментально установлено, что давление нагнетания при полном заполнении капиллярно-порового пространства без нарушения структуры сложившихся грунтов не должно превышать 0,3–0,5 МПа.

Так, для мелких и пылеватых песков при коэффициенте фильтрации 1–0,3 м/сут целесообразно применять ОДТВ марки R-X с диаметром зерен d₈₅=4 мкм. При этом В/В должно находиться в пределах 3–4, а расчетный радиус закрепления составлять не менее 0,4 м. При пропитке мелких песков с коэффициентом фильтрации 2–5 м/сут целесообразно применять ОДТВ марки R-X и R-U, но с радиусом закрепления 0,5–0,6 м.

При пропитке песков средней крупности и крупных при коэффициентах фильтрации соответственно 4–15 и 10–30 м/сут целесообразно использовать ОДТВ марок R-U и R-F с радиусом закрепления 0,6–0,7 м.

При пропиточной инъекции песчаных грунтов возникает контактная зона в результате физико-химических процессов, происходящих между модифицированной суспензией и поверхностью пор. По своему составу и строению контактный слой резко отличается от цементного камня в трещинах и пустотах. Исследования контактного слоя с помощью электронного сканирующего микроскопа показали присутствие на поверхности порового пространства и формирующегося композита наличие порландита, этtringита и сростков С-S-H-геля. Состав контактного слоя зависит также от физико-химической активности компонентов грунта. Исследование реакций, протекающих на поверхности различных грунтов: кислых с содержанием SiO₂=65% (гранит, гранулит, пироксеновый кварцевый порфир); промежуточных с содержанием SiO₂=52–65% (авгитопорфир) и основных с содержанием SiO₂=52% (диабаз,

Таблица 2

Марка	Количество частиц, %						Удельная поверхность, м ² /кг	Водопотребность, %
	Диаметр, мкм							
	< 2	< 4	< 6	< 9,5	< 16	< 24		
R-F, P-F	19	45	60	80	95	–	1200	39
R-U, P-U	25	55	78	95	–	–	1600	47
R-X, P-X	45	80	95	–	–	–	2200	61

Примечание. Индексы Р и В вяжущего на основе портландцементного клинкера и гранулированного доменного шлака соответственно.

базальт, выветренный базальт), а также кварца, албита, ортоклаза и карбонатных горных пород (доломит, доломитизированный известняк), показало, что в начальные сроки основные породы связывают немного больше извести, чем кислые.

Таким образом, упрочнение грунтовых массивов с помощью пропиточной инъекции, а также каменных, бетонных и железобетонных конструкций, содержащих цементный камень в порах, трещинах и пустотах суспензиями с высоким водосодержанием и модифицированными наночастицами, обеспечивает структурную целостность материала.

Технико-экономическая эффективность применения пропиточных композиций на основе ОТДВ для уплотнения и упрочнения грунтовых оснований зданий и сооружений, а также восстановления качества каменных, бетонных и железобетонных конструкций обусловлена прежде всего: использованием малогабаритного и легкотранспортируемого оборудования; малого объема буровых работ; возможности проведения работ в стесненных условиях и возможности проведения работ на труднодоступных участках, когда невозможно использовать другие способы. Важным преимуществом технологии пропиточной инъекции с применением ОТДВ является ее экологическая безопасность и возможность производства работ при максимально комфортных для окружающей среды условиях. ОТДВ позволяет применять инъекцию не только как способ упрочнения грунта и повышения его несущей способности, но и как способ преобразования грунта в конструктивные элементы сооружений, что обеспечивает повышение несущей способности и надежности эксплуатации зданий и сооружений, в которых грунтобетонный массив рассматривается в качестве составного конструктивного элемента фундамента.

Эффективность применения ОТДВ зависит от правильной оценки проницаемости грунтов при пропитке их структуры водными суспензиями. С целью определения технологических параметров пропиточной инъекции разработан метод оценки проницаемости грунтов, осуществляемый на специальной лабораторной установке (рис. 3).

Для осуществления пропитки подземных частей здания используют инъекторы. Принципиальная конструкция инъекторов состоит из манжетной трубы и двухстороннего обтюратора. Манжетная труба – это труба с отверстиями для инъекции суспензии, закрытыми резиновыми манжетами, выполняющими роль обратного клапана после сброса давления и прекращения подачи суспензии в структуру грунта. Обтюратор – приспособление, которое обеспечивает инъекцию через определенное отверстие в манжетной трубе строго по горизонтам, определенным технологическим регламентом для формирования однородного грунтобетонного массива.

Для приготовления суспензии на основе ОТДВ используется следующее оборудование: скоростной смеситель с лопастным активатором с числом оборотов на вале не менее 2800 с мощностью не менее 1 кВт на каж-

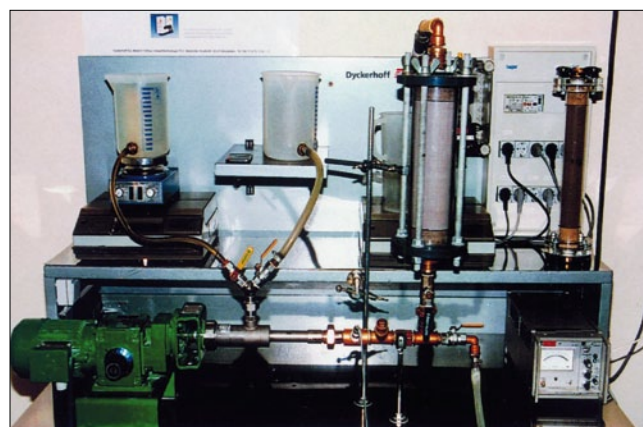


Рис. 3. Установка для пропитки проницаемых грунтов

дые 30 дм³ суспензии. Например, смеситель с активатором турбинного многолопастного типа РМ-350, РМ-500, РМ-750. В качестве инъекционного насоса используют двухплунжерный или шнековый насос, обеспечивающий равномерную подачу суспензии в структуру грунта в режиме пропитки.

На основании проведенных исследований разработаны Рекомендации по проектированию и применению тонкодисперсного вяжущего ОТДВ для уплотнения и упрочнения грунтов, а также для восстановления качества каменных, бетонных и железобетонных конструкций методом пропиточной инъекции. Рекомендации включают требования к материалам для приготовления вяжущего и пропиточных композиций на их основе, область применения, а также требования по безопасности и охране окружающей среды, транспортировке и хранению.

Ключевые слова: Микродур, седиментация, инъекционное закрепление грунтов.

Список литературы

1. *Алексеев С.В.* Микродур – инъекционное минеральное вяжущее и опыты его применения / Международная научно-техническая конференция «Технологии, оборудование, материалы, нормативное обеспечение и мониторинг для тоннельного строительства и подземных частей высотных зданий». М.: Тоннельная ассоциация России, 2006. С. 198–200.
2. *Байдаков О.С.* Применение материалов Mikrodur для инъекционных работ при укреплении грунтов и усилении конструкций. // Метро и тоннели. 2005. № 6. С. 34–38.
3. *Панченко А.И., Харченко И.Я.* Особо тонкодисперсное минеральное вяжущее Микродур: свойства, технология и перспективы использования // Строительные материалы. 2005. № 10. С. 76–78.

С.В. ГОРОХОВ, директор по региональным рынкам,
ООО «Центральная энергосбытовая компания» (Москва)

Практика выхода крупного предприятия стройиндустрии на оптовый рынок электроэнергии и мощности

Процедура подключения к электрическим сетям в нашей стране непомерно усложнена, а стоимость подключения необоснованно завышена. Эта проблема неоднократно обсуждалась, в том числе на самом высоком уровне. Проблема проявляется одинаково, будь то подключение небольшого цеха или присоединение к сетям промышленного гиганта. В любом случае затраты на реализацию мероприятий для обеспечения электрообеспечения оказываются несоразмерными.

В середине 2000-х гг. либерализация рынка электроэнергии была одним из приоритетных направлений в деятельности правительства. Основной целью либерализации было развитие конкурентного рынка электроэнергии, на котором цены не регулируются государством, а формируются на основе спроса и предложения. Для этого государство изменило структуру отрасли, разделив РАО «ЕЭС» и создав условия для выхода на рынок компаний с различными функциями (сетевые, осуществляющие оперативно-диспетчерское управление, генерирующие и сбытовые), но потенциально конкурентных. Правила розничных рынков электроэнергии, появившиеся в результате этой деятельности правительства, позволили потребителям выбирать поставщиков. Закупать электроэнергию можно было как у гарантирующего поставщика (ГП), действующего на данной территории, так и у других энергосбытовых компаний. Однако у индивидуальных потребителей не было ни опыта работы на рынке электроэнергии, ни отработанной схемы взаимодействия с участниками вновь созданного рынка.

Одним из первопроходцев рыночных отношений в области электроэнергетики стала Центральная энергосбытовая компания, которая совместно с Верхневолжским кирпичным заводом разработала и успешно реализовала технологию вывода промышленного предприятия на оптовый рынок электроэнергии.

Строительство Верхневолжского кирпичного завода (ВВКЗ), расположенного в 200 км от Москвы в г. Ржеве Тверской области, началось в 2007 г. Одним из самых сложных вопросов при реализации проекта стал вопрос электроснабжения. Условия подключения, выданные филиалом ОАО «МРСК Центр» Тверьэнерго (в то время ближайший владелец сетей, откуда можно было запитать подстанцию завода), не вписывались даже в самые оптимистичные бизнес-планы.

В условиях, когда было необходимо выдержать сроки строительства и пуска предприятия, руководством Верхневолжского кирпичного завода было принято решение рассмотреть альтернативные варианты электроснабжения, вплоть до строительства собственной генерации. Лучшим предложением оказалось подключение к подстанции 110/220 «Победа», относящейся к Федеральной сетевой компании (ФСК). Условия подключения финансово существенно отличались от условий МРСК Центр, хотя в соответствии с ними и требовалось строительство двух ячеек на подстанции «Победа», двухцепной ВЛ 110 В и заводской подстанции 110/10 В.

