

СОДЕРЖАНИЕ

Учредитель журнала:
ООО Рекламно-издательская
фирма «Стройматериалы»

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

Главный редактор
ЮМАШЕВА Е.И.

Редакционный совет:
РЕСИН В.И.
(председатель)

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

ГОРИН В.М.
ГОРНОСТАЕВ А.В.
ГРИДЧИН А.М.
ЖУРАВЛЕВ А.А.
КОВАЛЬ С.В.
КОЗИНА В.Л.
ЛЕСОВИК В.С.
ПИЧУГИН А.П.
СИВОКОЗОВ В.С.
ФЕДОСОВ С.В.
ФЕРРОНСКАЯ А.В.
ФИЛИППОВ Е.В.
ШЛЕГЕЛЬ И.Ф.

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

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

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

Редакция не несет ответственности
за содержание рекламы и объявлений

Адрес редакции:

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

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

Телефон: (926) 833-48-13

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

Перспективы развития отрасли

С.В. КОЛЯДА

Перспективы развития производства строительных материалов в России до 2020 г. 4

Объясняется сложность оценки финансово-экономических показателей промышленности строительных материалов в связи с введением ОКВЭД. Показано, что на фоне устойчивого роста объемов производства строительных материалов по многим позициям эксперты прогнозируют возникновение дефицита. С целью удовлетворения потребности в строительных материалах на долгосрочную перспективу подготовлен проект Долгосрочной стратегии развития производства строительных материалов, изделий и конструкций на период до 2020 г. Изложены цели и задачи Стратегии, приведена система критериев и показателей.

Нерудные строительные материалы

Нерудники обсудили перспективные задачи отрасли 9

Представлены результаты проведения XIII Международной конференции «Технология, оборудование и сырьевая база горных предприятий промышленности строительных материалов». Показаны основные проблемы отрасли, мнения специалистов о путях их решения.

А.Н. КОРОВНИКОВ, В.А. ТРОФИМОВ

Новое поколение грохотов для промышленности строительных материалов ... 14

Представлены универсальные грохоты общего и специального назначения, разработанные и выпускаемые НПК «Механобр-техника». Приведены технические характеристики и области применения инерционных грохотов ГИЛ и ГИС с круговыми траекториями колебаний, а также вибрационных самосинхронизирующихся грохотов с прямолинейными траекториями колебаний. Показаны примеры их эффективного использования в промышленности строительных материалов.

Новое оборудование «Дробмаш» – новые возможности 18

Дано описание новых разработок ОАО «Дробмаш»: агрегата для переработки строительных отходов ДРО-716А и мобильной установки ДСУ-50 с автономным питанием от дизель-генератора для получения высококачественного щебня.

Н.В. КОРЕНЮГИНА

Измельчительное оборудование ИТП «ТехПрибор» в производстве материалов для дорожного строительства 21

Обсуждается целесообразность применения активированных минеральных порошков в производстве асфальтобетона, особенности технологического оборудования, используемого для получения активированных минеральных порошков и преимущества дезинтеграторного помола карбонатных материалов с их одновременной активацией.

И.Г. ГРИБОВА, О.В. ТЫЧКИНА

Роторные дробилки-измельчители 24

Представлены роторные дробилки ударного действия производства НИИПроектабест для среднего и мелкого дробления и измельчения горных пород с коэффициентом крепости до 8 по шкале Протодряконова. Дробилки позволяют достигать степень дробления 20, а также получать зерно кубовидной формы. На основе оборудования собственной разработки институт выпускает дробильно-сортировочные и измельчительные комплексы для получения минеральной крошки и муки.

О.В. МЯСНИКОВА, В.А. ШЕКОВ

Некоторые аспекты оценки разрушения горных пород 26

На основе современных представлений теории разрушения горных пород предложен метод оценки микроповреждений горной породы и щебня по показателю эффективной пористости и водопоглощения. Установлена тесная связь снижения долговечности и развития микротрещин на поверхности камня. Показано, что наряду с минеральным составом, размером и формой дробленого зерна, одним из важных факторов, влияющих на прочность щебня и определяющих его долговечность, является микротрещиноватость горной породы. Доказано, что технологический передел горных пород при производстве строительных материалов (щебня) достаточно существенно меняет физико-механические характеристики материала по сравнению с их исходными показателями.

Юбиляры отрасли

К 70-летию Вячеслава Александровича Ильичева 29

Бетоны: наука и практика

Г.В. НЕСВЕТАЕВ, А.Н. ДАВИДЮК

Применение коэффициентов теплотехнического качества материалов для проектирования многослойной ограждающей конструкции 32

Предлагается метод проектирования многослойной ограждающей конструкции, основанный на использовании коэффициента теплотехнического качества материала. Дан пример решения задачи по оптимизации параметров многослойной конструкции.

С.В. ФЕДОСОВ, В.Е. РУМЯНЦЕВА, Н.С. КАСЬЯНЕНКО

Математическое моделирование массопереноса в процессах коррозии бетона второго вида 35

Рассматриваются физические процессы коррозии бетона второго вида. Изложена разработанная авторами математическая модель массообменных процессов для коррозии бетона второго вида в неограниченной пластине с гидроизолированной стороной с учетом распределенного внутреннего источника переносимого компонента. По результатам расчетов проведенных на основании математической модели построены графики, которые иллюстрируют частные случаи распределения концентрации переносимого компонента по толщине пластины при конкретных значениях критериев Фурье, Кирпичева и Померанцева. При подстановке конкретных параметров конструкции и процессов возможно определить реальное распределение концентрации переносимого компонента по толщине конструкции и определить продвижение фронта коррозионной реакции вглубь конструкции, что позволит прогнозировать коррозионное повреждение бетона, определять оптимальные области применения бетона с учетом агрессивности среды, более точно назначать методы защиты.

И.Е. СЕСЬКИН

Прогнозирование прочности пресс-бетона в монолитной тоннельной обделке 40

Предложена методика определения прочности прессованного бетона в монолитной тоннельной обделке. Приведены зависимости коэффициента упрочнения бетона во времени. Показано, что в прессованном бетоне образование первичной структуры, которое сопровождается ростом кристаллов, происходит быстрее. Установлена зависимость прочности пресс-бетона от расхода цемента и давления прессования. Сделан вывод, что при оптимальном сочетании действия прессования и введения пластификатора можно более чем в два раза увеличить прочность бетона без дополнительного расхода цемента.

А.А. СЛЮСАРЬ, Н.А. ШАПОВАЛОВ, В.А. ПОЛУЭКТОВА

Регулирование реологических свойств цементных смесей и бетонов добавками на основе оксифенолфурфурольных олигомеров 42

Исследованы свойства модифицирующих добавок на основе оксифенолфурфурольных олигомеров, полученных в результате реакции конденсации с фурфуролом. Изучено их влияние на реологические свойства цементных смесей и свойства бетонов. Проведены сравнительные исследования с известными суперпластификаторами. Доказано, что синтезированные добавки на основе оксифенолфурфурольных олигомеров относятся к классу суперпластификаторов.

А.А. БАБИН, А.М. КОСУХИН, М.М. КОСУХИН, Н.А. ШАПОВАЛОВ

Суперпластификатор для бетонов на основе легкой пиролизной смолы 44

Разработан новый суперпластификатор бетонных и растворных смесей на основе отходов химического производства – легкой пиролизной смолы. Исследованы физико-механические и технологические свойства бетонных смесей и бетонов с предлагаемым суперпластификатором, показана возможность расширения сырьевой базы для промышленного производства высокоэффективных суперпластификаторов.

В.И. КАЛАШНИКОВ, М.Н. МОРОЗ, В.А. ХУДЯКОВ

Нанотехнология гидрофобизации минеральных порошков стеаратами металлов 45

Рассмотрены вопросы достижения высокой гидрофобности минеральных порошков и композиционных минеральношлаковых и геотекстильных вяжущих материалов путем совместного помола порошкообразных стеаратов металлов с горными породами.

И.А. ВОЙЛОКОВ

Повышение качества и долговечности эксплуатации покрытий промышленных полов 48

Описаны двухслойная конструкция промышленного пола со слоем износа из сталефибробетона и технология бетонирования. Данная конструкция позволяет добиться высоких прочностных характеристик для статической и динамической нагрузки и обеспечивает значительный период эксплуатации и повышает долговечность покрытий.

Ученые отрасли

Валерий Петрович ПЕТРОВ (1908 – 1993) 52

Материалы и конструкции

А.В. РУДЕНСКИЙ, О.Н. НИКОНОВА

Модифицированные асфальтовые вяжущие 54

В статье приведены результаты исследований асфальтовых вяжущих, предназначенных для приготовления дорожных асфальтобетонных смесей. Предложена методика оценки свойств асфальтовых вяжущих, содержащих различные модифицирующие добавки (резиновой крошки, тонкодисперсного порошка, волокон полипропилена) и определены их характеристики.

Л.В. ПОСТОЙ

Управление влажностными деформациями при производстве и эксплуатации СЦП 57

Рассмотрена схема образования трещин в штукатурных покрытиях при влажностных деформациях стружечно-цементных плит. Показано, что наиболее эффективным способом предотвращения трещинообразования является поверхностная обработка стружечно-цементных плит гидрофобизаторами. Получена плита с фактурным покрытием из фибробетона, влажностные деформации которой близки к нулю.

А.Ю. ПЕТРОВ, Ф.А. ПЕТРИЦЕ

Клееная фанера с повышенной биологической безопасностью 60

С целью получения биологически безопасной фанеры разработаны марки клеевых композиций с применением карбамидоформальдегидных смол. В производственных условиях изготовлена фанера с классом эмиссии свободного формальдегида E1 по оптимальной рецептуре.

Весь дом из керамзита и керамзитобетона 62

Представлены результаты совещания Союза производителей керамзита и керамзитобетона. На нем были рассмотрены состояние и перспективы развития производства керамзита, эффективные направления его использования; обсуждены пути снижения затрат при производстве керамзита и при строительстве из керамзитобетона.

Л.А. СЕРЕБРЯКОВА

Оптимизация структуры композиционных нетканых материалов 66

Исследованиями эксплуатационных свойств иглопробивных нетканых материалов, полученных на основе отходов орудий лова рыболовецкой промышленности, показана возможность их применения в строительстве. Для рационального использования сырья установлена оптимальная толщина опытных образцов.

ТЕХНОФАС – теплая и безопасная одежда для вашего дома 70

Проведено сравнение различных видов изоляционных материалов. Приведены свойства, области применения теплоизоляционных материалов марки ТЕХНОФАС, разработанных и выпускаемых Корпорацией «ТехноНИКОЛЬ» для утепления наружных стен зданий.

Результаты научных исследований

Е.В. РОМАНЮК, Ю.В. КРАСОВИЦКИЙ, Р.А. ВАЖИНСКИЙ, Н.Н. ЛОБАЧЕВА, Е.Л. ЗАСЛАВСКИЙ, А.В. ЛОГИНОВ

Определение удельной газовой нагрузки на зернистые фильтры 73

Предложена методика определения оптимальной удельной газовой нагрузки применительно к зернистым фильтровальным перегородкам со связанной структурой. Данная методика обеспечивает одновременно минимальные общие затраты на обеспыливание газов.

Г.И. БЕРДОВ, В.Н. ЗЫРЯНОВА, А.Н. МАШКИН, В.Ф. ХРИТАНКОВ

Нанопроцессы в технологии строительных материалов 76

Рассмотрены процессы, развивающиеся в наноразмерных областях твердых тел и на границе раздела фаз: межфазные взаимодействия в композиционных материалах, адсорбционное и ионообменное взаимодействие на границе твердое тело – жидкость, твердофазный синтез материалов. Показаны возможности прогнозирования и улучшения свойств материалов, совершенствования технологических процессов.

Новости 82

Требования к материалам, направляемым в группу журналов «Строительные материалы»® для опубликования

В группе журналов «Строительные материалы»® публикуются оригинальные статьи, нигде ранее не опубликованные и не предназначенные для одновременной публикации в других изданиях.

Научные статьи рецензируются специалистами.

Библиографические списки цитируемой, использованной литературы должны быть оформлены в соответствии с ГОСТ 7.1–2003. Цитируемая литература приводится общим списком в конце статьи в порядке упоминания. Порядковый номер в тексте заключается в квадратные скобки. В начале статьи указывается УДК.

Статьи, направляемые в редакцию группы журналов «Строительные материалы»® для опубликования, должны оформляться в соответствии с **техническими требованиями**:

- текст статьи должен быть набран в редакторе Microsoft Word (рекомендуемый объем 10 страниц машинописного текста или 10 тыс. знаков, включая таблицы и рисунки; размер шрифта 14, печать через 1,5 интервала, поля 3–4 см) и сохранен в формате *.doc или *.rtf;
- **единицы физических величин должны быть приведены в Международной системе единиц (СИ);**
- **для названий химических соединений необходимо придерживаться терминологии, рекомендуемой ИЮПАК;**
- графические материалы (*графики, схемы, чертежи, диаграммы, логотипы и т. п.*) должны быть представлены **отдельными файлами** в форматах *.cdr, *.ai, *.eps, выполненные в графических редакторах CorelDraw и Adobe Illustrator. При изготовлении чертежей в системах

автоматического проектирования (AutoCAD, Visuo и др.) необходимо экспортировать чертежи в формат *.eps. **Диаграммы, выполненные в Microsoft Excel, не принимаются. Импортрование диаграмм Microsoft Excel и сканированного графического материала в перечисленные выше редакторы не допускается.**

- иллюстративный материал (фотографии, коллажи и т. п.) должен быть передан в виде оригиналов фотографий, негативов или слайдов, либо в электронном виде – **отдельными файлами** в формате *.tif, *.psd, *.jpg (качество «12 – максимальное») или *.eps (Adobe PhotoShop) с разрешением не менее 300 dpi, не менее 115 мм по ширине, цветовая модель CMYK или Grayscale.

Весь материал, передаваемый в редакцию в электронном виде, должен сопровождаться:

- рекомендательным письмом руководителя предприятия (института) с указанием, является ли работа диссертационной;
- распечаткой, лично подписанной авторами;
- рефератом на русском и английском языках;
- подтверждением, что статья предназначена для публикации в группе журналов «Строительные материалы»®, ранее нигде не публиковалась, и в настоящее время не передана в другие издания;
- сведениями об авторах с указанием полностью фамилии, имени, отчества, ученой степени и ученого звания (звания в негосударственных академиях наук не указывать), должности, контактных телефонов, почтового и электронного адресов.

Подробнее с требованиями можно ознакомиться на сайте издательства www.rifsm.ru/avtoram.php.

С.В. КОЛЯДА, старший консультант экспертной группы Комиссии по развитию рынка доступного жилья при Совете по реализации приоритетных национальных проектов и демографической политике при Президенте Российской Федерации

Перспективы развития производства строительных материалов в России до 2020 г.

С введением общероссийского классификатора видов экономической деятельности (ОКВЭД) взамен классификатора отраслей народного хозяйства (ОКОНХ), согласно которому в состав промышленности строительных материалов входило 15 подотраслей, объединяющих около 9,4 тыс. предприятий с общей численностью работников примерно 624 тыс. человек, оценить финансово-экономические показатели не только по подотраслям, но даже по промышленности в целом в настоящее время затруднено.

Отдельные показатели Росстат публикует, но рассчитывать на серьезный анализ с их помощью нельзя. К предприятиям, производящим строительные материалы, изделия и конструкции, отнесены производства, включенные в раздел С – «Добыча полезных ископаемых» (код 14 – добыча прочих полезных ископаемых в части природного сырья для производства стройматериалов) и раздел Д – «Обрабатывающие производства» (код 26 – производство прочих неметаллических минеральных продуктов в части производства стекла, керамической плитки, изделий строительной керамики, кирпича, цемента, извести, гипса, изделий из бетона, гипса и цемента, изделий из природного камня, тепло- и звукоизоляционных минераловатных материалов и изделий).

Отсюда вывод, что промышленности строительных материалов как самостоятельной отрасли не существует.

Вопросы производства и потребления строительных материалов, изделий и конструкций в настоящее время отнесены к компетенции Министерства регионального развития РФ, но фактически в аппарате ми-

нистерства ими занимаются 2–3 специалиста. Этим сил на федеральном уровне явно не достаточно.

В строительных комплексах субъектов Российской Федерации положение аналогичное. Во властных региональных структурах вопросами производства и потребления строительных материалов, изделий и конструкций поручено заниматься 1–2 специалистам. При этом очень часто эти функции не являются основными.

Отраслевые научно-исследовательские институты переживают далеко не лучшие времена, и судьба многих пока не ясна.

В то же время предприятия строительных материалов постоянно наращивают объемы производства.