В ходе строительства ВВКЗ также был реализован план создания конкурентного пула поставщиков электроэнергии с целью снижения рисков монопольного положения регионального гарантирующего поставщика и обеспечения реальных конкурентных преимуществ при выборе партнера — энергосбытовой организации.

В 2009 г. при активном содействии Ассоциации производителей керамических материалов (АПКМ), одним из участников которой является ВВКЗ, было положено начало партнерским отношениям между заводом и независимой энергосбытовой компанией ООО «Центральная энергосбытовая компания», которая получила статус субъекта оптового рынка и стала членом Некоммерческого партнерства «Совет рынка по организации эффективной системы оптовой и розничной торговли электрической энергией и мощностью».

Главной задачей Центральной энергосбытовой компании стал вывод Верхневолжского кирпичного завода на оптовый рынок электроэнергии и мощности (ОРЭМ). Сейчас без ложной скромности можно сказать, что поставленную задачу удалось решить в максимально короткие сроки: и начиная с 2010 г. ВВКЗ успешно работает на ОРЭМ.

Известно, что техническая реализация вывода предприятия на ОРЭМ занимает в среднем два-три месяца. В понятие «техническая реализация» включаются работы по проектированию системы коммерческого учета электроэнергии (АИИС КУЭ), подготовке документации в соответствии с регламентами Администратора торговой системы (АТС), закупке, поставке, монтажу и наладке оборудования АИИС КУЭ и т. п. Согласовательные процедуры — это настоящий бюрократический бич претендентов на работу на ОРЭМ, который может растянуться до года и более.

Первым эшелонem практически неприступной бюрократии выступает сам Администратор торговой системы. Регламентированные сроки ответов и закрытость персонала АТС существенно затрудняют оперативные изменения в опросных листах и других документах, необходимых для выхода на ОРЭМ, даже если это касается незначительных корректировок, например знаков препинания. В случае с ВВКЗ через 20 дней, а это как раз срок ответа АТС, специалисты Центральной энергосбытовой компании получали не все замечания согласовы-



вающих служб и отделов АТС, а лишь замечания первого звена цепочки проверяющих подразделений. Трагическая ситуация выглядела так: двадцать дней на ожидание ответа АТС, пять минут на внесение исправлений согласно замечаниям, снова двадцать дней на выявление следующих замечаний других служб и т. д.

Другими «камнями бюрократического преткновения» стали смежные субъекты электроэнергетики, с которыми необходимо было подписывать Перечень средств измерений, Соглашения об информационном обмене, договоры и ряд других документов. Как правило, подписание документов со смежниками затягивалось прежде всего со стороны гарантирующих поставщиков, которые не хотели отпускать потребителей к независимым энергосбытовым компаниям. Следует отметить, что как только предприятие оформляет все документы для выхода на ОРЭМ, бывший ранее несговорчивым гарантирующий поставщик начинает проявлять несвойственную гибкость: предлагает снижение тарифов, изменение системы оплаты, рассрочку платежей и т. д. Это также является показателем успешно проведенной работы по выходу предприятия на оптовый рынок электроэнергии и мощности.

В настоящее время Центральная энергосбытовая компания имеет успешный опыт вывода различных организаций и предприятий на ОРЭМ, в том числе крупных потребителей в Москве, областях Центрального федерального округа. Накоплены большие организационные и технические навыки, и это, пожалуй, самое ценное, что наша энергосбытовая компания может предложить для предприятий, стремящихся сократить свои расходы на электроэнергию. Ряд заводов — производителей стеновой керамики выразил предметное желание сотрудничать с Центральной энергосбытовой компанией для выхода на ОРЭМ.

Естественно, сокращение размеров платежей за электроэнергию — это основное преимущество, которое получают организации, с которыми сотрудничает Центральная энергосбытовая компания. По нашей статистике сокращение расходов составляет 7–10% от уровня цен ГП данного региона. Это обусловлено тем, что ООО «Центральная энергосбытовая компания» имеет более низкие издержки и расходы, связанные со сбытовой деятельностью, работает только с проверенными потребителями, не перекладывая на плечи дисциплинированных клиентов финансовые проблемы, связанные с неплатежеспособностью других.

Еще один немаловажный плюс — это гибкие условия оплаты. Как правило, ГП пользуются шаблонными договорами, где оговорены две-три предоплаты в течение расчетного месяца по плановым показателям, а потом перерасчет и доплата по фактическим показателям потребления. Мы уверены, что это неудобно для потребителя, поэтому, заключая договор, обговариваем с каждым предприятием отдельно условия оплаты исходя из пожеланий абонента. Дополнительным существенным резервом снижения затрат по оплате электроэнергии является четкое планирование потребления, призванное избавить предприятие от появления дефицита или излишков электроэнергии в заявленных к работе на ОРЭМ лимитах.

Основой успеха ООО «Центральная энергосбытовая компания» является профессионализм сотрудников и рекомендации партнеров, которые на практике получили выгоду от совместной работы. Ждать разрушения монопольного положения гарантирующих поставщиков на рынке электроэнергии не приходится. Тот, кто заинтересован в получении дополнительных конкурентных преимуществ, должен задуматься о снижении издержек в оплате ресурсов, которые составляют значительную долю в себестоимости производимой продукции.

ВМЕСТЕ У НАС ВСЕ ПОЛУЧИТСЯ

105122, Москва, Щелковское ш., д. 2а
+7 (495) 557 01 45

www.apkm.info

Реклама

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

Что такое порошково-активированный бетон нового поколения

Многими специалистами считается, что в традиционных четырехкомпонентных бетонных смесях старого поколения состава цемент–песок–щебень–вода основой их высокой пластификации являются только высокоэффективные суперпластификаторы (СП). Действие современных СП оценивается по водоредуцирующему эффекту. Максимальный водоредуцирующий эффект в бетоне с высоким расходом цемента может достигать 30–35%. Механизм действия как старых, так и новых СП практически изучен. Он связан с адсорбцией молекул СП, с изменением ионно-электростатического одноименного заряда частиц и электрического потенциала и со стерическими эффектами. Но в бетоне старого поколения (БСП) эти механизмы работают только на дисперсной фазе – цементе, так как определяет текучесть и пластичность бетонной смеси цементно-водная дисперсия. Когда в бетоне мало цемента, то и водно-дисперсной фазы, которая обеспечивает реологическое действие СП, тоже мало. Поэтому повышенное пластифицирование и водоредуцирование обеспечиваются только в жирном бетоне. По уровню водоредуцирования можно условно классифицировать пластифицированные бетонные смеси с разным расходом цемента следующим образом:

- расход цемента 150–200 кг/м³ – водоредуцирующий эффект 5–7%;
- расход цемента 250–300 кг/м³ – 10–15%;
- расход цемента 400–600 кг/м³ – 20–35%.

Из этого следует вывод: ни пластификаторы старого поколения, ни пластификаторы нового поколения неэффективны или малоэффективны в бетоне с расходом цемента до 200–300 кг/м³. Для повышения эффективности в бетонные смеси необходимо добавлять значительное количество дисперсной фазы в виде более дешевых дисперсных наполнителей с $S_{уд} = 300–400 \text{ м}^2/\text{кг}$.

Таким образом, бетонные смеси старого поколения необходимо не только реологически активировать или модифицировать добавками СП, но и осуществлять порошковую активацию или модификацию их для усиления пластифицирующих и водоредуцирующих эффектов.

Термин «порошково-активированный бетон» с СП был предложен в [1] исходя из необходимости введения значительного количества дисперсных компонентов, получения новой рецептуры и топологической структуры такого бетона. Этот термин аналогичен термину «порошково-модифицированный бетон». Необходимо отметить, что без СП невозможно активировать бетон старого поколения значительными количествами дисперсных порошков в связи с существенным понижением прочности.

В обычном четырехкомпонентном бетоне старого поколения (БСП) присутствует лишь один порошок – цемент. В таком бетоне абсолютная объемная доля этого порошка может быть различной в зависимости от расхода цемента. При расходе цемента 200–500 кг/м³ и истинной плотности его 3,1 г/см³ абсолютная объемная доля находится в пределах 65–161 л (6,5–16,1%).

Дисперсные наполнители, которые раньше вводили взамен портландцемента для его экономии [2], увеличивали объем порошкообразной фазы пропорционально разнице плотностей цемента и наполнителя. Учитывая, что истинная плотность плотных горных пород находится в пределах 2,6–3,1 г/см³, абсолютный объем порошкообразной смеси или не менялся (наполнители базальт, диабаз, габбро), или незначительно возрастал (кварц, известняк).

Так, замена 100 кг цемента от его расхода в 500 кг/м³ молотым кварцевым песком плотностью 2,7 г/см³ увеличивает абсолютный объем смешанного порошка всего на 4,7 л, т. е. на 2,9%. Естественно, что от такой замены цемента реологические свойства от действия СП практически не менялись.

Осуществим порошковую активацию малоцементного БСП с расходом цемента 180 кг/м³ (58 л/м³) добавлением 190 кг/м³ (70,4 л/м³) молотого песка плотностью 2,7 г/см³. Тогда суммарная абсолютная объемная доля порошковых тонкодисперсных компонентов в виде молотого песка и цемента составит 12,8% (128 л в 1000 л смеси), т. е. в 2,13 раза превысит объемную долю чистого цемента при его расходе в бетоне 180 кг/м³. Если дополнительно ввести микрокремнезем (МК) в количестве 10% массы цемента, то суммарный объем порошков составит 137 л и объемная доля дисперсных компонентов возрастет до 13,1%. Кроме молотого наполнителя и МК в бетон добавим тонкий песок фр. 0,16–0,63 мм в количестве 500 кг/м³, содержание которого составит 185 л. Общее содержание тонкозернистого и порошкового компонентов цемента, молотого песка, МК и тонкого песка будет 322 л, что в 5,55 раза выше, чем абсолютный объем цемента при его содержании 180 кг/м³. Это количество порошка от объема 1000 л бетона составит 32,2%, что в два раза выше, чем объем цементного порошка в бетоне с расходом цемента 500 кг/м³. Таким образом, содержание порошковых компонентов в тощем порошково-активированном бетоне существенно выше, чем в жирном бетоне старого поколения. Именно такое значительное содержание порошкообразной фазы описывает термин «порошковая активация» бетона с крупным и мелким заполнителями. Он созвучен термину «реакционно-порошковый бетон», в котором кроме цемента присутствуют реакционно-активный МК, молотый наполнитель и тонкий песок.

Все дисперсные и тонкозернистые наполнители можно разделить на два вида в соответствии с их функциями: реакционно-активные и реологически-активные. Термин «реакционно-активный» (МК, дегидратированный каолин, белая сажа и т. п.) характеризует достаточно интенсивную пуццолановую реакцию взаимодействия аморфного кремнезема с портландитом. Молотые кварцевые или кварцесодержащие наполнители – базальт, диабаз, гранит, сиенит, кварцевый песок реакционно-активны с известью, но с замедленным, более продолжительным (латентным) периодом взаимодействия с портландитом. Другие дисперсные напол-

нителю — известняк, доломит являются условно-неактивными, так как не образуют прочных продуктов с известью. В самоуплотняющемся бетоне реакционно-активные и реологически-активные добавки выполняют важнейшую реологическую функцию: способность под действием диспергаторов превращаться из состояния структуры геля в золь с высвобождением значительного количества свободной воды из структуры геля. Этот переход осуществляется под действием ионно-электростатических СП в водно-тонкодисперсной системе со значительной иммобилизацией воды из структуры геля в золь. Он сопровождается лавинообразным снижением предела текучести и вязкости системы с сохранением самопроизвольной гравитационной растекаемости. В бетонных смесях старого поколения такому переходу подвержена лишь одна дисперсная система — цементно-водная. Такой реологически-активной системы в БСП мало, что требует введения тонкодисперсных наполнителей. В связи с этим дисперсные и тонкозернистые наполнители были названы реологически-активными, усиливающими в бетонной смеси действие всех видов пластификаторов.

Именно порошково-активированный многокомпонентный бетон с оптимизированным содержанием дисперсных наполнителей и тонкого песка, с кардинальным изменением рецептуры является бетоном нового поколения. Порошковая активация эффективна для экономически невыгодного и технически малоприемлемого песчаного бетона старого поколения. Большие перспективы ожидаются при производстве порошково-активированного керамзитобетона и стеклосферобетона. Высокая эффективность порошковой активации выявлена для особо тяжелого бетона для защиты от радиации.

Новая рецептура порошково-активированного бетона определяет и новую топологическую структуру.

В соответствии с основными теоретическими положениями о структуре и топологии порошково-активированных бетонных смесей, разработанных на кафедре «Технология бетонов, керамики и вяжущих», щебеночные бетоны содержат в своем составе три разделенные по масштабному уровню дисперсности, реологические матрицы. С этих позиций топологическая структура высокопрочного и особовысокопрочного бетона нового поколения должна кардинально отличаться от структуры обычного и малоцементного бетона старого поколения. В соответствии с правилом равенства абсолютных объемов составляющих бетона при добавлении в малоцементный (140–170 кг/м³) бетон нового поколения более чем одно-двукратного количества дисперсного наполнителя и более чем трехкратного количества тонкого песка фр. 0,16–0,63 мм существенно снижается суммарное количество обычного мелкого заполнителя и щебня. При этом реализуется «плавающее» размещение песка-заполнителя в тонкозернисто-дисперсной водной суспензии, а щебня — в растворной смеси. Таким образом, такой бетон должен быть мало-щебеночным и малопесчаным, если под песком понимать песок как стандартный мелкий заполнитель. Содержание щебня в бетоне сокращается до 700–900 кг/м³, а в фибробетоне до 500–700 кг/м³.

К бетону нового поколения обычно относят высокопрочный, ультравысокопрочный, высокофункциональный, реакционно-порошковый, самоуплотняющийся, самонивелирующийся. Тем не менее он является высокоэкономичным и экологичным, если его оценить по величине известного критерия. Этот критерий — удельный расход цемента на единицу прочности при сжатии ($\sigma_{R}^{yD} = \sigma/R$, кг/МПа).

Естественно, что высокопрочный и сверхвысокопрочный бетон будет высокоэкономичным, если этот

критерий не будет превышать 4–5 кг/МПа. При строительстве комплекса Москва-Сити бетон отвечал этому требованию ($\sigma_{R}^{yD} = 5$ кг/МПа). Фирмой Duckerhoff на портландцементе ЦЕМ52,5Д0, что равнозначно ПЦ600Д0, изготовлен фибробетон с $\sigma_{R}^{yD} = 3,1$ кг/МПа. При этом бетон без фибры и МК имел $\sigma_{R}^{yD} = 3,7$ кг/МПа. Реакционно-порошковый бетон прочностью 180–200 МПа, использованный для возведения памятника Победы в 2010 г. в г. Красноярск-45, имел $\sigma_{R}^{yD} = 3,6–3,8$ кг/МПа.

Доля такого уникального бетона в мире не превышает 4–5%.

Чрезвычайно актуальным является производство бетона общестроительного назначения с низким удельным расходом цемента на единицу прочности. Это возможно лишь при внедрении наукоемкой порошковой активации бетона, который должен быть многокомпонентным (7–8 составляющих) в отличие от 4–5 компонентного бетона старого поколения с СП.

В заключение приведены результаты достижения высоких показателей свойств порошково-активированного бетона, полученного на кафедре ТБКиВ, состава, кг/м³: цемент ЦДС 0,9% Melflux 2651F (Красноярск) — 319; песок ртишевский молотый (ПМ) $S_{уд} = 3200$ см²/г — 235; песок тонкий ртишевский фр. 0,16–0,63 (ПТ) — 351; МК новокузнецкий (7% массы цемента) — 22,2; песок крупный из трех фракций (ПЗ) (Красноярск) (фр. 0,63–1,25 мм = 22,4%; фр. 1,25–2,5 мм = 16,2%; фр. 2,5–5 мм = 61,4%; $\rho_{нас} = 1550$ кг/м³; $M_{кр} = 3,3$) — 510; щебень гранитный (30% фр. 5–10 мм) — 308; щебень габбро-диабаз (70% фр. 10–20 мм) — 720; вода — 120. При этом В/Ц = 0,376, В/Т = 0,048, осадка конуса 22 см. Бетон через сутки имел прочность при сжатии 66 МПа в пересчете на базовые размеры кубов 150×150×150 мм. Через 28 сут достигнута прочность 133,6 МПа на тощем по содержанию цемента в бетоне высокопластичной бетонной смеси ((Щ+СП)/Ц = 6,65). Достигнута очень высокая плотность бетона, равная в образцах бетона через сутки 2534 кг/м³. Рассчитаны все безразмерные параметры соотношений сырьевых компонентов и критерии условных реологических матриц: СП/Ц = 3,75; МК/Ц = 0,07; $I_{ВД}^{ПТ} = 2,42$; $I_{ЦДП}^{ПЗ} = 2,39$; $I_{Р}^{Щ} = 1,7$; $\sigma_{R_c}^{yD} = 2,39$ кг/МПа; $R_{Ц}^{yD} = 0,418$ МПа/кг; $\sigma_{R_n}^{yD} = 21,3$ кг/МПа; $R_n/R_c = 0,112$.

Необходимо отметить, что изменение этих критериев в сторону незначительного уменьшения или повышения их приводит к снижению прочностных показателей на 10–20%. Важно то, что достигнут чрезвычайно низкий удельный расход цемента на единицу прочности бетона при сжатии ($\sigma_{R_c}^{yD} = 2,39$ кг/МПа) и растяжении при изгибе ($\sigma_{R_n}^{yD} = 21,3$ кг/МПа).

Производство бетона нового поколения возможно только тогда, когда центр тяжести будет перенесен на производство и подготовку качественных наполнителей и заполнителей, и чем раньше будет реализована такая техническая политика, тем быстрее появится в практике строительства бетон нового поколения.

Ключевые слова: порошково-активированные бетоны, гиперпластификаторы, дисперсные наполнители, плотность, прочность.

Список литературы

1. Калашников В.И. Терминология науки о бетоне нового поколения // Строительные материалы. 2011. № 3. С. 103–106.
2. Соломатов В.И. и др. Высокопрочный бетон с активированным минеральным наполнителем // Бетон и железобетон. 1986. № 12. С. 10–11.

И.Е. СЕСЬКИН, канд. техн. наук, А.С. БАРАНОВ, инженер,
Самарский государственный университет путей сообщения

Прочность прессованного фибробетона

Максимальное использование потенциальных прочностных и вяжущих свойств составляющих бетона является важной задачей современного строительного материаловедения. В настоящее время эта задача решается путем как использования технологических приемов (вибрирование, прессование и др.), так и рациональным подбором состава бетона, введением в состав бетона химических добавок и дисперсного армирования. Совместным использованием этих способов удается существенно повысить прочность исходного бетона.

В настоящей работе приведены результаты экспериментальных исследований, касающихся влияния на прочность бетона формирования изделий прессованием и дисперсного армирования. Режим прессования был принят таким, который используется при изготовлении мелкоштучных изделий: кратковременное прессование продолжительностью не более 15 с, интенсивностью 6, 12 и 24 МПа. Для сопоставления изготавливали контрольные образцы, не подвергнутые прессованию.

Для дисперсного армирования применяли базальтовые фиброволокна диаметром 13–17 мкм и длиной 6–18 мм, их расход составлял 1,5 и 3% количества цемента. В методическом плане исследования были построены таким образом, чтобы можно было проследить влияние кратковременного прессования и дисперсного армирования отдельно на прочность цементного камня, цементно-песчаного раствора и бетона.