Показатели выпуска ряда строительных материалов с начала 2008 г. приведены в табл. 1.

Следует обратить внимание, что топливно-энергетические ресурсы, от которых во многом зависит производство строительных материалов, развиваются совсем другими темпами (табл. 2).

Данные табл. 2 показывают, что производственным предприятиям пора серьезно задуматься о переходе на энергосберегающие технологии.

В настоящее время практически постоянно в СМИ публикуются тревожные прогнозы, которые высказывают эксперты, бизнесмены и руководители регионов страны по возможному дефициту ряда основных видов строительных материалов. Напомним, что это также прогнозировал Госстрой России, когда были подготовлены и вынесены на обсуждение в 2002–2003 гг. «Основные направления развития промышленности строительных материалов на период до 2010 года». Этот документ должен был стать

Таблица 1

Вид строительного материала	Январь–апрель 2008 г.	Январь–апрель 2008 г. в % к январю–апрелю 2007 г.	Апрель 2008 г. в % к апрелю 2007 г.	Апрель 2008 г. в % к марту 2008 г.
Обрабатывающие производства				
Плитки керамические для полов, млн м ²	23,1	106,1	101,2	106,4
Кирпич строительный, млрд усл. шт.	4,1	110,5	101,1	110,7
Цемент, млн т	16,6	102,5	116,2	102,1
Конструкции и изделия сборные железобетонные, млн м ³	9,6	111,2	105,2	109,1
Блоки и камни мелкие (без блоков из ячеистого бетона), млн усл. шт.	137	136	118,1	117,3
Блоки крупные стеновые (включая бетонные блоки стен подвалов), млн усл. шт.	391	111,2	105	111,4
Панели и другие конструкции для крупнопанельного домостроения, млн м ² общей площади	2,5	110,3	100,6	106,7
Добыча полезных ископаемых				
Мука известняковая и доломитовая для известкования кислых почв, тыс. т	170	61,9	186,4	66
Асбест (0–6-й групп), тыс. т	330	108,7	100,4	101,5

Таблица 2

Вид энергетического ресурса	Январь–апрель 2008 г.	Январь–апрель 2008 г. в % к январю–апрелю 2007 г.	Апрель 2008 г. в % к апрелю 2007 г.	Апрель 2008 г. в % к марту 2008 г.
Добыча полезных ископаемых				
Уголь, млн т	111	113	89,9	106,6
Нефть добытая, включая газовый конденсат, млн т	161	99,3	96,4	99,7
Газ горючий природный (естественный), млрд м ³	234	101,3	95,6	101,4
Обрабатывающие производства				
Первичная переработка нефти, млн т	77,6	100,2	88,7	104,5
Бензин автомобильный, млн т	11,5	98,4	86,5	100,2
Дизельное топливо, млн т	22,5	97,4	84,9	103,4
Мазут топочный, млн т	22	98,9	84,1	106,3
Производство и распределение электроэнергии, газа и воды				
Электричество, млрд кВт·ч	374	101,5	89,2	104,6

рекомендацией для организаций и учреждений строительного комплекса, предпринимателей и потенциальных инвесторов по приоритетам в инновационной и инвестиционной сферах промышленности строительных материалов. Однако практически готовый к подписанию документ не был принят в связи с отставкой Правительства России в феврале 2004 г.

В последние годы спрос на рынке строительных материалов продолжает стимулировать повышенный интерес коммерческих структур к производству строительных материалов, изделий и конструкций. Появился интерес к проблемам отрасли у руководства Минрегионразвития РФ. В декабре 2007 г. при Департаменте регулирования градостроительной деятельности была создана рабочая группа по подготовке проекта Долгосрочной стратегии развития производства строительных материалов, изделий и конструкций на период до 2020 г. (Стратегии). Было рассмотрено несколько вариантов Стратегии. За основу для дальнейшей работы был принят проект, подготовленный группой в составе: Баринова Л.С., Куприянов Л.И., Коляда С.В. В настоящее время в документ вносятся коррективы по итогам выполнения за 2007 г.

Стратегия предназначена:

- определять приоритетные направления развития производства основных видов стройматериалов и пути их реализации;

- быть концептуальной основой для государственно-частного партнерства по вопросам развития производства продукции удовлетворения потребности в ней капитального строительства, ремонтно-эксплуатационных нужд и торговой сети;

- обеспечивать согласованность действий органов исполнительной и законодательной власти различных уровней, коммерческих структур, задействованных в отрасли, и естественных монополий при решении задач по развитию производства стройматериалов;

- служить основой для принятия решений на государственном уровне по разработке целевых программ развития строительного комплекса в целом и производства стройматериалов в частности.

В Стратегии рассматриваются только основные (базовые) строительные материалы и изделия, от наличия которых в первую очередь зависит возможность увеличения объемов строительства, в том числе и жилищного.

При разработке были использованы Методические рекомендации Минэкономразвития России по разработке стратегий развития отдельных отраслей промышленности. В качестве системной проблемы производства и потребления стройматериалов в Российской Федерации принят наметившийся дисбаланс между растущими объемами потребления стройматериалов и объемами их производства, обусловленный рядом факторов:

- отставанием в разработке необходимой градостроительной документации и долгосрочных перспективных планов социально-экономического развития регионов и Российской Федерации в целом;

- высоким уровнем физического износа основных фондов при низком техническом уровне оснащения производств и невысокой производительности труда на многих предприятиях;

- низкой инновационной активностью предприятий стройматериалов;

- значительной зависимостью от цен на продукцию и услуги естественных монополий (РАО «ЕЭС России», РАО «Газпром»), а также отсутствием достаточного количества специализированного подвижного состава (ОАО «РЖД»), особенно в период сезонного увеличения спроса на стройматериалы;

- длительностью процедур прохождения согласований на технические условия;

- отсутствием достаточных объемов собственных средств предприятий стройматериалов и сложностью доступа к заемным источникам финансирования;

- отставанием в проведении геолого-разведочных работ на прирост и пополнение разведанных запасов природного сырья;

- отсутствием у потенциальных инвесторов гарантий приобретения права пользования земельным участком, необходимым для освоения недр по приобретенной лицензии;

- низкой степени самообеспечения строительных комплексов субъектов Российской Федерации необходимой номенклатурой стройматериалов;

- неэффективностью существующей нормативной правовой базы для создания условий по использованию в качестве сырья при производстве стройматериалов техногенных отходов смежных отраслей экономики;

- отсутствием единой государственной научно-технической политики в сфере производства стройматериалов;

- нехваткой инженерно-технических кадров и рабочих среднего звена.

В качестве сценарных условий для расчетов по определению потребности в основных видах строительных материалов в Стратегии приняты показатели инвестиционной деятельности из проекта Концепции долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2020 г., разработанного Минэкономразвития России. Для этого использован анализ объемов инвестиций в основной капитал и определение их взаимосвязи с объемами потребления основных видов строительных материалов («удельное потребление» строительных материалов на единицу инвестиций, или «насыщенность» инвестиций строительными материалами). В расчетах условно принято, что в общей потребности в стройматериалах нужды ремонтно-эксплуатационных работ и торговли в прогнозируемом периоде будут расти теми же темпами, что и в капитальном строительстве. Все показатели рассмотрены в трех вариантах сценарных условий развития экономики Российской Федерации – инновационном, энергосырьевом и инерционном. В качестве

основного в конечных расчетах принят наиболее сложный, жесткий инновационный сценарий.

Таким же образом определена потребность в основных видах стройматериалов и подготовлены предложения по необходимому приросту в 2008–2020 гг. их производственных мощностей в разрезе федеральных округов.

Региональная структура потребления строительных материалов на перспективу, а также объемы инвестиций в основной капитал требуют более детального изучения и проведения отдельной программной проработки в федеральных округах, и особенно по субъектам Российской Федерации.

При разработке таких программ следует особое внимание сосредоточить на:

– инфраструктурном обеспечении размещения предприятий;

– координации региональных программ и инвестиционных проектов с программами развития генерирующих мощностей и сетей естественных монополий;

– регулировании через тарифные соглашения цен на продукцию и услуги естественных монополий при создании новых производственных мощностей по выпуску стройматериалов;

– ограничении рентабельности монополий при формировании тарифов на газ, электроэнергию и услуги железнодорожного транспорта, поставляемые предприятиям стройматериалов;

– эффективном использовании земельных ресурсов и стимулировании геологических исследований в целях повышения объемов воспроизводства сырьевой базы предприятий промышленности стройматериалов;

– создании на федеральном и региональном уровнях программ по разведке и разработке новых и использованию существующих месторождений полезных ископаемых для производства промышленности стройматериалов с обеспечением их необходимой инфраструктурой (строительство железных дорог, дополнительный выпуск подвижного состава, специального автотранспорта и т. д.);

– территориальном размещении мощностей по производству основных видов стройматериалов и важнейших инвестиционных проектов, имеющих межрегиональное значение;

– кадровом обеспечении предприятий по выпуску стройматериалов.

В качестве критериев разрешения системной проблемы определены:

I. Отсутствие дефицита на рынке основных строительных материалов.

II. Повышение технологического и технического уровня отечественных предприятий и их продукции.

По первому критерию в качестве индикатора принято доведение производства (потребления) основных видов строительных материалов до расчетных объемов. В частности, предусматривается достигнуть уровня производства к 2020 г.: цемента – 194 млн т; стеновых материалов – 62 млрд шт. усл. кирпича; сборных железобетонных конструкций и изделий – 104 млн м³; нерудных строительных материалов – 1,38 млрд м³ и др.

Для этого за период 2008–2020 гг. необходимо ввести дополнительных производственных мощностей по выпуску строительных материалов: цемента – 143 млн т; стеновых материалов – 49 млрд шт. усл. кирпича; сборных железобетонных конструкций и изделий – 79 млн м³; нерудных строительных материалов – 1,22 млрд м³ и др. Также необходимо сохранить к 2020 г. долю отечественного производства цемента, сборного железобетона, нерудных материалов, строительного кирпича в структуре их потребления на отечественном рынке в размере 98–99% и обеспечить рост доли отечественных мягких

кровельных материалов, волокнистых теплоизоляционных материалов и листового стекла до 95–97%.

К 2020 г. на душу населения должно производиться до 1,36 т цемента; 435 шт. стеновых материалов; 0,73 м³ сборных железобетонных конструкций и изделий; 9,71 м³ нерудных строительных материалов.

По второму критерию в качестве индикаторов приняты следующие показатели:

– снижение степени износа основных фондов к 2020 г. до 25%;

– доведение удельного расхода топливно-энергетических ресурсов при производстве цемента до мирового и европейского уровня (топлива до 120 кг усл. топлива/т клинкера, электроэнергии до 103 кВт·ч/т цемента);

– увеличение объемов использования вторичных ресурсов и крупнотоннажных отходов смежных отраслей промышленности при производстве строительных материалов.

Для достижения указанной цели Стратегией предусматривается решить следующие задачи.

Задача 1. Техническое перевооружение и модернизация действующих, а также создание новых энергоресурсосберегающих, экономически эффективных и экологически безопасных производств.

Задача 2. Повышение эффективности НИОКР и инновационной активности предприятий по производству строительных материалов. В качестве целевого показателя решения задачи принят рост объема произведенной инновационной продукции к общему объему произведенной продукции с 2% в 2006 г. до 30% в 2020 г.

Задача 3. Обеспечение воспроизводства минерально-сырьевой базы для промышленности строительных материалов. В качестве целевого показателя решения задачи принят прирост запасов природного сырья для производства (по планам МПР России и Роснедр) и рост доли использования вторичных ресурсов при производстве цемента до 25%.

Задача 4. Организационно-структурное развитие промышленности строительных материалов. В качестве целевого показателя решения задачи намечено обновить не менее 600 национальных стандартов на строительные материалы.

Реализация Стратегии предусматривается осуществить в три этапа: 1 этап – 2008–2010 гг., 2 этап – 2011–2015 гг., 3 этап – 2016–2020 гг.

Ожидаемым результатом от реализации Стратегии является полное обеспечение потребности страны в основных видах стройматериалов соответствующего уровня качества, необходимых для освоения объемов инвестиций, определенных по инновационному сценарию развития проекта Концепции долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2020 г., а также для реализации задач, содержащихся в приоритетных национальных проектах.

Учитывая, что решение вопросов развития промышленности строительных материалов не нашло отражения ни в одной из действующих федеральных целевых программ, Стратегией предусматривается реализовать комплекс приоритетных обеспечивающих мероприятий по следующим направлениям:

– по правовой и экономической государственной поддержке создания новых и модернизации действующих предприятий промышленности строительных материалов, включая подготовку предложений по внесению изменений в Федеральный закон «О недрах», Земельный кодекс Российской Федерации, Гражданский кодекс Российской Федерации, Налоговый кодекс Российской Федерации и иные нормативные правовые акты, касающиеся повышения эффективности воспроизводства минерально-сырьевой базы, в федеральные законы «Об отходах производства и потребления», «Об охране окру-

жающей среды», Кодекс Российской Федерации об административных правонарушениях и другие нормативные правовые акты, направленные на повышение административных мер за неиспользование и накопление техногенных отходов, совершенствование налогового и бюджетного законодательства, подготовку постановлений Правительства Российской Федерации «О неотложных мерах по развитию производства строительных материалов, изделий и конструкций в регионах Российской Федерации на период до 2015 года» и др.;

— по созданию механизмов государственно-частного партнерства при организации новых и модернизации действующих предприятий промышленности строительных материалов, в том числе направленных, на государственное соинвестирование социально и экономически значимых для регионов инвестиционных проектов, развитие концессионных принципов партнерства с коммерческими организациями, создание федеральных и региональных программ по государственной поддержке геологического изучения, разведки и разработки месторождений полезных ископаемых, координацию программ развития производства строительных материалов с инвестиционными программами развития мощностей естественных монополий и др.;

— по государственной поддержке научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ для создания новых высокоэффективных технологий с разработкой мер по государственной поддержке развития потенциала отраслевой научно-исследовательской и опытно-конструкторской базы строительной отрасли;

— по поддержке развития отечественного машиностроения для промышленности строительных материалов, включая подготовку постановления Правительства Российской Федерации о мерах по созданию отечественного машиностроения на уровне передовых мировых аналогов оборудования для производства строительных материалов, изделий и конструкций на период до 2015 г.;

— по формированию системы образования специалистов всех уровней для предприятий промышленности строительных материалов.

В материалах Стратегии учтен опыт работы Комиссии по развитию рынка доступного жилья при Совете по реализации приоритетных национальных проектов и демографической политике при Президенте Российской Федерации.

Анализ работ по реализации пилотных проектов, сопровождаемых Комиссией, показывает, что одним из основных сдерживающих факторов при создании новых производственных мощностей по выпуску строительных материалов, изделий и конструкций является несогласованность положений Земельного кодекса Российской Федерации и Закона Российской Федерации «О недрах» в вопросах предоставления земельных участков для производственных нужд.

Статья 11 Закона Российской Федерации «О недрах» устанавливает, что лицензия на добычу полезного ископаемого выдается только при наличии согласия собственника земель на предоставление земли для целей недропользования. Однако в ходе проведения региональными либо федеральными органами государственной власти аукционов на право пользования недрами между инвесторами, желающими организовать добычу природного сырья, имеют место случаи, когда после подведения итогов аукциона собственники (арендаторы) земельного участка над месторождением отказываются от предварительного согласия в предоставлении (уступки) земель для целей недропользования или запрашивают за него завышенную цену, при которой дальнейшее развитие проекта по освоению участка недр становится заведомо неэффективным. Часто имеет место ситуация, когда потенциальный инвестор, имея пла-

ны по строительству в регионе нового предприятия, участвует в аукционе, оплачивает получение лицензии на право пользования недрами, но при этом не имеет в дальнейшем гарантии на предоставление землеотвода. Можно привести большое количество таких примеров.

Аналогичные проблемы возникают также в ходе модернизации предприятий при необходимости получения отводов земельных участков для обеспечения их дополнительной инженерной инфраструктурой (газом, электроэнергией, железнодорожным транспортом), а также выделение новых горных отводов на разрабатываемых месторождениях природного сырья.

В целях создания благоприятных условий для дальнейшего развития производства строительных материалов Комиссией был выработан ряд предложений по внесению изменений в законодательство и нормативные правовые акты Российской Федерации в части выделения земельных участков под строительство (развитие) производственных мощностей и в части обеспечения прозрачности процедур доступа к месторождениям полезных ископаемых для предприятий строительных материалов.

Наряду со сдерживающими факторами по вопросам недропользования к основным проблемам также относятся вопросы обеспечения строящихся предприятий инженерной инфраструктурой (объектами газоснабжения, электроснабжения, коммунальной сферы, автомобильного и железнодорожного транспорта, включая наличие и подачу потребителям специализированного подвижного состава).