Прочность цементного камня, как показывают выполненные исследования, в основном определяется его плотностью [1]. При прессовании цементного теста на стадии образования коагуляционной структуры из него удаляется часть несвязанной воды, что приводит к сближению твердых частиц и соответственно к ускорению образования кристаллических контактов между ними. Сближение твердых частиц обеспечивает также более высокую плотность формирующей структуры, что создает более благоприятные условия для упрочнения прессованного цементного камня по сравнению с исходным [2].

Кинетику структурообразования устанавливали по изменению прочности при сжатии образцов из обычного и прессованного цементного камня. Исследовали прочность цементного камня как на ранней стадии твердения (до 8 ч), так и в более зрелом возрасте (28 сут), когда в основном завершается гидратация.

Опыты показали, что прессование цементного камня способствует более раннему формированию структуры и соответственно более интенсивному набору прочности. Результаты экспериментальных исследований (см. таблицу) показывают, что прочность образцов из прессованного цементного камня на ранней стадии твердения более чем в 5 раз выше, чем непрессованного. Армирование прессованного цементного камня базальтовыми волокнами позволяет повысить его прочность по сравнению с неармированным почти в 20 раз.

Прессованный цементный камень на начальном этапе твердения более интенсивно набирает прочность. Однако после 14 сут твердения наблюдается некоторый спад прочности. Это можно объяснить неизбежной перекристаллизацией. Перекристаллизация сопровождается частичной потерей прочности контактов срастания, что приводит к снижению прочности цементного камня.

Набор прочности цементного камня нормального твердения протекал вплоть до 28 сут без снижения проч-

ности. Это свидетельствует о том, что деструктивные процессы в непрессованном цементном камне начинают протекать гораздо позже, т. е. формирование прочности нормального и прессованного цементного камня смещено во времени. Структурообразование прессованного цементного камня начинается раньше и протекает более интенсивно по сравнению с цементным камнем нормального твердения.

При армировании цементного камня базальтовыми волокнами перекристаллизация менее сказывается на наборе прочности. Армирование сглаживает явления, связанные с деструктивными процессами, протекающими в цементном камне, что позволяет существенно (в 1,89 раза) увеличить прочность цементного камня. Сопоставляя прочность неармированного прессованного цементного камня с прочностью дисперсно-армированного, нетрудно видеть, что величина последней при одинаковой интенсивности прессования значительно выше (см. таблицу).

Данные влияния количества базальтовых волокон на прочность цементного камня представлены на рис. 1. Полученные результаты свидетельствуют об эффективном влиянии дисперсного армирования на формирование прочности прессованного цементного камня. В экспериментальных исследованиях наибольшее влияние на прочность прессованного цементного камня оказывает введение в цементное тесто базальтовых волокон в количестве 1,5%; дальнейшее повышение их количества не приводит к росту прочности цементного камня.

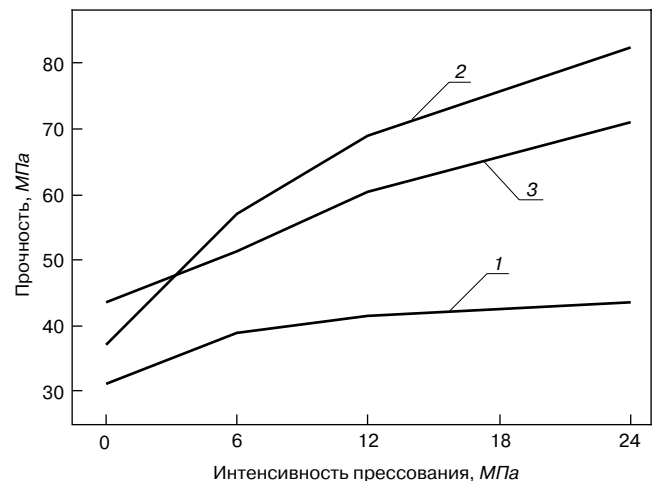


Рис. 1. Влияние на прочность цементного камня интенсивности прессования и дисперсного армирования: 1 – неармированного; 2 – дисперсно-армированного с расходом 1,5%; 3 – то же, 3%

Давление прессования, МПа	Прочность при сжатии, МПа, через		
	4 ч	6 ч	8 ч
0	0,19/0,32	0,28/0,55	0,38/0,66
6	0,46/1,77	0,67/2,12	0,9/2,94
12	1,02/2,46	1,27/2,5	1,34/4,36

Примечание. Перед чертой – прочность неармированного цементного камня; за чертой – прочность цементного камня, армированного базальтовыми волокнами в количестве 1,5% расхода цемента.

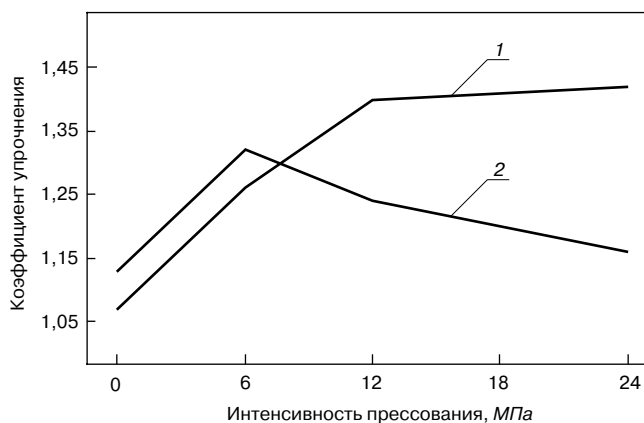


Рис. 2. Изменение коэффициента упрочнения в зависимости от интенсивности прессования: 1 – дисперсно-армированного с расходом 1,5%; 2 – дисперсно-армированного с расходом 3%

Прочность цементно-песчаного раствора исследовали на составе Ц:П=1:1,5. Было выявлено, что армирование цементно-песчаного раствора базальтовыми волокнами также способствует увеличению его прочности при сжатии. Максимальный прирост прочности при введении в раствор фибры составил 1,42 раза, т. е. влияние дисперсно-армирования принятыми в опытах волокнами менее эффективно, чем это наблюдалось в цементном камне.

Опытным путем также установлено, что для армированного базальтовыми волокнами цементно-песчаного раствора существует некоторый предел интенсивности прессования, при достижении которого указанный способ уплотнения приводит к увеличению прочности, превышение же этого давления не приводит к росту его прочности.

Сказанное более наглядно можно проследить по изменению коэффициента упрочнения K , который представляет собой отношение прочности прессованного дисперсно-армированного раствора $R_{Пд}$ к прочности прессованного неармированного раствора $R_{П}$ такой же интенсивности прессования:

$$K = R_{Пд} / R_{П}$$

На рис. 2 приведены кривые изменения коэффициента упрочнения в зависимости от интенсивности прессования. Данные свидетельствуют, что для дисперсно-армированного раствора с расходом базальтовых волокон 1,5% оптимальным давлением прессования является 12 МПа, а при количестве волокон 3% наибольший эффект от прессования достигается при давлении 6 МПа.

Прочность бетона исследовали на составе бетонной смеси с расходом цемента 500 кг/м³ и водоцементным отношением 0,4. Результатами экспериментальных исследований установлено, что кратковременное прессование менее эффективно влияет на увеличение прочности бетона, чем на формирование прочности цементного камня. Кратковременное прессование позволяет повысить прочность исходного бетона не более чем на 26%. Наибольший прирост прочности при прессовании бетонной смеси достигается в диапазоне давления от 6 до 12 МПа. В этом интервале давления формируется основная часть прочности, а дальнейшее его увеличение не приводит к существенному росту прочности бетона.

Известно, что повышение прочности бетона при прессовании достигается за счет более качественного уплотнения бетонной смеси, удаления части несвязанной воды, улучшения сцепления крупного заполнителя с цементным камнем из-за проникновения цементного молока при прессовании в поры и трещины крупного заполнителя.

Армирование бетона базальтовыми волокнами в количестве 1,5% расхода цемента способствует незначительному (до 15%) повышению прочности при сжатии исходного бетона. Дальнейшее увеличение их расхода (до 3%) на прочность бетона влияния не оказывает.

Объяснение в большой разнице прочности дисперсно-армированного прессованного цементного камня и бетона, очевидно, следует искать в разных механизмах разрушения двух этих материалов.

Ранее [3] было показано, что разрушение бетона начинается на контакте крупного заполнителя и растворной его части. Армирование бетона базальтовыми волокнами не оказывает влияния на прочность контактной зоны и соответственно на формирование прочности самого бетона.

В цементном камне, где отсутствуют концентраторы напряжений, нормально ориентированные возникающим растягивающим напряжениям волокна включаются в работу, способствуя тем самым существенному увеличению прочности цементного камня.

Ключевые слова: пресс-бетон, прессование, базальтовая фибра, прочность, цементный камень, бетон.

Список литературы

1. Шейкин А.Е., Чеховский Ю.В., Бруссер М.И. Структура и свойства цементных бетонов. М.: Стройиздат, 1979. 344 с.
2. Сеськин И.Е., Бабков В.В., Мирсаев Р.Н. и др. Прессованные материалы на основе гипсовых и цементных вяжущих в производстве строительных изделий и конструкций. Самара: СамГУПС, 2009. 167 с.
3. Берг О.Я. Физические основы теории прочности бетона и железобетона. М.: Госстройиздат, 1962. 96 с.



А.В. Ушеров-Маршак

БЕТОНВЕДЕНИЕ

ЛЕКСИКОН

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

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

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

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

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

Книгу можно заказать с сайта издательства
www.rifsm.ru

Тел./факс: (499) 976-20-36, 976-22-08
e-mail: mail@rifsm.ru

С.Н. ЛЕОНОВИЧ, д-р техн. наук, Белорусский национальный технический университет;
 Д.В. СВИРИДОВ, д-р хим. наук, А.Л. БЕЛАНОВИЧ, Г.Л. ЩУКИН, кандидаты хим. наук,
 В.П. САВЕНКО, научн. сотрудник, С.А. КАРПУШЕНКОВ, канд. хим. наук,
 Белорусский государственный университет (Минск)

Продление срока годности растворных смесей

Среди основных мероприятий, обеспечивающих рост производительности труда и повышение организационно-технического уровня строительства, особое место занимает разработка и внедрение способов бесперебойного обеспечения рассредоточенных строительных объектов качественной растворной смесью. Поскольку приготовление ее на приобъектных смесительных установках не обеспечивает достаточной точности дозировки материалов, качества смеси, сохранности и экономии материалов.

В связи с этим разработка эффективных способов продления срока годности растворных смесей приобретает особую актуальность и важное народнохозяйственное значение. Решение этой проблемы позволяет исключить простои строителей и потери растворных смесей, повысить производительность труда, эффективность использования смесительного оборудования и автотранспортных средств.

За срок годности растворной смеси принят период, в течение которого она сохраняет требуемую для выполнения строительного-монтажных работ удобоукладываемость, а прочностные показатели затвердевшего строительного раствора соответствуют проектным.

Анализ практикуемых способов обеспечения строительных объектов растворной смесью показал, что в условиях рассредоточенного строительства наиболее эффективным является применение добавок – замедлителей схватывания [1–4].

Известно применение в качестве замедлителей схватывания сульфитно-спиртовой барды и сульфитно-дрожжевой бражки, являющихся побочными продуктами целлюлозно-бумажной промышленности [4]. Одна-

ко использование их в качестве замедлителей схватывания, не имеющих стабильных показателей своего состава, приводит, как правило, к снижению прочности цементного камня с этими добавками.

Замедлить схватывание портландцементного вяжущего можно введением органических замедлителей. Исследованию гидратации цементного вяжущего в присутствии органических добавок-замедлителей посвящено большое количество работ [5–7].

Такие органические замедлители, как полиоксикарбоновые кислоты и их соли, являются сильными анионогенными комплексообразователями с ионами кальция и алюминия. При добавлении к начавшему гидратировать цементу органического замедлителя он начинает активно адсорбироваться на зародышах новообразований. Образующийся «запорный» слой из отрицательно заряженных функциональных групп замедлителя приводит к торможению роста частиц – продуктов гидратации [8].

Молекулы замедлителя тормозят гидратацию, но не предохраняют ионы Ca^{2+} от медленного перехода в раствор. При достижении определенного уровня пересыщения раствора относительно ионов кальция влияние замедлителя подавляется. Постепенное удаление замедлителя из раствора устраняет его влияние на кристаллизацию гидроксида кальция и гидратацию частиц цемента. При этом, когда происходит рост новообразований, скорее образуется множество мелких, чем несколько крупных кристаллов.

В патентах [9–10] предложен способ получения и применения бороцитратов для регулирования времени схватывания гидравлических цементов. В зависимо-

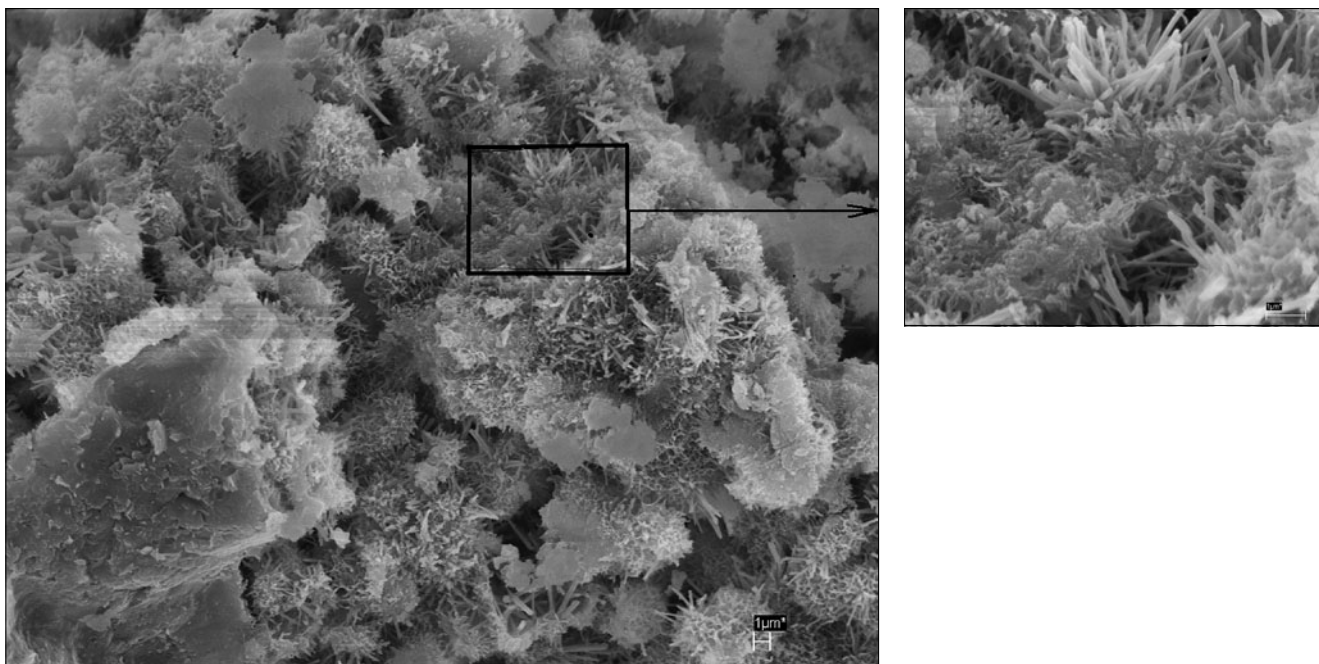


Рис. 1. Поверхность отдельных участков скола цементно-песчаного камня, не содержащего добавку Цитрат-Т

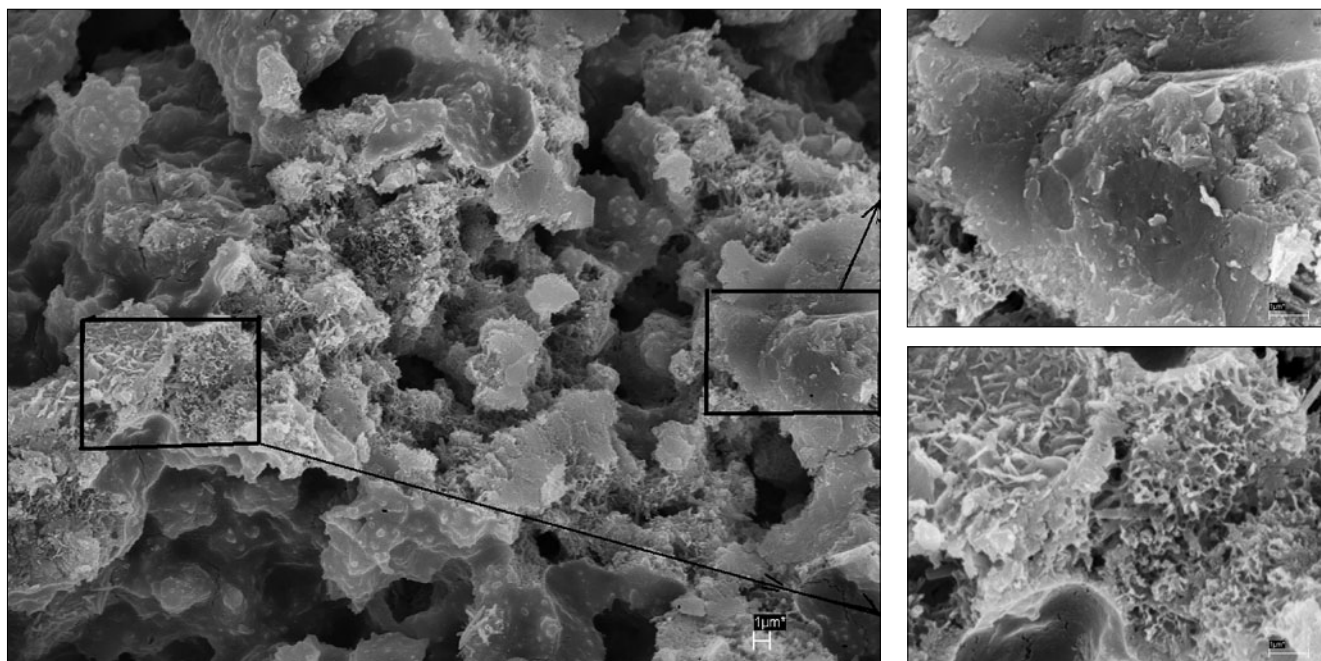


Рис. 2. Поверхность отдельных участков скола цементно-песчаного камня, содержащего 0,3% добавки Цитрат-Т

сти от соотношения бор:цитрат бороцитраты могут выступать как замедлители, так и как ускорители схватывания и набора прочности для гидравлических цементных композиций. Они обеспечивают ускорение или замедление схватывания для растворных и бетонных смесей по желанию пользователя и как того требуют необходимые условия конкретного рабочего объекта.

В Белорусском государственном университете разработана добавка Цитрат-Т, позволяющая в зависимости от ее концентрации по отношению к цементу регулировать скорость схватывания растворной и бетонной смесей и набор прочности цементного камня и бетона. Добавка Цитрат-Т представляет собой порошок белого цвета, хорошо растворимый в воде. Реализуется в форме водных растворов или сухого порошка. Регулируя ее концентрацию в воде затворения, можно замедлить, а затем, введя дополнительное количество добавки, ускорить схватывание растворных и бетонных смесей.

Цель настоящей работы – оценка влияния введения добавки Цитрат-Т в растворную смесь и изыскание эффективного способа продления срока годности и последующего ускорения схватывания растворных смесей, обеспечивающих повышение их технологических свойств и физико-химических показателей.