Выявленные Комиссией основные проблемы развития предприятий по производству строительных материалов можно объединить в две группы.

Первая группа включает вопросы макрорегулирования, а именно: законодательные проблемы приобретения прав на земельные участки; таможенное регулирование импорта оборудования для предприятий строительных материалов, для создания современных производственных мощностей по выпуску отечественного оборудования, а также для непосредственного регулирования импорта самих строительных материалов; возможности привлечения средств Инвестиционного фонда Российской Федерации и Банка развития.

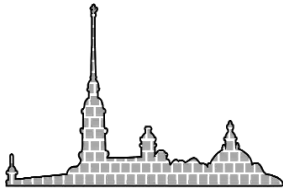
Ко второй группе следует отнести вопросы координации процедур получения разрешений (технических условий): на присоединение к электрическим и газораспределительным сетям и к объектам коммунальной инфраструктуры; на примыкание к железнодорожным путям общего пользования.

Достаточно сказать, что суммарные расходы на подключение к инженерной инфраструктуре и развитие транспорта по рассматриваемым пилотным проектам составляют 13% от суммы их сметных стоимостей. Этот вопрос вызывает тревогу, особенно в связи с принятыми масштабными документами, такими как Генеральная схема размещения объектов энергетики до 2020 г., Стратегия развития транспорта на долгосрочную перспективу и др.

Решение этих задач во многом будет зависеть от готовности предприятий строительных материалов, изделий и конструкций обеспечить выпуск необходимого количества и качества своей продукции.

В строительстве и производстве строительных материалов, изделий и конструкций насчитывается более 40 союзов, ассоциаций, партнерств. Их деятельность в том числе должна быть направлена на выработку и продвижение в органах исполнительной власти необходимых предложений по развитию производства продукции.

Хотелось бы надеяться, что основные идеи и показатели, заложенные в проект Стратегии, войдут в итоговый документ, который Минрегионразвития РФ намерено представить в Правительство Российской Федерации.



Межрегиональная Северо-Западная Строительная Палата,
Центр ячеистых бетонов

V международная конференция **Ячеистые бетоны в современном строительстве – 2008**

10–12 сентября 2008 г.

Санкт-Петербург

Основные вопросы конференции:

- Перспективы производства ячеистых бетонов в Российской Федерации
- Перспективы применения ячеистых бетонов при строительстве социального жилья
- Состояние и перспективы развития системы нормативов на изделия из ячеистых бетонов и их применение в строительстве
- Пути энергосбережения и совершенствования технологии при производстве ячеистых бетонов (пено- и газобетонов)
- Современное оборудование для производства ячеистых бетонов (газо-, пенобетонов)
- Исследование и расчет конструкций из ячеистого бетона
- Компоненты для производства экологичных и высококачественных ячеистых бетонов
- Опыт применения изделий из ячеистого бетона в современном строительстве
- Опыт строительства и эксплуатации новых заводов по производству ячеистого бетона

Место проведения

Санкт-Петербург, пл. Островского, д.11, Зал инвестиционных проектов

В конференции примут участие:

Ассоциация строителей России, Комитет по строительству Санкт-Петербурга, Комитет по строительству Ленинградской области, представители учебных, научных, производственных, проектных, строительных и торговых организаций России, стран СНГ и дальнего зарубежья.

ОРГКОМИТЕТ:

Тел./факс (812) 380 33 26

e-mail: info@stroyalata.ru

www.stroyalata.ru

Министерство образования и науки РФ
Российская академия архитектуры и строительных наук
Министерство регионального развития РФ
Министерство по чрезвычайным ситуациям РФ
Федеральное агентство по техническому,
экологическому и атомному надзору
Администрация Воронежской области
Международная ассоциация строительных
высших учебных заведений
Воронежский государственный
архитектурно-строительный университет

Международный конгресс

НАУКА И ИННОВАЦИИ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ SIB-2008

10–15 ноября 2008 г.

Воронеж

В рамках конгресса состоятся:

Академические чтения

- «Современные проблемы строительного материаловедения и технологий»
- «Современные проблемы механики строительных конструкций»

Конференции

- «Оценка риска и безопасность в строительстве»
- «Проблемы развития инженерно-строительного образования»

Адреса и телефоны для справок:

394006, г. Воронеж, ул. 20 лет Октября, 84

(4732) 71-54-30, 39-53-52, 39-53-53

e-mail: unr@vgasu.vrn.ru

www.vgasu.vrn.ru

VIII ЕЖЕГОДНАЯ СТРОИТЕЛЬНАЯ ВЫСТАВКА

ГОРОД - ПОРТ

26–28 сентября, Новороссийск
Наб. Адм. Серебрякова, 1, «Морской вокзал»

- **Строительные**
- **Благоустройство**
- **Жилищно-коммунальное хозяйство**
- **Евроремонт**
- **Тепло-, энергосбережение, электротехника**
- **Ландшафтный дизайн и озеленение**



РОСТЭК
ВЫСТАВОЧНЫЙ ЦЕНТР
СОЮЗА СТРОИТЕЛЕЙ ЮФО

СОЮЗ СТРОИТЕЛЬНЫХ
КОМПАНИЙ
г. НОВОРОССИЙСК

Тел./факс: (863) 240-32-60, 240-32-61
rostex@aanet.ru; www.rostex-expo.ru

Генеральный
информационный
спонсор: **Стройка**
ГРУППА ГАЗЕТ



Нерудники обсудили перспективные задачи отрасли

4–6 июня 2008 г. в Московском государственном горном университете состоялась XIII Международная конференция «Технология, оборудование и сырьевая база горных предприятий промышленности строительных материалов». Ее организаторами традиционно выступают Ассоциация «Недра», МГУ, РНТО строителей. Генеральные спонсоры – ЗАО «Промнеруд» и ОАО «Гранит Кузнецкое». В работе конференции приняли участие около 170 специалистов, представляющих 115 организаций из восьми стран.

Традиция проведения конференций специалистов горной отрасли промышленности строительных материалов утвердилась после проведения в 1970 г. первого Всесоюзного совещания, которое было организовано научно-техническим обществом стройиндустрии (ныне РНТО строителей). На каждой конференции анализировалось состояние данной отрасли промышленности, оценивались перспективы ее развития на средне- и долгосрочный периоды, обсуждались трудности. По такому сценарию проводилась и XIII Международная конференция «Технология, оборудование и сырьевая база горных предприятий промышленности строительных материалов».

В настоящее время горная отрасль промышленности строительных материалов вошла в число лидирующих горных отраслей с устойчивым ростом объемов производства. Улучшаются ее количественные показатели. Рост выпуска нерудных строительных материалов (НСМ), доля которых в общем объеме производства минеральной продукции в отрасли составляет около 70%, достигает 17–18% в год; в 2007 г. произведено 373 млн м³ НСМ, что составляет примерно 540 млн т. Это больше, чем суммарно руд и угля.

В горной отрасли происходят качественные перемены: созданы десятки новых технологических линий; динамично развивающаяся промышленность сухих строительных смесей предъявляет нетрадиционные и жесткие требования к заполнителям; цены на песок уже несколько лет растут быстрее, чем на щебень; предприятия в состоянии приобретать и приобретают новое горное и обогащающее оборудование, в том числе импортное.

В стране выполняются строительные программы, значительно увеличивающие спрос на строительные материалы (СМ). Большинство СМ изготавливается на основе минерального сырья. Поскольку в эксплуатацию вовлекаются месторождения с более сложными горно-геологическими условиями и менее качественным сырьем, для обеспечения необходимого прироста выпуска минеральной продукции потребуются непропорционально увеличивать объем горных работ.

Начатая проработка долгосрочной стратегии развития производства строительных материалов на период до 2020 г. вселяет определенную уверенность в будущем. С докладом по этому вопросу выступил **С.В. Колда**. В соответствии с этой стратегией объем производства ряда СМ должен возрасти в 3–5 и более раз. Выпуск НСМ по расчетам должен превысить к концу рассматриваемого периода 1,4 млрд м³ в год. Данные о

росте объемов производства и вводе дополнительных мощностей основных потребителей минеральной продукции, которые должны обеспечить выполнение контрольных цифр проекта 2020 г., которые приведены в таблице.

Отрасли предстоит найти пути достижения прогнозируемых показателей, решая традиционные задачи: обеспечить рост объемов производства минеральной продукции высокого качества и расширить ее номенклатуру и улучшить показатели.

Не следует забывать, однако, что в соответствии с теорией цикличности, которой привержены многие аналитики, в том числе занимающиеся прогнозированием развития горных отраслей промышленности, возможны колебания. В частности, из-за непредсказуемости рынка энергоресурсов.

Нужно также учитывать, что государство и в периоды спада в состоянии при сокращении одних программ развивать другие. Например, в начале 30 гг. XX века в США в соответствии с «новым курсом», провозглашенным Франклином Делано Рузвельтом, начали финансироваться федеральные программы по созданию инфраструктуры (дороги, аэропорты, школы, больницы и т. п.). Такие работы поглощали товары, нивелируя кризис перепроизводства. Но в 1934 г. Верховный суд признал, что ограничение свободы предпринимательства противоречит Конституции, и большинство программ было приостановлено. Пример из XIX века. В течение нескольких лет в США резко сокращается жилищное строительство. Однако увеличивается финансирование других строительных проектов.

Программа 2020 г. только фиксирует прогнозируемые итоговые показатели по отраслям промышленности СМ. А потребность в материалах изменяется непропорционально. По этой причине производство различных видов СМ колеблется, увеличение объемов их производства происходит неравномерно. Так, в течение ряда лет объем производства кирпича строительного возрастал на 1–2% в год, но в 2007 г. рост превысил 10%. Поэтому необходимо учитывать возможные изменения в спросе на минеральную продукцию.

Это обстоятельство приводит к изменению нагрузки на минеральную базу. Так, за последние 15 лет при производстве НСМ доля добычи песчано-гравийных пород значительно, примерно на 1/3, сократилась при резком росте добычи прочных изверженных пород. По мнению группы специалистов ФГУП «ЦНИИГеолнеруд», выявивший де-



Конференцию открывает президент Ассоциации «Недра» А.А. Журавлев

Строительный материал	Соотношение показателей 2020/2007 гг., разы	
	Объем производства	Ввод дополнительных мощностей
Цемент	3,2	2,4
НСМ	3,7	3,3
Сборный железобетон	3,5	2,6
Стекло листовое	5,3	4,8
Стеновые материалы	7,3	5,8

фицит в высокопрочном щебне из скальных пород ставит вопрос о целесообразности вывода этой группы полезных ископаемых из категории общераспространенных. Это даст возможность, в частности, производить поиск таких месторождений за счет федерального бюджета.

Следует учитывать, что сдача в эксплуатацию нового карьера с учетом геолого-разведочных работ (несколько лет) и всевозможных согласований (не менее 2 лет) часто процесс продолжительный и непростой. Большинство видов СМ сравнительно дешево, поэтому расстояние перевозки горной массы от карьера до пункта переработки или завода-потребителя редко превышает 4–5 км. Вследствие чего к перспективам увеличения потребности в каких-то видах СМ необходимо подходить осторожно, заранее изучая состояние минерально-сырьевой базы, наличие разведанных и прогнозных запасов.

Канд. геогр. наук М.И. Лопатников считает, что в связи с непропорционально большим ростом потребности в цементе часть месторождений общераспространенных полезных ископаемых может быть переориентирована на цементную промышленность. Из-за истощения запасов доступных для разработки месторождений керамического сырья расстояния перевозки сырья высокого качества увеличились во много раз.

Основные горные подотрасли промышленности СМ успешно развиваются, однако анализ их состояния позволяет выявить определенные трудности. Проблемы различных горных подотраслей в основном совпадают.

- большинство технологий не реконструировалось десятки лет, поэтому для отрасли характерно техническое отставание и низкие показатели работы;
- объем добычи полезных ископаемых превышает объемы приращения запасов;
- цены на приобретение земель для ведения горных работ неоправданно растут.

В докладе **Н.С. Левковой и О.Е. Харо** (ФГУП «ВНИИИстромсырье») отмечено, что требования к НСМ у основных потребителей (дорожное, железнодорожное, жилищное и гражданское строительство) возросли. Это в наибольшей степени касается прочности щебня и гравия, зернового состава, увеличения количества фракций, повышения модуля крупности песков. Наибольшим спросом продолжает пользоваться щебень из прочных изверженных пород, на втором месте щебень из гравия. Авторы подчеркнули, что непродуманное стремление использовать щебень из изверженных пород, цена которого стремительно растет, приводит к значительному удорожанию строительства. По мнению этих ведущих специалистов, беспрецедентным можно считать положение ГОСТ 7392–2002 о необходимости *применения щебня для балластного слоя железнодорожного пути только из изверженных пород*, хотя все предыдущие редакции этого ГОСТа устанавливали, что щебень может производиться из скальных пород, валунов и гравия.

Как следует из доклада **В.А. Гуськова** (ЗАО «Евроцемент групп»), успешно развивается подотрасль добычи цементного сырья. Двадцать карьеров, входящих в систему этой компании, в 2007 г. добыли более 45 млн т карбонатного сырья. Карьеры реконструируются, оснащаются новым оборудованием, в частности мощными экскаваторами с гидроприводом, способными разрабатывать большинство скальных осадочных пород без взрывного рыхления. При разработке известняков прочностью при сжатии до 56 МПа начали эксплуатировать горные комбайны с фрезерным рабочим органом Виртген 2200SM. Компания, учитывая серьезные достоинства технологии послонной выемки скальных полезных ископаемых, продолжает работы по внедрению комбайнов Виртген для разработки прочных пород, проводит промышленную апробацию более мощных моделей комбайнов.



С.В. Коляда



Н.С. Левкова



В.А. Гуськов



Н.И. Островцева



Оценивая состояние отечественной промышленности декоративного камня, **Ю.И. Сычев** (ФГУП «ВНИПИИ-Стромсырье») отметил, что несмотря на благоприятный инвестиционный климат в стране и наличие перспективных месторождений, инвестиции в подотрасль поступают слабо из-за ее невысокой рентабельности. Препятствует развитию отечественной промышленности импорт облицовочных изделий из Китая, стоимость которых на 30–40% ниже изделий отечественного и европейского производства. Потребители также отмечают недостаточно высокое качество части изделий отечественной камнеобрабатывающей промышленности, что сказывается на их востребованности и предопределяет значительные объемы импорта.

Опыт работы асбестовой промышленности освещен в докладе **Е.М. Медика** (ОАО «Ураласбест»). На комбинате за год перерабатывается 23 млн т асбестовой руды и скальных вмещающих пород. Кроме основной продукции – хризотил-асбеста комбинат уже многие годы выпускает НСМ. В настоящее время производится 17 наименований НСМ, включающих семь фракций щебня размером от 5–10 до 40–80 мм. Объем производства НСМ составляет 8,5 млн т. На комбинате выполняются исследовательские работы, связанные не только с производством минеральной продукции, но и с ее использованием, в частности в дорожном строительстве, что является редким исключением в практике горных предприятий промышленности СМ.

Если исходить из существующего положения в промышленности, возникает вопрос: удастся ли выйти к 2020 г. на намеченные показатели? Ведь если сравнить объемы производства 2007 г. с 1989 г., видно, что по выпуску НСМ и кирпича мы едва превысили 50%, а по выпуску цемента – 70%. Горная отрасль не радует показателями качества работ: высок травматизм, основные фонды изношены, сохраняется отставание по производительности труда.

Выступавшие внесли ряд предложений, которые, по их мнению, могут способствовать росту объемов производства продукции. Они отметили, что скорейшая реконструкция действующих предприятий НСМ может произ-

водиться преимущественно с использованием модульных и самоходных дробильно-сортировочных комплексов. В вопросах технического перевооружения отрасли эффективным финансовым инструментом может стать лизинг оборудования. О его особенностях и преимуществах рассказал **В.М. Гусев** (ЗАО «Промлизинг»).

Опыт лидирующих предприятий НСМ показал целесообразность строительства дополнительных технологических линий, которые не влияют на функционирование основного производства. Такие линии могут располагаться как на промплощадке, так и в выработанном пространстве карьера (Павловскгранит, Орское карьероуправление, Гранит-Кузнечное).

Участники конференции отметили достоинства технологий с использованием передвижных и самоходных комплексов, одно из которых заключается в создании гибких схем. Последнее свойство в условиях благоприятной НСМ позволяет значительно расширить номенклатуру продукции. Благодаря сравнительно простой компоновке модулей удается быстро переходить на выпуск новых фракций продукции.

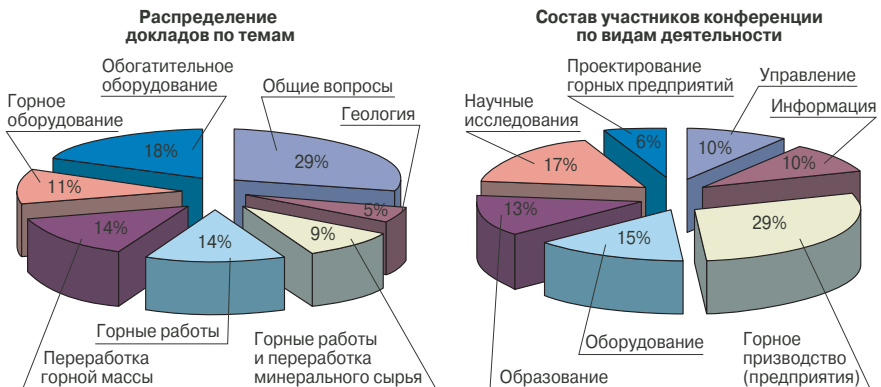
Новые и реконструируемые технологические линии требуют подключения к энергетическим линиям и примыкания железнодорожных путей. При этом ОАО «РЖД» и энергетические структуры выдвигают обременительные условия по реконструкции и строительству подстанций и ЛЭП, железнодорожных станций, строительству жилых домов и других объектов, которые затем должны безвозмездно передаваться названным структурам. Это препятствует введению дополнительных мощностей, поскольку требует дополнительных средств, не предусмотренных бизнес-планом.

Если исключить предложения, требующие значительных инвестиций, мероприятия по увеличению производительности можно сгруппировать следующим образом.

Внутренние резервы. К ним относятся повышение культуры производства, увеличение коэффициента использования рабочего времени, рационализация технологии без проведения реконструкции. Важным фактором остается повышение квалификации персонала.



В.М. Гусев



Знания, получаемые в вузе и других образовательных учреждениях, при достигнутом уровне развития техники требуют пополнения уже через несколько лет. В недалекой перспективе соотношение ИТР и рабочих приблизится к 1:1. Поэтому необходимо восстановить систему непрерывного образования.

Вовлечение в производство вторичных ресурсов. По данным Ростехнадзора (доклад **Ш.М. Тугуза**), самый высокий уровень утилизации отходов достигнут в строительной отрасли (91%), а на горных предприятиях всего 39%. Наибольшие перспективы это направление должно получить в промышленности НСМ. Здесь можно выделить направление использования в качестве попутных полезных ископаемых вскрышных и вмещающих пород и отходов переработки полезных ископаемых других горных производств. Это направление развивается очень медленно. Хотя положительные примеры имеются. Так, на крупнейших железорудных ГОКах функционируют производственные линии по выпуску НСМ; часть производимого щебня применяется для обустройства карьерных автодорог. Второе направление связано с более широким использованием отсевов дробления, вовлечение в производство которых позволит увеличить объем выпуска НСМ примерно на 10% с минимальными дополнительными капиталовложениями.

Производство НСМ из лома бетона, асфальта и железобетона. В российских условиях это направление в значительной степени зависит от изменения законодательной базы, делающей невыгодным размещать отходы в отвалах и поощряющей выпуск продукции на их основе. Востребованности рециклинга в современной России был посвящен доклад **А.Н. Протопопова, П.Б. Каштанова, С.В. Семенова, Н.И. Островцевой** (Группа компаний «Рецикл материалов», Москва). Компания «Рецикл материалов» была одной из первых предложившей услуги по приему отходов бетона и переработке их в щебень. В настоящее время компания занимается не только переработкой, но и разрушением зданий и объектов различной сложности. Например, в рамках московской программы сноса пятиэтажных домов первых массовых серий снос одного дома с полной уборкой производится за 7–10 дней. Для разрушения железобетонного основания проходческого щита строящегося Лефортовского тоннеля на глубину 24 м опускали экскаватор с гидромолотом. Рецикл материалов востребован при ремонте автомобильных дорог, аэродромов. В перспективе он будет актуален не только для мегаполисов, но и для небольших городов России.

Среди рассматриваемых предложений следует оценить роль прикладной науки и ее влияние на технический прогресс. Неплохо работавшая ранее система научного обеспечения горной отрасли промышленности СМ за 15 лет оказалась разрушенной. Практически прекратилось финансирование всех научных направлений деятельности горной отрасли. Хотя, учитывая значительное технологическое отставание и связанные с этим низкие показатели функционирования отрасли, высокий травматизм, анализ причин сложившегося положения мог бы содействовать изменению ситуации. Несмотря на заметно уменьшившийся кадровый состав, **прикладная наука способна выполнять следующие работы, в которых остро нуждается промышленность.**

1. **Аналитические обзоры состояния промышленности, рынков производимой продукции и горного оборудования.** Разработка прогнозов развития промышленности.

2. **Определение областей применения новых технологий и оборудования.** Так, для выпуска щебня 1-й группы машиностроители предлагают не менее шести видов дробилок, конструкции которых имеют принципиальные различия. Рекомендации по выбору типа дробилки для

переработки горных пород с различными свойствами отсутствуют.

3. **Разработка нормативных документов.** Нельзя не учитывать, что часть НИИ сохранила опытные базы. Например, ВНИПИИстромсырье имеет филиал в Московской обл., имевший ранее статус опытного предприятия, который способен изготавливать не только металлоконструкции и нестандартное оборудование, но и земснаряды.

Анализ содержания докладов, представленных на конференции, показывает, что наибольший интерес у горняков вызывают процессы переработки горной массы. Названы наиболее болезненные вопросы: износ рабочих элементов дробилок и грохотов; значительный объем образующихся отсевов дробления (выход отсевов резко возрастает, если предприятие переходит на выпуск щебня 1-й и 2-й групп); производство НСМ из минерального сырья, содержащего комки пластичной глины.

В отрасли имеются трудности, которые могут быть решены только на государственном уровне. Из-за отсутствия бюджетного финансирования не разрабатываются научно обоснованные прогнозы развития горных отраслей промышленности строительных материалов, медленно совершенствуются технологии, очень редко создается прогрессивное отечественное оборудование, отвечающее специфике отрасли, вследствие чего не улучшаются показатели ее работы, сохраняется низкая производительность труда.

Провозные возможности железных дорог ограничены, железные дороги уже не справляются с нарастающим объемом перевозок; имеющиеся подвижной состав не соответствует запросам потребителей. ОАО «РЖД» часто нарушает договоры о подаче вагонов.

Отечественное горное машиностроение не в полной мере обеспечивает карьеры современной техникой, вследствие чего массово закупается импортное оборудование.

Сохраняется бюрократический произвол. Органы надзора навязывают предприятиям выполнение дорогостоящих услуг. Для большинства карьеров небольшой производительности, разрабатывающих месторождения общераспространенных полезных ископаемых (их число измеряется многими тысячами), такие условия весьма обременительны.

Необходимо добиться осуществления принципа «одного окна» для оформления документов на строительство новых и реконструкцию действующих карьеров, разрабатывающих месторождения общераспространенных полезных ископаемых, и установление предельного срока принятия решений. Для согласования разрешительной документации на освоение месторождения более чем с 40 организациями нередко уходит свыше двух лет.

Имеется много замечаний по законодательству о недрапользовании. Особенно остро стоит вопрос о порядке предоставления права пользования недрами при частной собственности на землю. Было предложено выставлять на конкурс или аукцион месторождение единым лотом – право на недра- и землепользование.

В докладах анализировались процессы горных работ и переработки минерального сырья, приводились сведения о выпускаемом оборудовании.

Выездная сессия конференции прошла на Орешкинском комбинате нерудных строительных материалов, Богаевского карьере и на базе производства вторичного щебня ГК «Рецикл материалов».

Участники XIII Международной конференции «Технология, оборудование и сырьевая база горных предприятий промышленности строительных материалов» составили обращение к Председателю Правительства РФ В.В. Путину с просьбой об оказании содействия в решении проблем отрасли.

Г.Р. БУТКЕВИЧ, канд. техн. наук

Обращение

участников XIII Международной конференции

**«Технология, оборудование и сырьевая база горных предприятий промышленности строительных материалов»
к Председателю Правительства Российской Федерации В.В. Путину**

В 2007 г. произведено 373 млн м³ нерудных строительных материалов (около 540 млн т). Это больше суммарного объема добычи руд черных и цветных металлов и угля. Однако в стране ощущается нехватка этого вида продукции.

Участники XIII Международной конференции «Технология, оборудование и сырьевая база горных предприятий промышленности строительных материалов» отметили следующие проблемы, препятствующие увеличению выпуска природных строительных материалов:

- Пределный износ основных фондов горных предприятий промышленности строительных материалов.
- Невыполнение плана перевозок природных строительных материалов по железной дороге, что приводит к простоям действующих мощностей предприятий из-за переполнения складов.
- Недостаточная для перевозки возрастающих объемов природных строительных материалов пропускная способность железнодорожных путей. Например, в Республике Карелия недостаток пропускной способности железнодорожных путей на январь 2008 г. составлял 15%. В г. Сочи ведет однопутная железная дорога, которая не сможет обеспечить доставку необходимого количества материалов для строительства объектов Олимпиады-2014.
- Обременительные технические условия, выдвигаемые энергетиками и железнодорожниками при подключении к энергетическим мощностям и примыкании железнодорожных путей строящихся и реконструируемых предприятий к действующим станционным путям.
- Отечественное горное машиностроение не производит оборудования, соответствующего зарубежным аналогам. Для завершения разработки и начала массового производства современного добычного, транспортного и перерабатывающего оборудования российскими машиностроителями необходимо финансирование из государственного бюджета.
- Несовершенство взаимодействия органов, осуществляющих регистрацию сделок с недвижимостью, ведущих кадастровый учет земельных участков и выдающих лицензии на разработку месторождений, приводит к тому, что не учитывается горный отвод и действующая лицензия на разработку недр при покупке земель, расположенных над месторождением.
- Длительная процедура согласования проектов строящихся и реконструируемых предприятий отрасли. Проект горного предприятия согласуется более чем в 40 организациях. Процедура согласования занимает до двух лет.
- Требуется государственная финансовая поддержка внедрения новых технологий, оборудования и природоохранных мероприятий.
- Налоговый период в один месяц при расчете налога на сверхнормативные потери не увязывается по срокам с годовой программой развития горных работ. Это приводит к невыгодной для предприятий ситуации в части обложения налогами сверхнормативных потерь.
- Промышленность не имеет научной поддержки; по этой причине в отрасли сохраняются низкие технико-экономические показатели и не разрабатываются планы ее развития на дальнюю перспективу.
- Необоснованно возросла оплата экспертных заключений на геологические отчеты, проекты горных работ, нормативы потерь полезных ископаемых и разработку проектов маркшейдерских работ и другие разрешительные документы.

С точки зрения участников конференции перечисленные проблемы требуют решения:

1. Министерством транспорта РФ:

- Обеспечить безусловное выполнение планов перевозок природных строительных материалов по железной дороге.
- Обеспечить расширение сети железных дорог и развитие станций в регионах производства и потребления природных строительных материалов.

2. Министерством финансов РФ:

- Обеспечить финансирование следующих мероприятий:
 - приобретение вагонов для перевозки природных строительных материалов ОАО «РЖД»;
 - строительство железнодорожных путей и станций примыкания строящихся и реконструируемых предприятий к действующим станционным путям за счет средств госбюджета;
 - разработка, внедрение и серийный выпуск отечественного горного оборудования, соответствующего зарубежным аналогам;
 - внедрение новых технологий, оборудования и природоохранных мероприятий.
- Установить кварталный налоговый период для горных предприятий промышленности строительных материалов.

3. Министерством энергетики РФ:

- Обеспечить вновь вводимые мощности предприятий горной отрасли промышленности строительных материалов генерирующими,

передающими и распределительными объектами энергетики за счет государственного финансирования.

4. Министерствами природных ресурсов и экологии РФ, экономического развития РФ и Федеральной антимонопольной службой:

- Для предотвращения продажи земель без учета расположенных на них месторождений разработать процедуру взаимодействия органов, осуществляющих регистрацию сделок с недвижимостью, ведущих кадастровый учет земельных участков и выдающих лицензии на разработку месторождений при регистрации сделок и учете земель.
- Упростить процедуру предоставления права пользования недрами и осуществить принцип «одного окна» для оформления документов на строительство новых и реконструкцию действующих карьеров, разрабатывающих месторождения общераспространенных полезных ископаемых, и установление срока не более 6 месяцев для выдачи разрешительных документов, включая экспертизу.
- Ввести в законодательство обмен восстановленных (рекультивированных) земель на земли, необходимые для дальнейшей разработки месторождения.

5. Министерством регионального развития РФ:

- Разработать прогноз развития промышленности нерудных строительных материалов.

По поручению участников XIII Международной конференции сопредседатель оргкомитета XIII Международной конференции «Технология, оборудование и сырьевая база горных предприятий промышленности строительных материалов», президент Ассоциации «Недра»

А.А. Журавлев

А.Н. КОРОВНИКОВ, канд. техн. наук, В.А. ТРОФИМОВ, инженер,
НПК «Механобр-техника» (Санкт-Петербург)

Новое поколение грохотов для промышленности строительных материалов

Интерес к процессу грохочения и созданию новых конструкций грохотов в «Механобре» является традиционным с момента его основания. Символично, что первым изданием трудов «Механобра» в 1924 г. стала монография, посвященная именно грохотам, — это книга профессора Л.Б. Левенсона, одного из основателей «Механобра», возглавлявшего в те годы техническое бюро института [1]. Широко известны также работы в области теории грохочения, принадлежащие ведущим специалистам «Механобра» Д.Н. Лифляндю, И.М. Абрамовичу, К.К. Лиандову [2–4].

Многokrатно обращался к этой теме такой известный обогатителем специалист, как профессор В.А. Олевский, вся творческая жизнь которого была связана с «Механобром». Последняя из трех его монографий, посвященных грохотам, издана в 1955 г. [5].

В 1986 г. появилась монография Л.А. Вайсберга [6], посвященная теории и практике проектирования и расчета вибрационных грохотов. В ней проанализирован опыт создания и широкомасштабного промышленного внедрения новых на то время поколений вибрационных грохотов различного технологического назначения.

НПК «Механобр-техника» постоянно совершенствует технику и технологию грохочения для промышленности строительных материалов. За последние годы расширен номенклатурный и типоразмерный ряд универсальных грохотов общего и специального назначения для разделения трудногрохотимых материалов. Эти работы базируются на получивших широкую известность собственных исследованиях и разработках.

Так, последовательно были разработаны, освоены в производстве и нашли широкое применение в промышленности вибрационные грохоты самого различного технологического назначения. Это прежде всего типоразмерный ряд инерционных грохотов ГИЛ и ГИС с круговыми траекториями колебаний, имеющих площадь просеивающей поверхности от 0,5 до 10 м² в одно-, двух- и трехситном исполнении.

Отличительной особенностью этих грохотов является низкая металлоемкость, высокая интенсивность вибрации и соответственно высокая эффективность грохочения, простота и надежность конструкции, низкие эксплуатационные затраты.

Инерционные грохоты типа ГИЛ находят применение при классификации сыпучих материалов и твердой фазы пульпы. Опыт промышленного применения показал, что грохоты этого типа обеспечивают эффективность грохочения 85–89% и извлечение мелких классов в подрешетный продукт 96–99%. Инерционные грохоты типа ГИС позволяют разделять трудногрохотимые и влажные материалы с высокой эффективностью (табл. 1).

Это достигается прежде всего благодаря наличию в грохотах вибровозбудителя блочного типа, обеспечивающего частоту колебаний 24 Гц. При этом предусмотрена возможность регулирования амплитуды колебаний в диапазоне от 1 до 4,5 мм и установки частоты колебаний в диапазоне от 16 до 24 Гц. Такой широкий диапазон динамических параметров позволяет подобрать оптимальный режим процесса грохочения. Следует отметить, что частота колебаний 24 Гц в грохотах этого типа использу-

Технические характеристики инерционных грохотов ГИС

Таблица 1

Характеристики	ГИС-32	ГИС-33	ГИС-42	ГИС-43	ГИС-51	ГИС-52	ГИС-53	ГИС-62
Производительность по питанию в зависимости от крупности разделения, т/ч	3–65	3–70	15–200	15–200	20–220	20–250	20–250	40–300
Крупность разделения, мм	1-60	1–60	2–70	2–70	2–100	2–100	2–100	3–70
Размеры просеивающей поверхности, мм длина ширина	2700 1240	2700 1240	3700 1500	3700 1500	4650 1750	4650 1750	4650 1750	4650 2000
Количество сит, шт.	2	3	2	3	1	2	3	2
Угол наклона сита, град	10–30	10–30	15–25	15–25	15–25	15–25	15–25	15–25
Амплитуда колебаний*, мм	1–2	1–1,8	1–2,5	1–1,8	1-2,5	1–2,5; 3–4,5	3–4,5*	3–4,5
Частота колебаний*, Гц	16; 24	16; 24	16; 24	16; 24	16; 24	16; 24	16	16; 24
Мощность привода, кВт	5,5	5,5	11	11	15	15	15	15
Масса*, кг	1830–1900	2130–2190	2330–2500	2600–2700	2600–2800	3370–3500	4050–4300	4300

*Может изменяться в зависимости от исполнения грохота.