Результаты и обсуждение. В проведенных исследованиях применяли портландцемент ПЦ500Д0 Красносельского цементного завода. Составы растворных смесей готовили с учетом требований ГОСТ 28013–89. Добавку Цитрат-Т вводили в растворную цементно-песчаную смесь (соотношение цемент:песок = 1:3) с водой затворения в виде водных растворов. При испытании растворных смесей определяли их пластические свойства по методу мини-конуса [11], сроки схватывания – с помощью прибора Вика (ГОСТ 310.3–76), предел прочности при сжатии цементного камня в возрасте 1,3,7 и 28 сут – по ГОСТ 10180–90.

Водопроницаемость цементного камня определяли с помощью трубки Карстена [11], т. е. на поверхности образца из цементного камня диаметром 45 мм и высотой 40 мм устанавливали стеклянную трубку с внутренним диаметром 25 мм и высотой 550 мм с измерительной шкалой. Нижний край трубки на поверхности цементного камня герметизировали воскопарафиновой смесью. В стеклянную трубку заливали воду, высота столба которой составляла 500 мм, и измеряли изменение уровня воды в течение 24 ч.

Электронно-микроскопическое исследование микроструктуры поверхности скола цементного камня без

Таблица 1

Количество вводимой добавки, мас. %	В/Ц	Расплав мини-конуса, мм	Сроки схватывания, мин		Прочность камня при сжатии, МПа/%		
			начало	окончание	1 сут	3 сут	28 сут
Без добавок, контрольный	0,8	45	250	360	2,8/100	5,4/100	10,5/100
0,3	0,8	63	1670	2430		3,7/68	8,8/84
0,5	0,8	68	3360	3970		1,5/28	4,8/45
1	0,8	75	нет	схватывания схватывания			
2	0,8	90	нет				
4	0,8	93	280	370	1,2/43	3,8/59	8,7/92
4	0,6	46	220	320	1,6/57	4,9/76	9,8/97
6	0,8	95	210	260	5,1/182	7,9/123	11,8/112
6	0,6	46	180	220	5,5/195	8,7/136	11,9/113
8	0,8	94	14	27	7,9/282	11/172	12/114
8	0,6	47	8	18	8,2/290	11,5/180	12,3/117

Примечание. Перед чертой приведено значение прочности при сжатии цементного камня, за чертой – относительное значение показателя в % от контрольного.

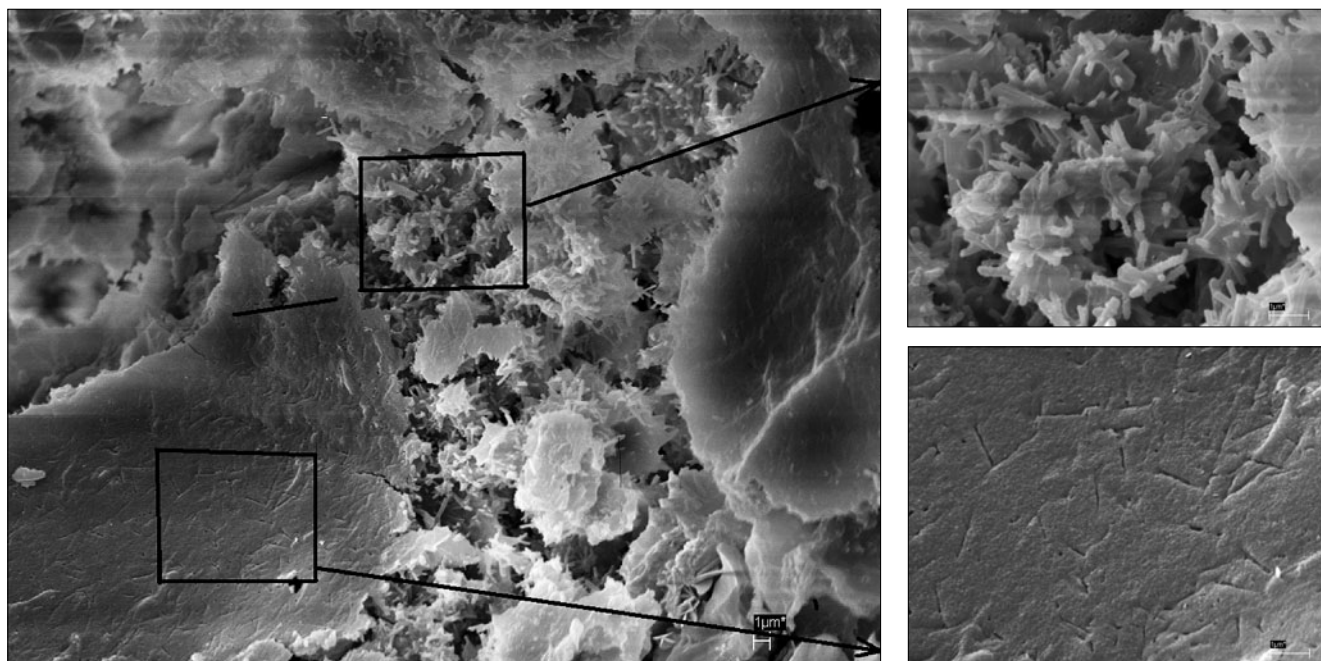


Рис. 3. Поверхность отдельных участков скола цементно-песчаного камня, содержащего 8% добавки Цитрат-Т

добавки и с добавкой Цитрат-Т в количестве 0,3 и 8% массы цемента после 28 сут твердения проводили с помощью растрового электронного микроскопа LEO-1420.

Водосодержание растворяемых смесей устанавливали из условий обеспечения их подвижности контрольного состава (без добавок, В/Ц=0,8) на уровне 45 мм расплыва мини-конуса. В качестве критерия эффективности добавки принимали увеличение подвижности смесей с добавкой с 45 мм до 90–96 мм расплыва мини-конуса при В/Ц=0,8.

Введение добавки Цитрат-Т в растворную смесь в количестве 0,3–8% по отношению к цементу оказывает пластифицирующее действие на растворную смесь, что позволяет снизить водоцементное соотношение на 20–25% (табл. 1).

Как видно из результатов табл. 1, максимальное пластифицирующее действие добавки Цитрат-Т в растворной цементно-песчаной смеси достигается при концентрации 2% по отношению к массе цемента и затем практически не меняется с ее увеличением. Сроки схватывания растворяемых смесей существенно зависят от концентрации в ней добавки Цитрат-Т. Введение добавки в растворную смесь в количестве 0,3–4% массы цемента повышает жизнеспособность смесей, а при содержании выше 5%, наоборот, снижает ее. Растворные смеси не твердеют вплоть до 10 сут в присутствии 1–2% добавки Цитрат-Т; при дозировке 0,3% – в течение 24 ч; 6% – до 3 ч; 8% – до 8 мин. Растворная смесь без добавки твердеет через 5–6 ч.

Прочность цементного камня при сжатии, полученного из растворяемых смесей, содержащих от 4 до 8% добавки Цитрат-Т, зависит от концентрации. Если при концентрациях 4–5% происходит замедление нараста-

ния прочности цементного камня при ранних сроках твердения (1–3 сут), то через 28 сут прочность контрольного и модифицированного добавкой цементного камня практически совпадают. В то время как при концентрации добавки 6–8% прочность цементного камня через сутки возрастает на 95–190%, а через 28 сут составляет всего лишь 14–17% по сравнению с контрольным образцом (табл. 1).

Как показало электронно-микроскопическое исследование, при твердении цементно-песчаной смеси (Ц:П=1:3) образуется пористая структура, состоящая из глобулярных участков и пустот, внутри которых наблюдается образование игольчатых кристаллов толщиной 0,1–0,2 мкм и длиной 1–2 мкм (рис. 1).

При введении в цементно-песчаную смесь 0,3% добавки формируется более плотная пористая структура с большим количеством мелких пор. Наблюдается уменьшение количества игольчатых кристаллов и их размеров (рис. 2).

После введения 8% добавки образуется малопористая структура, имеющая участки с довольно гладкой беспористой поверхностью и участки со сросшимися игольчатыми кристаллами диаметром 0,15–0,6 мкм и длиной до 2 мкм, концентрация которых намного меньше, чем в образцах, содержащих 0,3% добавки Цитрат-Т, и без нее (рис. 3).

Уменьшение пористости и снижение доли сообщающихся пор в затвердевшем цементном камне с добавкой Цитрат-Т приводят к тому, что цементный камень становится практически непроницаемым для жидких сред. Это подтверждается данными, полученными при изучении водопроницаемости образцов цементного камня без добавки и с добавкой Цитрат-Т (рис. 4).

Таблица 2

Дополнительное количество добавки Цитрат-Т в растворной смеси к массе цемента, %	Сроки схватывания, мин		Прочность цементного камня, МПа, в возрасте	
	начало	окончание	7 сут	28 сут
–	2880	3670	2,1	4,8
5,5	240	320	8,2	10,9
7,5	48	67	9,5	11,4
9,5	32	50	9,7	11,6

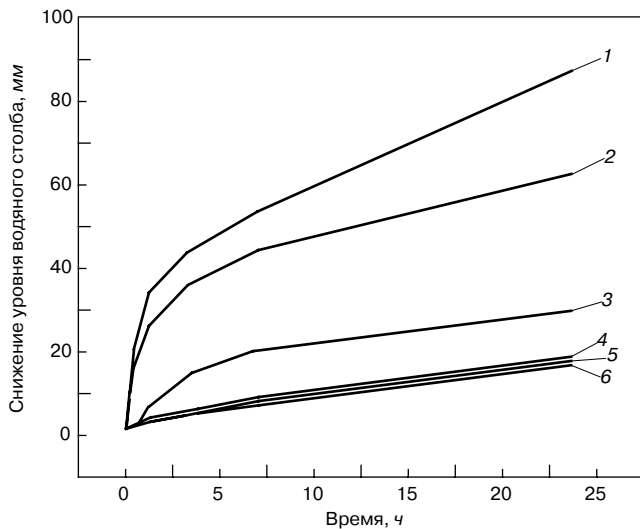


Рис. 4. Зависимость водопроницаемости образцов цементно-песчаного камня без добавки и с добавкой различных количеств Цитрат-Т: 1 – 0%; 2 – 0,3%; 3 – 2%; 4 – 4%; 5 – 6%; 6 – 8%

Как видно из данных, представленных на рис. 4, водопроницаемость цементного камня, содержащего 0,3% добавки Цитрат-Т, уменьшается в 1,5 раза, а при концентрациях 4–8% – в 5 раз.