Технические характеристики вибрационных самосинхронизирующихся грохотов

Характеристики	ГСЛ-052	ГСЛ-12	ГСТ-31	ГСТ-41	ГСТ-61	ГПКТ-72У
Производительность по исходному питанию, т/ч	до 6	до 15	до 120	до 150	до 300	1000
Крупность исходного питания, мм, не более	40	60	80	100	150	120
Размеры отверстий сита, мм	0,1–25	0,1–30	2–25	2–25	0,1–25	15–50
Размеры просеивающей поверхности, мм длина ширина	1000 500	750 1700	2800 1250	4000 1500	5500 2000	7160 2500
Количество сит, шт.	2	2	1	1	1	2
Угол наклона сита, град.	0–10	0–5	0–5	0–5	0–20	0–50
Амплитуда колебаний, мм	3–5	3–5	3–4,5	3–4,5	3,5–5	4–6
Частота колебаний, Гц	16	16	16	16	16	12
Мощность привода, кВт	0,75		6	6	2×11	2×22
Масса грохота*, кг	260	500	1450	2130	5000	17000

*Может изменяться в зависимости от исполнения грохота.

ется впервые в отечественной и мировой практике. В грохотах применено безболтовое крепление резиновых и полиуретановых сит, металлические сетки крепятся при помощи натяжного устройства.

Промышленные испытания на различных дробильно-сортировочных предприятиях по производству щебня показали, что грохоты обеспечивают эффективность грохочения по крупности 5 и 10 мм до 96–98%. Например, грохоты ГИС-52 с повышенной частотой колебаний, установленные в Каменногорском карьереуправлении Ленинградской области, работают с эффективностью 98%. Практически отсутствует замазывание просеивающей поверхности (металлической сетки с отверстиями 5×5 мм) при подаче материала повышенной влажности и с глинистыми включениями. Срок эксплуатации сит увеличен в 2,5–3 раза за счет специальной продольной натяжки.

Инерционные грохоты типа ГИС конструкции «Механобр-техника» нашли широкое применение, прежде всего в промышленности строительных материалов, и по сравнению с известными грохотами других фирм-производителей позволяют повысить качество продуктов грохочения, обеспечить получение кондиционных товарных фракций в соответствии с принятыми в Западной

Европе требованиями. Грохоты хорошо komponуются как с традиционными дробилками эксцентрикового типа, так и с конусными инерционными дробилками КИД®, позволяющими получать щебень кубовидной формы для дорожного строительства и производства высококачественного бетона.

Инерционные грохоты могут успешно эксплуатироваться как при производстве щебня из прочного гранитного и габбро-диабазового сырья, так и при производстве щебня и песка из песчано-гравийных смесей.

В последние годы «Механобр-техника» поставляет за год в среднем по 120 грохотов этого типа на различные предприятия России и стран СНГ, а также дальнего зарубежья.

Еще одним направлением совершенствования грохотов типа ГИЛ и ГИС является максимальное удовлетворение специальных требований заказчиков. В конструкторской документации на изготовление этих машин заложено от 10 до 12 вариантов исполнений.

За последние годы «Механобр-техникой» разработан типоразмерный ряд вибрационных грохотов нового поколения с прямолинейными траекториями колебаний, для возбуждения которых используется явление самосинхронизации. В настоящее время изготавливаются и по-



Рис. 1. Установка для получения кубовидного щебня на базе дробилки КИД-1200М и грохота ГИС-52



Рис. 2. Грохот «Орбитор» ГИС-61М для сепарации бытового строительного мусора

ставляются грохоты типа ГСЛ-052, ГСЛ-12, ГСТ-31, ГСТ-41 и ГПКТ-72У (табл. 2). В целях расширения типоразмерного ряда вибрационных самосинхронизирующихся грохотов разработаны также грохоты ГСТ-61.

Грохоты этого типа отличаются от обычных инерционных грохотов тем, что вибровозбудитель создает направленные колебания под определенным углом к просеивающей поверхности грохота. Это позволяет транспортировать и эффективно просеивать материал даже при горизонтальном или слабонаклонном расположении грохота, а также совмещать операции классификации и отмычки материала. Кроме того, экономится высота производственных помещений, улучшаются условия сопряжения грохотов с другим технологическим оборудованием.

Самым крупным грохотом, выпускаемым в России и странах СНГ, является грохот ГПКТ-72У, предназначенный для грохочения дробленого продукта производительностью 900–1000 т/ч после дробилок КСД-2200 или КМД-3000Т в циклах рудоподготовки.

Он отличается от серийной машины ГИСТ-72 увеличенной площадью просеивающей поверхности (18 м² вместо 15), эффективными износостойкими ситами, обеспечивающими высокое качество грохочения, современным и надежным конструктивным решением короба.

В настоящее время грохоты ГПКТ-72У успешно эксплуатируются в операции грохочения дробленого продукта после новых высокопроизводительных конусных дробилок КСД-2200Т2-Д при обогащении рудного сырья. Грохоты обеспечивают производительность данной технологической линии 1000 т/ч, при этом эффективность по готовому классу -15 мм составляет 82–85%.

Мы полагаем, что грохоты ГПКТ-72У могут использоваться на предприятиях нерудных строительных материалов совместно с высокопроизводительными конусными инерционными дробилками КИД-1500 при производстве кубовидного щебня.

Для нужд производства компонентов сухих строительных смесей компания поставляет динамически

уравновешенные многоситные инерционные грохоты ГСТ-14 и ГСТ-16 для разделения материала на пять или семь классов крупности в диапазоне от 2 до 0,05 мм.

В начале 2008 г. разработан и пущен в эксплуатацию уникальный грохот «Орбитор» ГИС-61М с просеивающей поверхностью из консольных колосников для динамической сепарации бытового строительного мусора производительностью до 20 т/час.

Следует отметить, что все конструкции грохотов «Механобр-техники» предусматривают возможность применения на них как металлических сеток, так и прогрессивных износостойких просеивающих поверхностей из полиуретанов или резин, в том числе таких известных производителей, как «Steinhaus», «Haver&Boesker», «Rema Tip Top Int.» (Германия), и ряда других отечественных и зарубежных фирм [7].

Все поставляемые грохоты соответствуют требованиям ИСО 9001:2000 в российском и международном форматах.

Список литературы

1. *Левенсон Л.Б.* Машины для обогащения полезных ископаемых. Плоские подвижные грохоты, их теория, расчет и проектирование // Труды «Механобра». Вып. 1. Л., 1924.
2. *Лифлянд Д.Н.* К изучению процесса грохочения // XV лет на службе соц. строительства: Юбилейный сб. «Механобра». М.-Л.: ГРГТЛ, 1935.
3. *Абрамович И.М.* Аналитический метод оценки результатов грохочения. М.-Л.: Гостоптехиздат, 1940.
4. *Лиандов К.К.* Грохочение полезных ископаемых. М.-Л.: Metallurgizdat, 1948.
5. *Олевский В.А.* Конструкции и расчеты грохотов. М.: Metallurgizdat, 1955.
6. *Вайсберг Л.А.* Проектирование и расчет вибрационных грохотов. М.: Недра, 1986.
7. *Вайсберг Л.А., Картавый А.Н., Коровников А.Н.* Просеивающие поверхности грохотов. СПб.: ВСЕГЕИ, 2005.

НАУЧНО - ТЕХНИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ

СОВРЕМЕННЫЕ ФАСАДНЫЕ СИСТЕМЫ: ЭФФЕКТИВНОСТЬ И ДОЛГОВЕЧНОСТЬ

21 ноября 2008 г.

Москва, Ярославское шоссе, д. 26, МГСУ

Организаторы

Московский государственный строительный университет
Российский химико-технологический университет
им. Д.И. Менделеева

Ассоциация производителей фасадных работ
При поддержке
Технического комитета ТК 465 «Строительство»

Тематика конференции

- ◆ Современные системы утепления фасадов (СУФ) и тенденции их развития
- ◆ Нормативная база СУФ, проблемы ее гармонизации со стандартами EN
- ◆ Современные подходы к проектированию СУФ
- ◆ Материалы и технологии СУФ
- ◆ Мониторинг монтажа и эксплуатации СУФ
- ◆ Надежность и долговечность СУФ

С докладами выступят специалисты и ученые Ассоциации производителей фасадных работ, ТК 465 «Строительство», ГУ «Центр Энлаком», ИГАСН г. Москвы, МГСУ, РХТУ им. Д.И. Менделеева, НИИСФ, ведущих производителей и поставщиков СУФ.

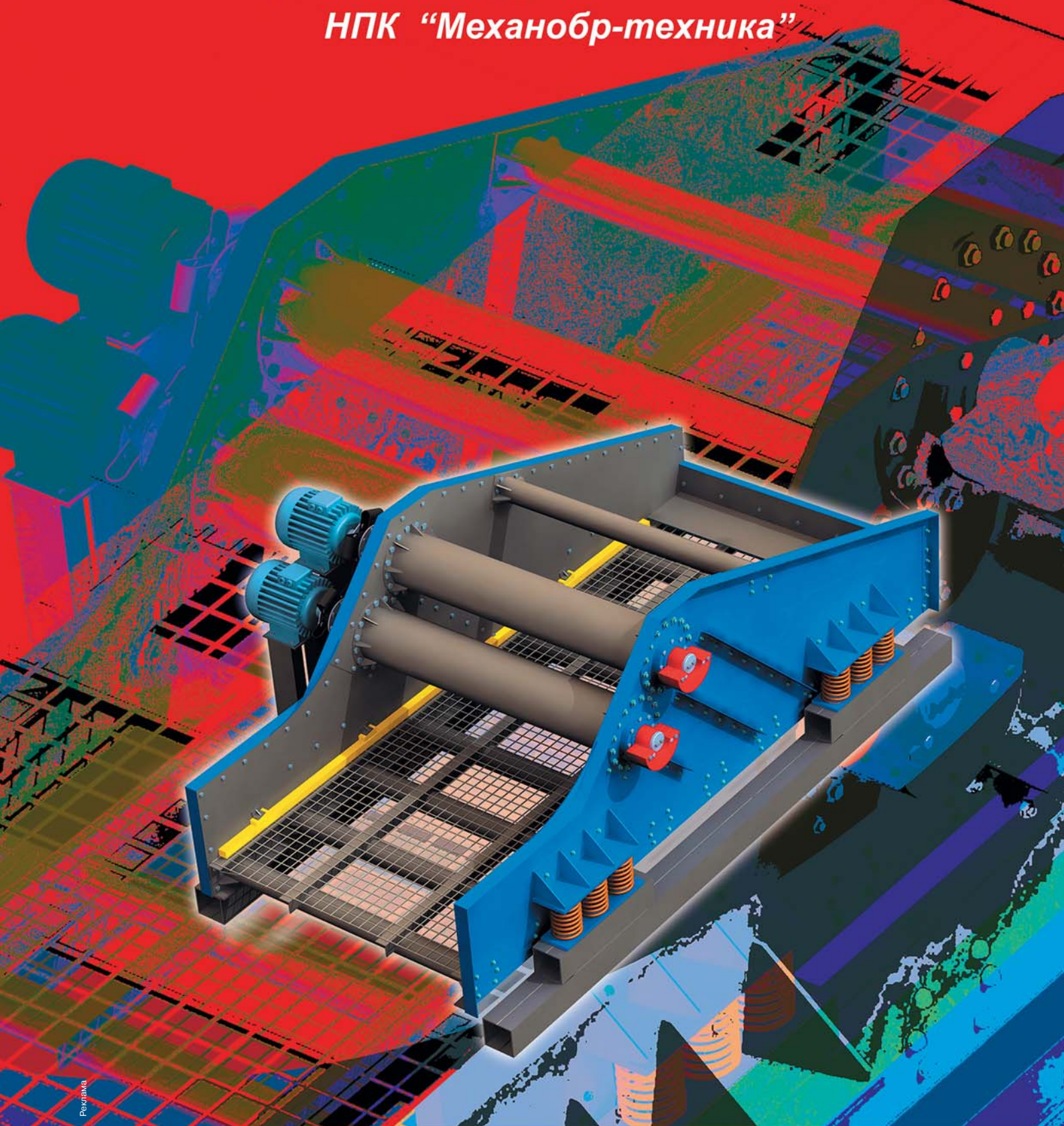
Конференция проводится в рамках реализации инновационной образовательной программы МГСУ «Подготовка нового поколения специалистов в области строительства, создающих безопасную и комфортную среду жизнедеятельности»

Оргкомитет: Тел.: (495) 183-33-56, 183-28-56 – УИРС МГСУ

E-mail: expo@mgsu.ru, expo-1@mgsu.ru, expo-1@mail.ru www.expo.mgsu.ru

Наши грохота востребованы
крупнейшими предприятиями
нашей страны и зарубежья.

НПК "Механобр-техника"



Новое оборудование «Дробмаш» — новые возможности

В июне завод «Дробмаш» (г. Выкса Нижегородской обл.), одно из ведущих российских предприятий по выпуску дробильно-сортировочного оборудования, представил свои новейшие разработки — агрегат для переработки строительных отходов ДРО-716А и мобильную установку ДСУ-50 с автономным питанием от дизель-генератора для получения высококачественного щебня.

В усовершенствованном агрегате для переработки строительных отходов ДРО-716А неизменным по сравнению с прежней моделью остался только состав его основного оборудования: вибрационный питатель, грохот, щековая дробилка, железоотделитель, два транспортера. Добавились дизель-генератор, рама — двухосное шасси с телескопическими опорами и домкратами Jost; появились система автоматической смазки Lincoln, система дистанционного управления и дублирование пультов управления, система пылеподавления; изменилось электрооборудование агрегата. В транспортном положении агрегат отвечает всем требованиям для транспортировки его по дорогам общего пользования со скоростью до 90 км/ч. Агрегат не требует установки на фундаменты, для его работы достаточно ровной площадки. Установленные на нем системы позволяют приводить агрегат в рабочее положение за кратчайшее время и управлять им дистанционно. Система пылеподавления дает возможность использовать его не только в карьерах, но и в городской черте, а дизель-генератор делает его полностью не зависящим от наличия электропитания на объекте.

В результате переработки получается щебень фракции 0–60 (0–120) мм и выделенные загрязняющие включения фракции 0–20 мм. Производительность ДРО-716А, как и его аналогов, может достигать 50 м³/ч по исходному материалу. В значительной степени производительность зависит от скорости подготовки строительных отходов к переработке.

Новая мобильная дробильно-сортировочная линия «Дробмаш» ДСУ-50 состоит из двух транспортируемых дробильного и дробильно-сортировочного агрегатов ДРО-754 и ДРО-755 и дизель-генератора. Установка предназначена для производства щебня из материала с максимальным размером исходного куска до 425 мм и может работать со всеми видами горных пород, из которых делают щебень в настоящее время, — с изверженными, осадочными и ГПС. Каждый из агрегатов может использоваться самостоятельно, однако именно в комплексе оба агрегата представляют фактически готовый мобильный завод по производству щебня трех фракций. Конструкция грохота позволяет устанавливать разные

сита, поэтому на установке можно получать фракции щебня в различных сочетаниях например 0–5, 5–10 и 10–20 либо 0–10, 10–20 и 20–40. При этом получаемый продукт соответствует всем требованиям российского ГОСТа на щебень, требования которого к качеству щебня, как известно, являются самыми жесткими в мире. Общая производительность установки 50 м³/ч по горной массе при производстве щебня до 40 мм. В состав установки входят пластинчатый питатель, две дробилки — щековая и конусная, причем конусная дробилка ДРО-560 оснащена гидравлической регулируемой разгрузочной щели, железоотделитель, двухситный самобалансный грохот и все необходимые конвейеры, в том числе конвейеры для готового продукта.

Пластинчатый питатель значительно снижает высоту загрузки агрегата, которая не превышает 3200 мм.

Щековая дробилка оснащена электромеханическим устройством дистанционной регулировки разгрузочной щели и необходимыми датчиками контроля параметров работы.