Установлено, что при введении малых количеств добавки Цитрат-Т происходит замедление сроков схватывания цементно-песчаной смеси, однако после выдержки и при последующем введении дополнительного количества данной добавки происходит ускорение сроков схватывания данной смеси.

В табл. 2 приведены результаты исследования, иллюстрирующие роль добавки Цитрат-Т, дополнительно введенной в виде 30% раствора в растворную смесь (Ц:П=1:3, в/ц=0,6, 0,5% Цитрат-Т) после 24 ч выдержки.

Как видно из данных, приведенных в табл. 1 и 2, введение 0,5% добавки в растворную смесь приводит к увеличению ее жизнеспособности до 40–48 ч с сохранением технологических свойств за счет торможения гидратации цемента, а при введении через 24 ч дополнительного количества добавки происходит ускорение схватывания растворной смеси и набора прочности цементного камня.

Заключение. Исследуемая добавка Цитрат-Т может быть рекомендована в зависимости от ее концентрации в растворной смеси в качестве пластификатора, замедлителя или ускорителя схватывания растворной смеси и твердения цементного камня во времени. Использование добавки Цитрат-Т в качестве замедляющего или ускоряющего компонента в растворных смесях позволяет регулировать сроки их схватывания в широком диапазоне, обеспечивая при этом высокие прочностные показатели цементного камня в нормальных условиях твердения.

Установлено, что введение в цементно-песчаную смесь добавки Цитрат-Т приводит к формированию плотного малопористого цементного камня, который практически становится непроницаемым для жидких сред.

Предложен способ продления срока годности растворных смесей и последующего ускорения схватывания и набора прочности цементного камня.

Полученные при выполнении работы результаты указывают на необходимость проведения дальнейших исследований механизма твердения цементных композиций, содержащих добавку Цитрат-Т.

Ключевые слова: растворная цементно-песчаная смесь, пластификатор, замедлитель или ускоритель схватывания.

Список литературы

1. А. с. 903335 (СССР) Строительный раствор / Г.В. Пухальский, А.П. Никифоров и др. // Опубл. Б.И. 1982. № 5.
2. Гинзбург Ц.Г. Применение пластифицирующей добавки в гидротехническом бетоне: В сб. «Технология гидротехнического бетона». М.: ВНИТОСтроителей, Госэнергоиздат, 1954. С. 26–29.
3. Методические рекомендации по применению модифицированных бардяных концентратов в качестве разжижителя в бетон. Киев: ЗНИИЭП, 1984. 18 с.
4. Рамачандр В.С. Применение дифференциального термического анализа в химии цементов. М.: Стройиздат, 1977. С. 86–97.
5. Батраков В.Г. Модифицированные бетоны. М.: Стройиздат, 1990. 400 с.
6. А. с. 1528759 (СССР) Способ приготовления бетонной смеси / В.А. Мишутин и др. // Заявл. 24.06.87; опубл. 15.12.89.
7. Миронов С.А., Малинина Л.А. Ускорение твердения бетона. М., 1978.
8. Ребиндер П.А., Михайлов Н.Б. Основные положения физико-химической теории бетона и предложения по технологии бетона на основе выводов из теории. М.: Стройиздат, 1956. 63 с.
9. US 7854803 B1 Composition of materials and processes of making boronitrates to establish set times for hydraulic cements / Kirkpatrick W. // Dec.21.2010.
10. US 7892351 B1 Composition of materials and processes for making boronitrates to create cements with field adjustable set times / Kirkpatrick W. // Feb.22.2011.
11. Иванов Ф.М. Добавки в бетон и перспективы применения суперпластификаторов: В сб. «Бетоны с эффективными суперпластификаторами». М.: НИИЖБ, 1979. С. 6–21.

**14-17
МАЯ
2013
КРАСНОЯРСК**

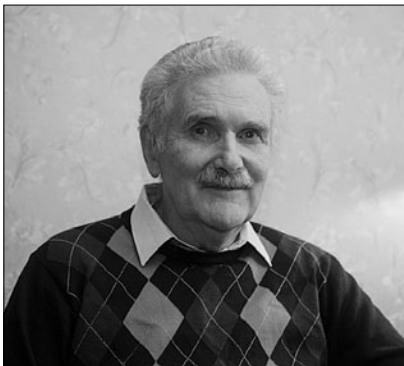
ВЫСТАВКА

- СТРОИТЕЛЬНЫЕ И ОТДЕЛОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ
- МАЛОЭТАЖНОЕ ДОМОСТРОЕНИЕ
- ЖКХ И ЭКОЛОГИЯ

МВДЦ «СИБИРЬ» г. Красноярск, ул. Авиаторов, 19, тел.: (391) 22-88-611 (круглосуточно) www.krasfair.ru

Организатор – ВК «Красноярская ярмарка»
Официальная поддержка:

КОЛЛЕГИ



К 75-летию Олега Ефимовича Харо, почетного строителя России

Олег Ефимович Харо родился в 1937 г. в Москве, в семье коренных москвичей, связанных со строительным производством. Поэтому выбор специальности и вуза – Московского инженерно-строительного института не был случайным.

О.Е. Харо начал трудовую деятельность в конструкторском бюро института ВНИИмонтажспецстрой. Основная часть профессиональной деятельности Олега Ефимовича с 1964 г. связана с ВНИПИИстромсырье (в момент его поступления – горная часть ВНИИЖелезобетон), где последовательно занимал должности от руководителя группы до первого заместителя генерального директора института.

Научное предвидение, стремление к поиску новых решений инженерных и научных проблем, умение находить контакты в отношениях с людьми, доброжелательность, организаторские способности, энергичность, а также чувство юмора позволили Олегу Ефимовичу завоевать заслуженный авторитет в научной,

общественной и административной сфере деятельности, добиваться внедрения разработок института. При участии Олега Ефимовича формировалась новая структура Института ВНИПИИстромсырье после выделения в самостоятельную единицу.

В 1972 г. О.Е. Харо защитил кандидатскую диссертацию, тема которой на десятилетие определила направление творческой деятельности и воплотилась в жизнь в виде нескольких образцов бункеров-питателей на гусеничном ходу, успешно работавших на карьерах.

Под его руководством и при его участии выполнен ряд научных исследований в области конвейеризации горных работ на карьерах промышленности строительных материалов. Особенно следует отметить соавторство в разработке конструкции и широком внедрении резиновых прокатных сит на горных предприятиях отрасли. Эта продукция востребована вот уже более 25 лет и успешно конкурирует с более поздними разработками.

Руководство научными подразделениями института пришлось на весьма сложный период существования науки в России. В 90-е гг. институт был привлечен к таким ответственным и важным работам, как восстановление Дома Правительства, реконструкция помещений для Государственной думы и Счетной палаты, в которых активное участие принимал и Олег Ефимович.

За долгую научную деятельность он являлся членом секций технических советов Минстройматериалов СССР и Госстроя РФ, членом научного совета Департамента строительства Москвы.

О.Е. Харо является автором и соавтором свыше 150 публикаций и 70 изобретений, часть которых нашла применение на предприятиях отрасли.

За участие в восстановлении Дома Правительства награжден медалью «За заслуги перед Отечеством» II степени.

Редакция журнала «Строительные материалы»® поздравляет Олега Ефимовича Харо с 75-летием и желает крепкого здоровья, сохранения свойственного ему оптимизма и дальнейших успехов!

НОВОСТИ КОМПАНИЙ

Колебания цен на стройматериалы в сентябре

В сентябре в РФ цены на стройматериалы показали разнонаправленную динамику. Так, в среднем на 0,6% подорожал цемент, а готовые цементные растворы, наоборот, подешевели на 0,3%. Настолько же понизилась цена на черный металлопрокат, который используется в строительстве. Нерудные строительные материалы в среднем в начале осени подорожали на 1,5%. Повышение затронуло также железобетонные изделия, усредненная по России цена на которые стала выше на 0,5%. Ситуация с керамическим кирпичом двояка: по некоторым позициям произошло повышение средней цены по

России на 4–5%, по другим позициям цена упала на 1–3%. Силикатный кирпич сохранил стоимость, зафиксированную несколько месяцев назад, так же неизменна цена на блоки из легких бетонов. В Московской области наблюдается снижение средней стоимости: бетона на 0,5%, металлопроката на 0,2%. Повысилась средняя цена: цемента на 0,2%, стеновых на 0,5%, нерудных стройматериалов на 2,6%, а также сборного железобетона на 0,3%.

По материалам Национальной ассоциации сметного ценообразования и стоимостного инжиниринга (НАСИ)

Группа ЛСР вновь признана лидером отрасли

Группа ЛСР вновь заняла первое место в перечне крупнейших компаний строительного сектора России по рыночной стоимости – «Капитализация-200», подготовленном рейтинговым агентством «Эксперт РА». Уже третий год подряд Группа ЛСР становится лидером отрасли в данном рейтинге. Кроме того, в рейтинге «Эксперт-400», который ежегодно представляет крупнейшие компании России по объему реализации продукции и услуг, Группа ЛСР стала второй в секторе промышленности строительных материалов. Ежегодно журнал «Эксперт» публикует рейтинг «400 крупнейших компаний России». Рейтинг «Капитализация-200» – крупнейшие

компании по рыночной стоимости формируется на основе данных о рыночной стоимости ценных бумаг компании на конкретную дату (в данном случае по состоянию на 3.09.2012 г.). Сбор данных о компаниях осуществляется в три этапа. Сначала отбор происходит на основе рейтингов прошлых лет, отчетности за минувший год и сообщений в СМИ. На втором этапе проводится опрос компаний-кандидатов, запрашиваются основные показатели деятельности за 2011 и 2010 гг. На третьем этапе пробелы в собранной информации восполняются за счет данных Росстата и корпоративных сайтов в Интернете.