Конусная дробилка ДРО-560 за счет применения гидравлической опоры неподвижного конуса может работать «под завалом», что позволяет получать кубовидный щебень мелких фракций. Дробилка автоматически пропускает недробимые предметы, попавшие в дробилку, без ее повреждения.

Железоотделитель удаляет металлические включения, попавшие в установку вместе с исходным материалом.

Агрегаты оснащены конвейерами, которые транспортируют материал в технологическом цикле и выдают готовые фракции. Чтобы агрегаты было удобно перевозить, конвейеры сделаны складными.

Агрегаты транспортируются до места на автомобильных платформах, устанавливаются при помощи автокрана. За 2 ч вся установка приводится в полную готовность к работе.

Каждый агрегат оснащен системой дистанционного управления с радиоуправлением, системой автоматической смазки, смонтирован на единой раме и не требует сооружения фундаментов — для работы установки достаточно ровной площадки.

Дизель-генератор позволяет использовать установку там, где нет возможности подключения к электросети. Однако если у потребителя есть такая возможность, установка может использоваться и без дизель-генератора.

Отсутствие необходимости сооружения фундаментов значительно экономит средства потребителя. Поскольку установка является мобильной, экономятся



Агрегат для переработки строительных отходов ДРО-716А

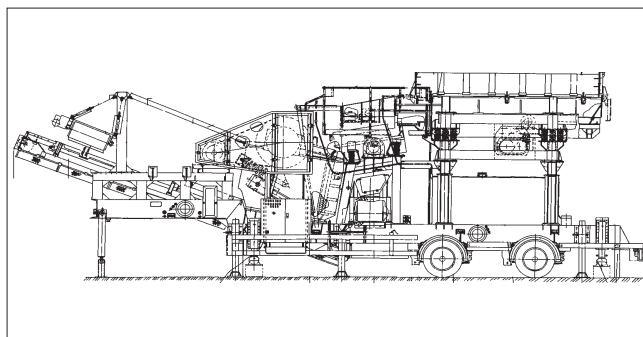


Схема агрегата для переработки строительных отходов ДРО-716А



Мобильная установка ДСУ-50 с автономным питанием

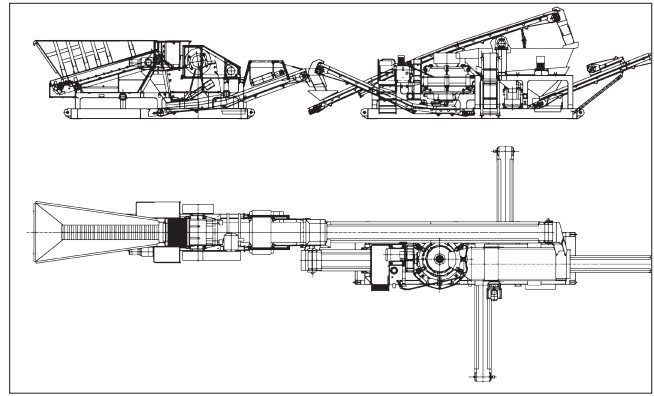


Схема мобильной установки ДСУ-50

время, отведенное на строительные работы, и денежные средства. Для запуска комплекса не требуется дорогостоящих согласований, а энергоавтономность дает возможность начать работу там, где нет источников электроэнергии.

Оба агрегата можно перемещать по площадке с помощью трактора или другого тягача: полозья позволяют буксировать агрегаты волоком, при необходимости оба агрегата с генератором в кратчайшие сроки можно переместить на другой объект, поставив на платформу.

ДРО-716А с успехом экспортируется в Европу, а установка ДСУ-50 в составе ДРО-754 и ДРО-755 идет на замену знаменитой ПДСУ-30, которая популярна среди тех, у кого годовая потребность в щебне не превышает 100–250 тыс. м³. Агрегаты сохранили все положительные качества, присущие технике «Дробмаш»: простоту, надежность, ремонтпригодность, унификацию с уже выпускаемым оборудованием, что снимает проблемы по обеспечению необходимыми сменными запасными

частями. Конструкция агрегатов предъявляет невысокие требования к квалификации обслуживающего персонала и предоставляет новые возможности — дополнительную автоматизацию и высокую мобильность.

ОАО «Дробмаш» демонстрирует принципиально новые возможности предприятия по созданию мобильных агрегатов на раме-шасси и мобильных транспортируемых установок, не требующих фундаментов для работы. При этом предприятие не останавливается на достигнутом, а продолжает последовательно разрабатывать и предлагать нашим потребителям новое оборудование, отвечающее всем современным требованиям.

Торговой марке «Дробмаш» доверяют потребители 85 стран мира. Оборудование, поставляемое компанией, не просто позволит решать производственные задачи клиентов, но станет настоящим инструментом для развития их бизнеса.

По материалам ОАО «Дробмаш»

ДРОБИЛЬНО-СОРТИРОВОЧНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ
ДРОБМАШ®

ТЕХНОЛОГИИ И ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ЩЕБНЯ ИЗ ГОРНЫХ ПОРОД, СТРОИТЕЛЬНЫХ ОТХОДОВ, МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ ШЛАКОВ

ОАО «Дробмаш», Россия, г. Выкса Нижегородской области, ул. Заводская, 1.
 Продажи по России: +78317733690, +78317734020, +78317762862, +78317762758
 Продажи за рубежом: +78317736002, +78317734271. Служба сервиса: +78317762833
www.drobماش.ru

**ГОТОВЫЙ БИЗНЕС
ПО ОРИГИНАЛЬНЫМ
РЕЦЕПТАМ**

- ДРОБИЛКИ
- ПИТАТЕЛИ
- ГРОХОТЫ
- КОНВЕЙЕРЫ
- АГРЕГАТЫ

РЕГИСТР РС Т TÜV CERT
ИСО 9001

РЕКЛАМА

18 – 20 ноября 2008

РОССИЙСКАЯ НЕДЕЛЯ СУХИХ СТРОИТЕЛЬНЫХ СМЕСЕЙ

190068, Россия, Санкт-Петербург, а/я 597
Москва: +7 (495) 580 54 36
СПб: +7 (812) 380 65 72
703 71 85, 335 09 92
e-mail: info@dry-mix.ru

EXPO*Mix*

9-ая Международная специализированная выставка
Сухие смеси, бетоны и растворы

*Mix***BUILD**

10-ая Международная научно-техническая конференция
Современные технологии сухих смесей в строительстве

ТЕХНО
строй

4-й Московский международный фестиваль
Строительные материалы и технологии

Генеральный спонсор:

EURO
CEMENT
ЕВРОЦЕМЕНТ груп

Организаторы: Академический научно-технический центр «Алит», Международное аналитическое обозрение «ALIT inform». При поддержке: Государственной думы РФ, Министерства регионального развития РФ, Федерального агентства по строительству и ЖКХ РФ, Правительства Москвы, Правительства Московской области. Информационная поддержка: журнал «Строительные Материалы», журнал «Сухие строительные смеси»



Измельчительное оборудование ИТП «ТехПрибор» в производстве материалов для дорожного строительства

При производстве асфальтобетона для дорожного строительства очень важную роль играет дисперсная составляющая — минеральный порошок, представляющий собой продукт тонкого измельчения до удельной поверхности 2500–5000 см²/г известняков, доломитов, доломитизированных известняков, других карбонатных пород, металлургических шлаков [1].

Минеральный порошок в асфальтобетоне выполняет две основные функции: заполняет пустоты песчано-щебенистого каркаса и повышает плотность минерального остова, а также превращает нефтяной битум при смешивании с ним в прочное асфальтовое вяжущее вещество, объединяющее зерна песка и щебня в плотный и прочный монолит. Преимущественное использование известняковых и доломитовых карбонатных пород определяется тем, что получаемые из них минеральные порошки лучше других обволакиваются битумом и в зоне контакта образуют водонерастворимые химические соединения, которые придают дополнительную прочность, водо- и теплостойкость асфальтобетону.

Суммарная площадь поверхности зерен минерального порошка в смеси минеральных материалов составляет 85–90% всей поверхности.

Для успешного выполнения этих функций минеральный порошок не должен комковаться и образовывать агрегаты при смешивании с битумом в асфальтобетонных смесях; должен обеспечивать сцепление с битумом настолько прочное, чтобы вода не отслаивала битум в течение всего нормативного срока службы асфальтобетона в покрытии. Физико-химическое взаимодействие с битумом должно быть достаточно сильным для ориентации молекул в тонком слое битума, однако при этом он не должен ускорять процесс старения битума. Кроме того, его содержание в смеси должно быть достаточным лишь для придания асфальтобетонной смеси нормативной плотности и прочности, так как при повышении прочности увеличивается хрупкость асфальтобетона [2].

Основным способом улучшения свойств минеральных порошков, входящих в состав асфальтобетонных смесей, является их физико-химическая активация — процесс измельчения, сопровождаемый обработкой порошка смесью битума с поверхностно-активными веществами (ПАВ). Соотношение битума и ПАВ в смеси колеблется от 1:1 до 1:3. Количество активирующей смеси составляет 1,5–2,5% от массы минерального порошка. В результате активации минеральных порошков они приобретают комплекс полезных свойств:

- гидрофильная поверхность порошка становится гидрофобной, что облегчает его транспортирование и хранение;
- активированные порошки не комкуются, что дает возможность увеличивать тонкость помола при их производстве;

- наличие на поверхности порошка прочной пленки битума существенно улучшает условия последующего взаимодействия с битумом при получении асфальтобетона;
- высокое качество активированных минеральных порошков обеспечивает возможность приготовления асфальтобетонов с повышенной плотностью, прочностью, водо- и морозостойкостью, а в некоторых случаях с повышенной сдвигоустойчивостью и трещиностойкостью;
- холодные асфальтобетонные смеси на активированном минеральном порошке не слеживаются при хранении; покрытия из таких смесей формируются быстрее в процессе эксплуатации дорожного полотна;
- расход битума для приготовления асфальтобетонных смесей на 10–20 % меньше, чем смесей на неактивированном порошке;
- применение активированных минеральных порошков позволяет получить асфальтобетоны с наибольшим количеством замкнутых пор, что обуславливает более низкое водонасыщение при заданной остаточной пористости и водопроницаемости покрытия;
- приготовление, укладку и уплотнение асфальтобетонных смесей на активированном минеральном порошке осуществляют при температуре, сниженной на 20°С по сравнению с обычным минеральным порошком;
- улучшается обрабатываемость смеси при укладке и уплотнении асфальтобетона [3].

Активированный минеральный порошок особенно рекомендуется применять в районах с резко континентальным климатом II и I3 (южной подзоны) I дорожно-климатической зоны (Братск, Иркутск, Улан-Удэ, Чита, Белогорск и т. д.), это позволяет повысить устойчи-

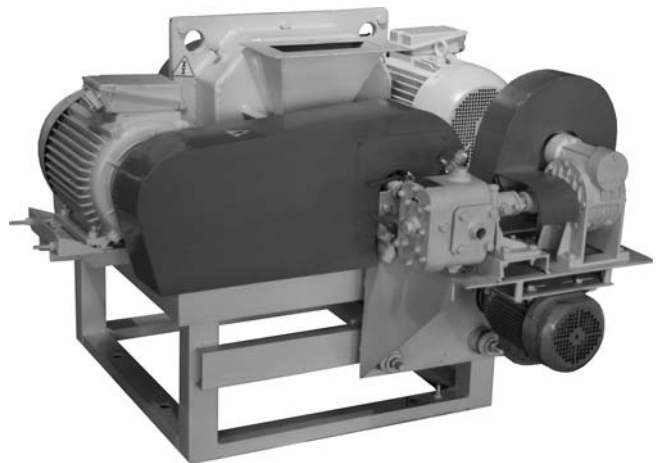


Рис. 1. Внешний вид дезинтеграторного pulverизатора «Горизонт 3000 МК-АГ»

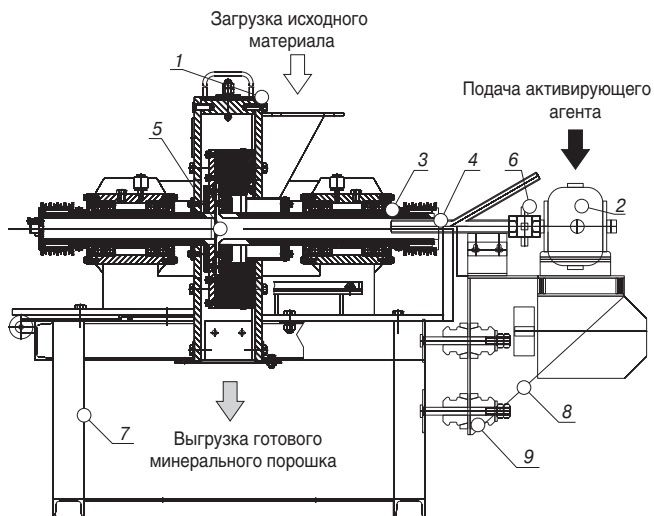


Рис. 2. Устройство дезинтегратора-пульверизатора «Горизонт 3000 МК-АГ»: 1 – дезинтегратор «Горизонт 3000 МК-ГА»; 2 – агрегат электронасосный НМШГ 8-25-6.3/10-5 УЗ; 3 – полый вал дезинтегратора; 4 – магистраль пульверизации; 5 – рассекатель; 6 – кран регулировочный; 7 – подрамник дезинтегратора; 8 – рама агрегата электронасосного; 9 – виброизоляторы рамы

вость асфальтобетона против образования трещин при низких температурах указанных зон.

В связи с этим многие дорожно-строительные организации перешли на широкое применение активированного минерального порошка.

По такой схеме работали Дубненская и Долгопрудненская ДСФ; по этой же схеме на базе сушильного барабана 1,6×8 м и шаровой мельницы 1,5×5,6 м предлагается комплект оборудования для производства активированного минерального порошка для асфальтобетонных смесей Самарского завода «Строммашина».

Производство активированных минеральных порошков в СССР велось в шаровых барабанных мельницах путем дозирования заранее приготовленного активатора на высушенный щебень в шнек перед мельницей. Такой комплект оборудования рассчитан на производительность 8–10 т/ч, имеет установленную мощность 450 кВт, массу до 200 т и габаритные размеры 36×16×11 м.

Технологическая схема установки включает в себя транспортер для подачи отсева или щебня в накопительный бункер; накопительный бункер; транспортер для питания сушильного барабана; емкость для объемного дозирования; сушильно-смесительный агрегат; дозировочный бачок для активирующей смеси; транспортер для подачи материала в накопительный бункер; накопительный бункер; питатель; шаровую мельницу; элеватор для готового минерального порошка; раздаточный бункер; шнек для загрузки транспортных средств. При необходимости также могут входить молотковые или валковые дробилки для предварительного дробления известнякового щебня перед его просушкой [4].

В последнее время предлагаются варианты, предусматривающие совмещение операций сушки и помола с активацией в одном агрегате – вентилируемой сепараторной мельнице молоткового или аэробильного типа (НПВП «Торэкс» (г. Екатеринбург); ЗАО «Волгоцемсервис» (г. Тольятти); ОАО «Дормаш» (г. Верхний Уфалей Челябинской обл.).

Установки такого типа, имея очевидные по энергоемкости и компактности преимущества по сравнению с традиционными схемами шарового помола, в то же время остаются достаточно громоздкими, энергоемкими и требуют применения многоступенчатых производительных аспирационных систем ввиду большого количества отходящих газов и пыли.

Все эти установки могут использоваться только в стационарном варианте либо требуют значительных по трудозатратам разборно-сборочных работ. В то же время вопрос мобильности установок и их приближенности к объектам дорожного строительства становится все более актуальным. Так, подпрограмма «Автомобильные дороги» федеральной целевой программы «Модернизация транспортной системы России (2002–2010 гг.)» прямо предусматривает расширение производства активированного минерального порошка для высококачественного асфальтобетона на месте производства работ силами дорожно-строительных организаций с использованием специальных установок.

Следующим шагом на пути повышения мобильности производственных комплексов получения активированного минерального порошка является использование дезинтеграторных технологий. Еще в советские годы Таллинское НПО «Дезинтегратор» создавало установки УДА на основе дезинтеграторов для производства известняковой и доломитовой муки для мелиорации сельскохозяйственных почв. Эксперименты по измельчению с активацией полимербитумными композициями кварцевого песка на измельчителе-активаторе (дезинтеграторе) УИС-2У ВНПФ ГИЛМ были проведены в СибАДИ (г. Омск) и показали возможность применения данной технологии в производстве активированных минеральных порошков для асфальтобетона [5].

Совмещение операций помола и активации минерального порошка позволяет наносить активирующий состав в наиболее подходящий момент, когда химическая активность образованных поверхностей максимальна. Рассматриваемая схема активации позволяет получить прочное сцепление битума с частицами минерального порошка, исключающее расслоение компонентов асфальтобетона в течение всего нормативного срока его службы в покрытии.

Машиностроительным предприятием ИТП «Тех-Прибор» разработан и запущен в серийное производство дезинтеграторный пульверизатор модели «Горизонт 3000 МК-АГ» (рис. 1). Агрегат обеспечивает эффективное измельчение карбонатных горных пород с одновременной активацией полученного порошка в результате ударного воздействия высокой интенсивности и распыления активирующего агента (смеси битума и ПАВ). Дезинтеграторный пульверизатор модели «Горизонт 3000 МК-АГ» демонстрирует высокую надежность и продуктивность при решении самых сложных производственных задач.

Устройство дезинтегратора-пульверизатора «Горизонт 3000 МК-АГ» показано на рис. 2.

Известняковый или доломитовый щебень с размерами кусков до 12 мм подается в загрузочный патрубок дезинтегратора. Частицы материала попадают в центральную часть ротора и, перемещаясь к периферии, подвергаются многократным ударам пальцев-бил, вращающихся с высокой скоростью во встречных направлениях. Частицы разрушаются в результате ударов помольных органов агрегата и взаимного ударного и истирающего воздействия.

В момент механического разрушения частиц минерального порошка свежесформированная поверхность обрабатывается активирующим агентом, подаваемым электронасосным агрегатом НМШГ 8-25-6.3/10-5 УЗ в помольную камеру дезинтегратора в распыленном виде. Совмещение операций помола и активации минерального порошка позволяет наносить активирующий состав в наиболее подходящий момент, когда химическая активность образованных поверхностей максимальна.

Приготовление и подача активирующего агента связаны с разогревом и поддержанием в жидком состоянии композиции из битума и ПАВ. Разогрев компонентов ак-

тиватора производится в специальной емкости электронагревом или различными теплоносителями, обеспечивающими поддержание температуры состава до 150°C. Для дозированной напорной подачи разогретого активирующего агента в помольную камеру дезинтегратора используется шестеренный насос с обогреваемым корпусом типа НМШГ 8-25, предназначенный для перекачивания легкозастывающих жидкостей (парафина, нефти, мазута, битума и т. д.) с регулируемой производительностью.

Степень гидрофобности получаемого продукта составляет 98–99%, краевого угол смачивания — до 140–150°C. Активирующий агент поступает в помольную камеру дезинтегратора в аэрозольном состоянии, что обеспечивает получение материала высокого качества при минимальных расходах.

**Технические характеристики
дезинтегратора «Горизонт 3000 МК-АГ»**

Количество роторов	2
Вариант расположения роторов	горизонтально-соосное
Номинальная частота вращения роторов, об/мин	3000
Направление вращения дисков роторов	навстречу
Количество ударных элементов (пальцев-бил), шт.	69
Производительность, т/ч	до 5
Допустимый максимальный размер исходного материала, мм, не более	12
Твердость обрабатываемого материала по шкале Мооса, не более	7
Установленная мощность помольного агрегата, кВт	37
Влажность обрабатываемого материала, %, не более	1
Номинальные габаритные размеры дезинтегратора (L×B×H), мм	1570×1230×1136
Масса дезинтегратора, кг	925

Данный агрегат в зависимости от требований заказчика может быть укомплектован сушильной установкой, транспортирующими элементами и бункерами, выполнен как для стационарного использования на заводах минерального порошка, так и в транспортабельном, мобильном исполнении, как с подключением к линии электропередачи, так и с использованием дизельного топлива либо с комбинированным энергопитанием. На этом комплексе могут как активироваться готовые минеральные порошки, так и перерабатываться карбонатные и некарбонатные щебень или отсевы, шлаки и другие материалы, пригодные для использования в качестве простых или активированных минеральных порошков для асфальтобетона.

Список литературы

1. *Королев И.В., Финашин В.Н., Феднер Л.А.* Дорожно-строительные материалы. М.: Транспорт, 1988. 304 с.
2. *Горельшев Н.В., Гурычов И.Л., Пинус Э.Р. и др.* Материалы и изделия для строительства дорог. Справочник / Под ред. Н. В. Горельшева. М.: Транспорт, 1986. 288 с.
3. *Прокопец В.С., Лесовик В.С.* Производство и применение дорожно-строительных материалов на основе сырья, модифицированного механической активацией. Белгород: Изд-во БГТУ им. В.Г. Шухова, 2005. 264 с.
4. *Миронин Л.Б., Силкин В.В., Бубес В.Я.* Производственные предприятия дорожного строительства. М.: Транспорт, 1986. 191 с.
5. *Королев И.В.* Пути экономии битума в дорожном строительстве. М.: Транспорт, 1986. 149 с.

**ДРОБЛЕНИЕ · ПОМОЛ · КЛАССИФИКАЦИЯ
МЕХАНИЧЕСКАЯ АКТИВАЦИЯ**

Предприятие «ТехПрибор» проектирует, производит и поставляет полный ассортимент технологического оборудования, предназначенного для переработки минерального сырья и техногенных отходов, производства фракционированных материалов, высокодисперсных порошков, механической активации цемента.

Вашему вниманию представлены как отдельные единицы оборудования, так и модульные комплексы - агрегаты высокого уровня готовности, позволяющие решать задачи дробления - помола, транспортирования - классификации, повышения полезных свойств - активации, смешивания - диспергирования различных материалов наиболее эффективным образом.

Принципы сотрудничества с заказчиками, основанные на индивидуальном подходе в решении самых сложных производственных задач, неизменно дают свои положительные результаты, укрепляя репутацию предприятия «ТехПрибор» как надежного делового партнера, способного не только предложить, но и воплотить в жизнь самые смелые проекты.

ИТП «ТехПрибор», РФ, Тульская обл., г. Щекино, ул. Пирогова д. 43;
Тел: 8 (905) 626-79-10, 626-93-07, 8 (903) 658-62-41; Факс: 8 (48751) 4-08-69;
ICQ: 218946684; e-mail: manager@tpribor.ru; www.tpribor.ru



**Измельчитель - дезинтегратор
"Горизонт-МК"**



**Ударно-отражательная
дробилка
"ДУО-ВЕЙДЕР"**

реклама

УДК 621.926.2

И.Г. ГРИБОВА, научный сотрудник отдела обогащительного оборудования,
 О.В. ТЫЧКИНА, инженер отдела обогащительного оборудования,
 ОАО «НИИпроектасбест» (г. Асбест Свердловской обл.)

Роторные дробилки-измельчители

В последнее время возрастает спрос на минеральную крошку из различных горных пород фракции до 3 мм, а также минеральные наполнители (минеральную муку) с крупностью зерен менее 1 мм. В связи с этим растет спрос на компактное дробильно-измельчительное оборудование.

Примером такого оборудования являются роторные дробилки ударного действия производства ОАО «НИИпроектасбест» (рис. 1). Они предназначены для среднего и мелкого дробления и измельчения горных пород с коэффициентом крепости до 8 по шкале Протодяконова и имеют ряд отличий от известных аппаратов данного класса.

Технические особенности дробилок НИИпроектасбест: компактность; уравновешенность массы вращающегося ротора даже при максимальном износе бил, что позволяет устанавливать их на перекрытия про-

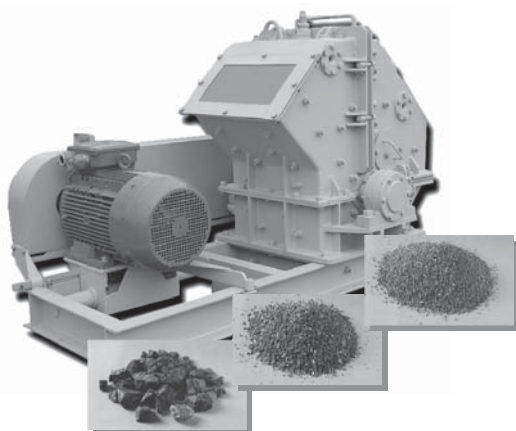


Рис. 1. Роторная дробилка

Параметр	Модель				
	ДР 4x2	ДР 4x4	ДР 6x6	ДР 7x6	ДР 8x8
Производительность, т/ч, до	5	10	30	40	70
Крупность исходного материала, мм, до	80	100	150	150	250
Установленная мощность, кВт	11	18,5	37	45	75
Габаритные размеры, мм					
– длина	1780	1787	2335	2627	3730
– ширина	780	980	1412	1403	1810
– высота	1100	1070	1570	1717	2295
Масса, кг	820	1155	3400	3710	7300

Примечание. Роторные дробилки сертифицированы и имеют разрешение Ростехнадзора.

мышленных зданий без их усиления; полная футеровка корпуса износостойкими равноразмерными элементами для всего ряда дробилок; оригинальная конструкция крепления бил на роторе, позволяющая производить их разворот или полную замену в течение 10–30 мин; била двухстороннего действия; плавное регулирование скорости вращения ротора за счет установки преобразователя частоты.

Технологические особенности дробилок НИИпроектасбест: степень дробления (измельчения) роторных дробилок ДР 6x6, ДР 4x4, ДР 4x2 достигает 20, что позволяет использовать их как в режиме дробления, так и в режиме измельчения; кубовидная форма зерна; возможность выноса мелких фракций менее 1 мм из камеры измельчения, минуя разгрузку.

На дробилках ДР 4x4 и ДР 4x2 можно измельчать известняк, известь, мрамор до крупности 1 мм (рис. 2). При дроблении известняка фракции –20+6 мм роторная дробилка обеспечила выход дробленого продукта фракции –1+0 мм около 40% (степень дробления 6); при дроблении мрамора крупностью –150+30 мм выход фракции –1+0 мм составил 70% (степень дробления 30). При необходимости ограничения крупности дробленого продукта по верхней границе в разгрузочной части роторной дробилки устанавливается колосниковая решетка.

Технические характеристики роторных дробилок приведены в таблице.

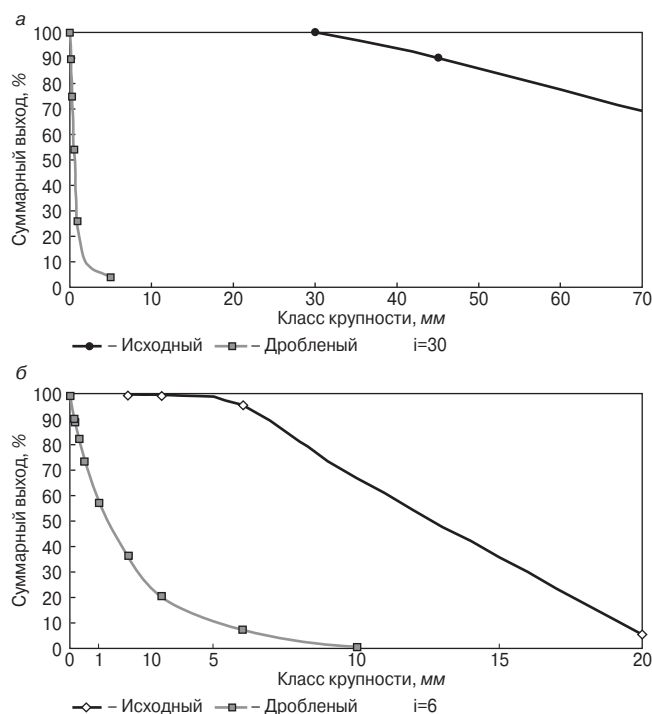


Рис. 2. Характеристика крупности материала до и после дробления на роторной дробилке: а – дробление мрамора фракции –150+30 мм; б – дробление известняка фракции –20+6 мм

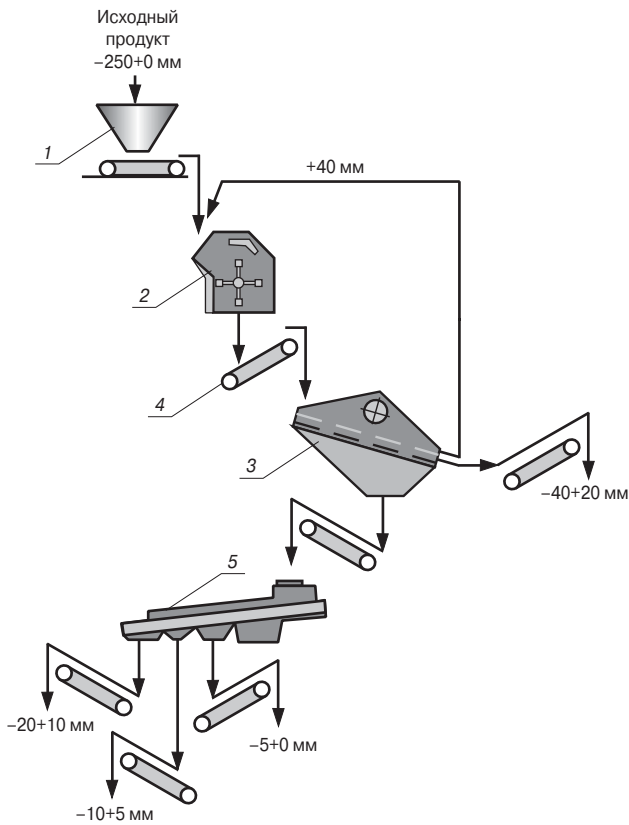


Рис. 3. Дробильно-сортировочный комплекс для получения щебня с кубовидной формой зерен: 1 – бункер-питатель; 2 – дробилка роторная; 3 – грохот вибрационный ГВЛ; 4 – конвейер передвижной ленточный; 5 – грохот инерционный

На базе роторных дробилок ДР 8×8, ДР 7×6 и ДР 6×6 разработаны и поставляются дробильно-сортировочные комплексы производительностью от 30 до 70 т/ч. Один из вариантов дробильно-сортировочного комплекса представлен на рис. 3.

Дробильно-сортировочный комплекс включает бункер-питатель, роторную дробилку (ДР), грохоты вибрационные (ГВЛ) или инерционного действия (ГИД, ЛКД, сортировка), систему конвейерного транспорта. Комплекс позволяет получать заданные фракции щебня, например $-40+20$; $-20+10$; $-10+5$ мм.

Практика применения роторных дробилок ударного действия в технологии производства щебня позволяет обеспечивать получение высококачественных строительных материалов как по фракционному составу, так и по содержанию зерен кубовидной формы.

Для получения более узких фракций песка, минеральной крошки и наполнителей (муки) институтом разработаны и поставляются помольные комплексы на базе роторных дробилок ДР 6×6, ДР 4×4 и ДР 4×2 (рис. 4).

Следует отметить, что инерционные грохоты производства ОАО «НИИпроектасбест» (ЛКД, сортировка) с подвесной системой крепления деки к раме грохота позволяют классифицировать продукт по границе до 0,2 мм.

Для получения минеральной (каменной) крошки и муки из различных материалов с размером зерна менее 3 мм, производительностью до 1 т/ч разработан вариант комплекса, в котором в качестве основного классифицирующего аппарата использован каскадный (двухпродуктовый) сепаратор (рис. 5).

Заданная крупность готовых продуктов в процессе переработки обеспечивается регулировкой рабочих параметров роторных дробилок-измельчителей, установкой на грохотах сит с требуемым размером отверстий, регулировкой воздушного режима сепараторов.