По материалам Группы ЛСР

НОВОСТИ КОМПАНИЙ

Новая разработка «ИНТА-СТРОЙ»

В институте «ИНТА-СТРОЙ» (Омск), специализирующемся на создании технологий и оборудования для производства строительных материалов, закончено проектирование смесителя-гранулятора «Каскад-16» производительностью 50 т/ч; техническая документация подготовлена для передачи в производство.

Эта установка дополняет типоразмерный ряд глиноперерабатывающих машин серии «Каскад», предназначенных для подготовки сырья при производстве керамического кирпича. Их применение значительно повышает качество продукции за

счет улучшения сушильных свойств сырца, повышения пластичности и гомогенности глинистой шихты.

Институтом выпущено 12 агрегатов серии «Каскад» меньшей производительности. Оборудование серии «Каскад» может применяться и в производстве других стройматериалов, где требуется качественное смешивание компонентов и высокая степень гомогенизации продукта.

В настоящее время разрабатываются установки производительностью 70 и 100 т/ч.

По материалам ООО «ИНТА-СТРОЙ»

Инвестиции в белорусский цемент

ОАО «Белорусский цементный завод» инвестировал 422,9 млн USD в строительство новой технологической линии по производству цемента сухим способом и углеподготовительного отделения с переводом действующей линии с природного газа на уголь. Собственные средства предприятия и средства из инновационного фонда Министерства строительства и архитектуры составили 16% от общего объема инвестиций в реализацию этого проекта, остальные средства – кредитные ресурсы. Это 174,25 млн USD (41% от объема инвестиций) кредита Экспортно-импортного банка Китая и внутренний кредит в иностранной валюте ОАО «АСБ Беларусбанк» и ОАО «Белинвестбанк» в размере более 182,7 млн USD (43%). Реализация этого инвестиционного проекта с выходом технологической линии на проектную мощность (1,8 млн т) позволит БЦЗ обеспечить суммарный годовой выпуск цемента в объеме 2,95 млн т, что поможет решить проблему дефицита цемента на внутреннем рынке, значительно увеличить его экспорт, а также откроет новые перспективы для развития предприятия. Также снизятся удельные затраты на производство и реали-

зацию тонны цемента и на топливно-энергетические ресурсы в общем объеме затрат на производство и реализацию. Благодаря вводу дополнительной технологической линии более 250 человек получили работу, а также предприятие увеличило объем налоговых поступлений в государственный бюджет.

Ввод новых технологических линий по производству цемента сухим способом на трех цементных заводах Беларуси (БЦЗ, ОАО «Красносельскстройматериалы», ОАО «Кричевцементношифер») позволит создать производственные мощности в объеме 5,4 млн т в год. При этом потребление цемента на внутреннем рынке прогнозируется в объеме около 4 млн т, поставки на экспорт достигнут 1,5 млн т. В 2014 г. производство цемента в Беларуси будет увеличено до 10 млн т. Таким образом, вводимые мощности позволят исключить дефицит цемента на внутреннем рынке и организовать производство новых видов строительных материалов на основе цемента – цементно-стружечных плит, сухих строительных смесей, элементов благоустройства и др.

По материалам информационного агентства БЕЛТА

«Экологическая» модернизация на «Невьянском цементнике»

ЗАО «Невьянский цементник» (Свердловская область) инвестировало в экологию 70 млн р. На эти средства была проведена модернизация оборудования предприятия. Целью работ являлось улучшение экологической ситуации в районе присутствия завода. На реконструкцию рукавных фильтров цементных мельниц №№ 1 и 2 было потрачено 14,5 млн р. Модернизация обеспыливающих устройств цементных силовых, места пересыпки сырья потребовала 14,9 млн р. Внедрение станции погрузки цемента навалом с обеспыливающими установками обошлось в 18,4 млн р. Ремонт обеспыливающей установки сушильных барабанов стоил 3,75 млн. Также был разработан проект реконструкции кондиционера отходящих

газов и получено оборудование швейцарской фирмы «Элекс» – затраты на это составили 15,9 млн р. «Невьянский цементник» соблюдает требования природоохранного законодательства и проводит регулярный экомониторинг по ключевым показателям.

Лабораторией Федеральной службы Роспотребнадзора были проведены замеры подфакельных концентраций вредных веществ в атмосферном воздухе санитарно-защитной зоны. Исследование показало, что концентрации диоксида азота в 25 пробах составляли 10% от установленных нормативов предельно допустимых концентраций. Фактическая концентрация взвешенных веществ – 10–20% от установленных нормативов предельно допустимых концентраций.

По материалам холдинга «ЕВРОЦЕМЕНТ групп»

ИССЛЕДОВАНИЯ РЫНКОВ

Импорт строительной техники в России

По данным «Анализа рынка строительной техники в России», подготовленного BusinessStat в 2012 г., основной вклад в предложение строительной техники на российском рынке вносил импорт. Доля импорта строительной техники в России в 2011 г. составила 70% – 33,6 тыс. шт. Доля производства строительной техники в 2011 г. составила 24% от объема предложения – 11,6 тыс. шт.

В 2007–2011 гг. в импорте строительной техники преобладали экскаваторы и погрузчики. Доля этой продукции в 2011 г. составила 86% от общего объема импорта. Стоимостный объем импорта строительной техники составил 3,2 млрд USD.

Наибольший спад производства строительной техники наблюдался в 2009 г. – на 77% относительно прошлого года. В 2010 г. производство строительной техники выросло на 63,4% относительно прошлого года и составило 8,1 тыс. шт. В 2011 г. производство строительной техники продолжало расти и составило 11,4 тыс. шт.

По прогнозам экспертов в период с 2012–2016 гг. производство строительной техники в России будет расти в среднем на 12,7% в год и в конце периода составит 20,7 тыс. шт.

По материалам «РБК. Исследования рынков»

Как подготовить к публикации научно-техническую статью



Журнальная научно-техническая статья – это сочинение небольшого размера (до 3-х журнальных страниц), что само по себе определяет границы изложения темы статьи.

Необходимыми элементами научно-технической статьи являются:

- постановка проблемы в общем виде и ее связь с важными научными или практическими задачами;
- анализ последних достижений и публикаций, в которых начато решение данной проблемы и на которые опирается автор, выделение ранее не решенных частей общей проблемы, которым посвящена статья;
- формулирование целей статьи (постановка задачи);
- изложение основного материала исследования с полным обоснованием полученных результатов;
- выводы из данного исследования и перспективы дальнейшего поиска в избранном направлении.

Научные статьи рецензируются специалистами. Учитывая открытость журнала «Строительные материалы»® для ученых и исследователей многих десятков научных учреждений и вузов России и СНГ, представители которых не все могут быть представлены в редакционном совете издания, желательно представлять одновременно со статьей отношение ученого совета организации, где проведена работа, к представляемому к публикации материалу в виде сопроводительного письма или рекомендации.

Библиографические списки цитируемой, использованной литературы должны подтверждать следование автора требованиям к содержанию научной статьи.

НЕ РЕКОМЕНДУЕТСЯ:

1. Включать ссылки на федеральные законы, подзаконные акты, ГОСТы, СНИПы и др. нормативную литературу. Упоминание нормативных документов, на которые опирается автор в испытаниях, расчетах или аргументации, лучше делать непосредственно по тексту статьи.

2. Ссылаться на учебные и учебно-методические пособия; статьи в материалах конференций и сборниках трудов, которым не присвоен ISBN и которые не попадают в ведущие библиотеки страны и не индексируются в соответствующих базах.

3. Ссылаться на диссертации и авторефераты диссертаций.

4. Самоцитирование, т. е. ссылки только на собственные публикации автора. Такая практика не только нарушает этические нормы, но и приводит к снижению количественных публикационных показателей автора.

ОБЯЗАТЕЛЬНО следует:

1. Ссылаться на статьи, опубликованные за последние 2–5 лет в ведущих отраслевых научно-технических и научных изданиях, на которые опирается автор в построении аргументации или постановке задачи исследования.

2. Ссылаться на монографии, опубликованные за последние 5 лет. Более давние источники также негативно влияют на показатели публикационной активности автора.

Несомненно, что возможны ссылки и на классические работы, однако не следует забывать, что наука всегда развивается поступательно вперед и незнание авторами последних достижений в области исследований может привести к дублированию результатов, ошибкам в постановке задачи исследования и интерпретации данных.

Статьи, направляемые для опубликования, должны оформляться в соответствии с техническими требованиями изданий:

- текст статьи должен быть набран в редакторе Microsoft Word и сохранен в формате *.doc или *.rtf и не должен содержать иллюстраций;
- графический материал (графики, схемы, чертежи, диаграммы, логотипы и т. п.) должен быть выполнен в графических редакторах: CorelDraw, Adobe Illustrator и сохранен в форматах *.cdr, *.ai, *.eps соответственно. Сканирование графического материала и 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); лицензионным договором о передаче права на публикацию; **распечаткой, лично подписанной авторами**; рефератом объемом до 500 знаков на русском и английском языках; подтверждением, что статья предназначена для публикации в журнале «Строительные материалы»®, ранее нигде не публиковалась и в настоящее время не передана в другие издания; сведениями об авторах с указанием полностью фамилии, имени, отчества, ученой степени, должности, контактных телефонов, почтового и электронного адресов. Иллюстративный материал должен быть передан в виде оригиналов фотографий, негативов или слайдов, распечатки файлов.

В 2006 г. в журнале «Строительные материалы»® был опубликован ряд статей «Начинающему автору», ознакомиться с которыми можно на сайте журнала www.rifsm.ru/files/avtoru.pdf

Подробнее можно ознакомиться с требованиями на сайте издательства <http://www.rifsm.ru/page/7>