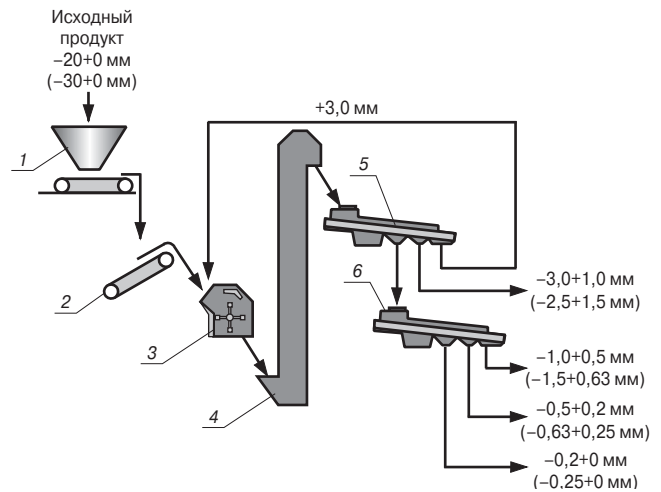


Рис. 4. Комплекс для измельчения и узкой классификации сыпучих материалов (вариант 1): 1 – бункер-питатель; 2 – конвейер; 3 – роторная дробилка-измельчитель; 4 – элеватор ЭЛГ; 5, 6 – грохоты (ЛКД, сортировка)

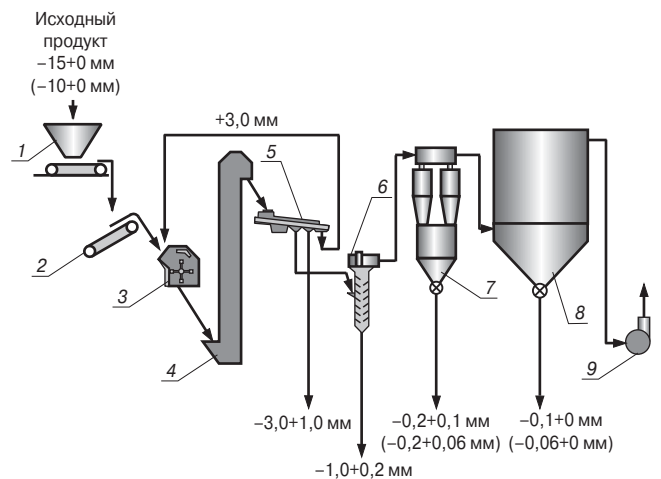


Рис. 5. Комплекс для измельчения и узкой классификации сыпучих материалов (вариант 2): 1 – бункер-питатель; 2 – конвейер; 3 – роторная дробилка-измельчитель; 4 – элеватор ЭЛГ; 5 – грохот (ЛКД, сортировка); 6 – каскадный сепаратор; 7 – групповой циклон; 8 – рукавный фильтр; 9 – вентилятор

Предлагаемые комплексы компактны, надежны, просты в эксплуатации, обеспечивают высокую технологическую эффективность и низкую энергоёмкость.

Роторные дробилки эффективно работают на Саткинском щебеночном заводе и обеспечивают высокое качество доломитового щебня, в котором доля пластинчатых и игловатых зерен составляет 10–15%. Дробилки широко применяются на мраморных карьерах с последующим получением фракционированных материалов, например на ООО «Медведевский мраморный карьер» Челябинской обл., ЗАО «Минерал» (г. Южноуральск). Роторные дробилки-измельчители нашли применение для переработки отходов производства с целью возврата в технологический процесс на заводах гипсовых изделий (Екатеринбург, Волгоград).

Установка дробилок перед шаровыми мельницами на заводах строительных конструкций (г. Березовский Свердловской обл.) и золотобетонных изделий (п. Рефтинский Свердловской обл.) обеспечила повышение производительности шаровых мельниц при сохранении их эксплуатационных характеристик.

Широкая номенклатура выпускаемого ОАО «НИИпроектасбест» дробильно-сортировочного оборудования позволяет подобрать наиболее оптимальный вариант для решения конкретной технологической задачи предприятия.

Некоторые аспекты оценки разрушения горных пород

Строительная индустрия в настоящее время является одной из наиболее динамично развивающихся отраслей народного хозяйства России, широко использующей нерудные строительные материалы, и в первую очередь щебень. Общий объем производства каменных строительных материалов (щебень, гравий, песок) на территории РФ около 140 млн м³ в год, причем примерно половина используется в дорожном строительстве. От их качества зависят потребительские свойства и долговечность автомобильных дорог. Особенно жесткие требования предъявляются к прочностным свойствам щебня, применяемого для устройства верхних слоев дорожной одежды для автомобильных дорог I и II технических категорий и в качестве заполнителя в асфальт.

В Республике Карелия добыча нерудных строительных материалов в 2007 г. составила 10,507 млн м³, в том числе щебня и гравия из природного камня и песчано-гравийных материалов – 8,584 млн м³ [1]. При этом произведенный щебень значительно различается по прочностным показателям.

Высокопрочный щебень характеризуется дробимостью в цилиндре не ниже 1200–1400, истираемостью в полочном барабане И1, морозостойкостью F200–F300, и

при указанных параметрах требуется, чтобы наличие зерен пластинчатой и игловатой форм не превышало 15%.

Основная часть этих свойств определяется как минеральным составом горной породы, так и числом дефектов, присутствующих в минералах. При этом изменение физико-механических свойств этих пород обусловлено именно ростом дефектов.

Отсюда вытекает, что установление факторов, влияющих на наличие и рост дефектов в горной породе с момента извлечения из массива, и прогноз дальнейшего снижения прочности при технологическом переделе и эксплуатации представляются весьма актуальными. Другими словами, горная порода, находящаяся в массиве в спокойном состоянии (именно в это время и производится оценка ее качества в период проведения геологоразведочных работ), имеет другой набор количественных характеристик ее свойств, нежели порода, прошедшая все операции по ее извлечению и переработке при производстве щебня, бута.

Из современных представлений теории разрушения горных пород следует, что любое разрушение – это зарождение, развитие и слияние трещин. Рост трещин начинается с дефектов, уже существующих в материале, как делокализованное накопление хаотически расположенных начальных микроповреждений. При этом трещина в напряженном теле начнет развиваться, когда уменьшение энергии деформации всего тела, произошедшее в результате раскрытия трещины, превысит энергию образованной при этом раскрытии поверхности [2, 3].

При получении щебня задачи дезинтеграции горных пород сводятся к сокращению первоначальных размеров до требуемого размера фракций и сведения до минимума техногенных повреждений в процессе технологического передела, начинающихся со стадии взрывных работ и заканчивающихся механическим дроблением материала.

В работе [4] на примере гранита оптическим методом были проведены исследования параметров микроповреждений горной породы при динамических условиях нагружения. При изучении характера поведения трещин при динамическом нагружении образцов было установлено, что на первой стадии в зоне, непосредственно прилегающей к заряду, после взрыва происходит множественное накопление невзаимодействующих трещин, о чем свидетельствует увеличение их концентрации в 2–3 раза по сравнению с природной. При достижении в некоторой области пороговой концентрации числа трещин они начинают взаимодействовать, что приводит к быстрому росту микроповреждений, появлению магистральных трещин.

Для оценки микроповрежденности горной породы неразрушающими методами была изучена динамика микротретинообразования и изменения при этом физико-механических свойств камня в некоторых типах гранита. Было принято, что в изверженных горных породах поры можно рассматривать как мелкие трещины. В качестве основного параметра для изучения была выбрана удельная микротретиноватость, наиболее полно характеризующая микротретиноватость горных пород вне зависимости от ее структуры.

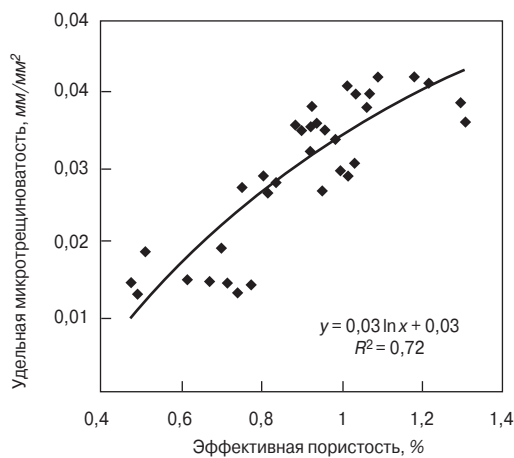


Рис. 1. Корреляция удельной микротретиноватости и эффективной пористости

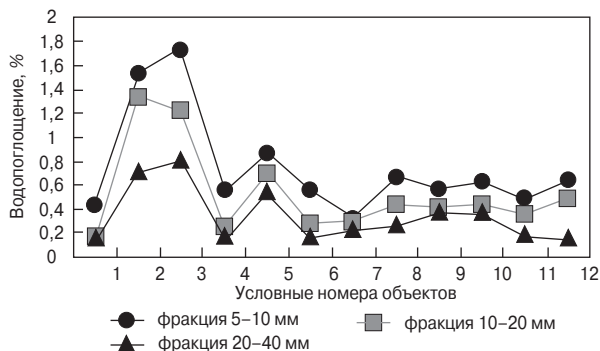


Рис. 2. Значение показателя водопоглощения по фракциям щебня для различных объектов горных пород

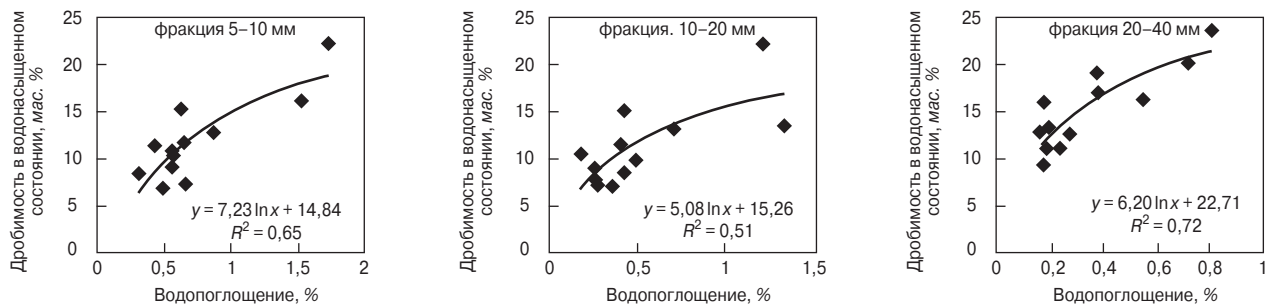


Рис. 3. Зависимость дробимости щебня от водопоглощения для 12 различных объектов горных пород

Для установления взаимосвязи микротрещиноватости с пористостью были проведены экспериментальные работы при статических условиях нагружения.

В лабораторных условиях разрушение моделировалось замораживанием-оттаиванием в водонасыщенном состоянии, что имитирует реальные процессы, происходящие в окружающей среде.

Задачей исследования было установить динамику развития микротрещиноватости и корреляцию значений эффективной пористости в лабораторных условиях. В результате проведенных исследований развития микроповреждений в изверженных горных породах получены данные (рис. 1), иллюстрирующие зависимость изменения удельной микротрещиноватости и эффективной пористости после их испытаний с нарастающим количеством циклов замораживания-оттаивания. В качестве объекта изучения был использован гранит месторождения Летнереченское, Республика Карелия.

Отчетливо видна положительная корреляционная зависимость между удельной микротрещиноватостью и эффективной пористостью, характеризуемой соотношением $Y = 0,03 \ln X + 0,03$ ($R_2 = 0,72$), что подтверждает предположение: чем выше эффективная пористость, тем выше удельная микротрещиноватость, и наоборот. При этом эффективную пористость горной породы определенно можно характеризовать ее водопоглощением, поскольку единственным хранилищем поглощенной воды являются микротрещины. Следовательно, количество дефектов в горной породе на единицу площади может быть охарактеризовано как ее микротрещиноватостью, так и эффективной пористостью (водопоглощением). Это положение применимо в первую очередь для изверженных магматических пород, в которых данная корреляция отмечена.

На основе этих положений было проанализировано 12 месторождений и местопроявлений изверженных горных пород, разведываемых или разрабатываемых для производства щебня в Республике Карелия.

Объектом изучения был гранитный щебень фракций 5–10, 10–20 и 20–40 мм. На рис. 2 продемонстрированы зависимости водопоглощения фракций щебня для различных объектов.

Анализ водопоглощения фракций разных объектов выявил существенные различия, что объясняется не столько вариациями размеров минеральных зерен, из которых состоит порода, но главным образом наличием в них дефектов.

При дезинтеграции горной породы происходит накопление новых микродефектов (микротрещин), что наглядно подтверждается графиками рис. 2. При этом для более мелких фракций суммарные нагрузки выше, так как технологическая схема подготовки щебня, как правило, предусматривает трехстадийное дробление с замкнутым циклом на II и III стадиях дробления. Приложение критических нагрузок вызывает дальнейший рост уже существующих микротрещин и образование новых в местах наибольшей концентрации напряжений.

При изучении поведения горной породы в технологических процессах прочностные свойства щебня оценивались по показателю дробимости, определяемому по степени разрушения зерен при сжатии пробы в цилиндре. Уровень влияния микроповреждений на дробимость, а следовательно, на качество щебня прослежен на рис. 3, где показана зависимость показателя дробимости от водопоглощения (микротрещиноватости).

Анализ полученных зависимостей позволяет определенно утверждать, что чем выше у горной породы значение водопоглощения (большее количество микротрещин), тем выше потери при дробимости и соответственно ниже прочность щебня. Для общего случая изверженных горных пород зависимость дробимости (прочности щебня) от водопоглощения (микроповрежденности) может быть записана в следующем виде:

$$D_p = A \ln W + B, \quad (1)$$

где D_p – потери при дробимости щебня в цилиндре, %; W – водопоглощение щебня, %; A и B – коэффициенты уравнения, зависящие от свойств материала.

Наличие воды в трещине в качестве поверхностно-активного вещества приводит к уменьшению сил притяжения между атомами, находящимися на противоположных берегах трещины, в связи с чем уменьшаются напряжения, необходимые для разрыва связей между атомами в вершине трещины. В этом случае критической длине трещины соответствуют значительно меньшие напряжения и прочность пород уменьшается [3], что приводит к снижению долговечности таких материалов.

Проведенные исследования показали, что микротрещиноватость играет важную роль в формировании прочностных характеристик горных пород и определяет их долговечность. Наличие микроповреждений в щебне при взрывном и механическом дроблении можно характеризовать показателями пористости и водопоглощения, которые в первую очередь являются функцией микротрещиноватости породы. Технологический передел горных пород при производстве строительных материалов (щебня) достаточно существенно меняет физико-механические характеристики материала по сравнению с их исходными (in situ) показателями.

Список литературы

1. Республика Карелия в цифрах: Статистический сборник. Петрозаводск: Карелиястат, 2007. 345 с.
2. Воробьев А.А., Тонконогов М.П., Векслер Ю.А. Теоретические вопросы физики горных пород. М.: Недра, 1972. 151 с.
3. Ревнивцев В.И., Гапонов Г.В., Зарогатский Л.П. и др. Селективное разрушение минералов. М.: Недра, 1988. 286 с.
4. Мясникова О.В., Шеков В.А. Исследование динамики поведения микротрещиноватости, наведенной взрывом в гранитах: Сб. Геолого-технологические исследования индустриальных минералов Фенноскандии. Петрозаводск, 2003. С. 82–85.

ПЕРЕРАБОТКА МИНЕРАЛЬНОГО СЫРЬЯ С ПОЛУЧЕНИЕМ СЫПУЧИХ МАТЕРИАЛОВ: щебень, крошка, песок, минеральная мука, наполнители

ОБОРУДОВАНИЕ - ПРОИЗВОДСТВО И ПОСТАВКА

Дробилки:

- роторные ДР4х2, ДР4х4, ДР6х6, ДР7х6, ДР8х8;

Грохоты:

- линейно-кругового движения ЛКД-1000, ЛКД-1500;

- вибрационные ГВЛ-500, ГВЛ-720, ГВЛ-1250

- сортировки С-600, С-1000, С-1250, С-1500, С-2000.

Сепараторы:

- каскадный, каскадно-центробежный;

- магнитный.

Виброактиваторы бункерные: ВА-750, ВА-1000,

ВА-1250, ВА-1500, ВА-1750, ВА-2000, ВА-2500

Конвейеры ленточные, винтовые.

Элеваторы ковшовые.

Комплекс оборудования для измельчения
и тонкого фракционирования сыпучих материалов.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ И КОМПЛЕКТАЦИЯ

- дробильно-сортировочных
комплексов;

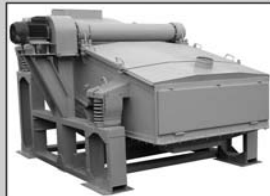
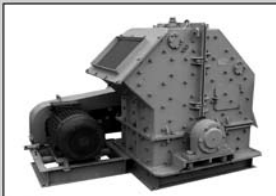
- линий переработки
отходов производства.

УСЛУГИ

- разработка установочных
чертежей оборудования;

- наладка;

- пуск в эксплуатацию.



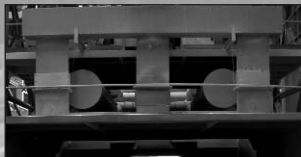
ОАО "НИИПРОЕКТАСБЕСТ"

624266, РОССИЯ, Свердловская обл., г. Асбест, ул. Промышленная, г. 7
Тел./факс: (34365) 7-41-30, тел. (34365) 7-40-04, 44-5-42, 44-2-36
E-mail: nii@uraltc.ru, URL: www.niiasbest.ru

Реклама

ПНО ПРОМАВТОМАТИКА

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



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

Реклама



К 70-летию Вячеслава Александровича Ильичева

Редакция и редакционный совет поздравляют Вячеслава Александровича Ильичева, одного из крупнейших специалистов в области динамики и сейсмостойкости оснований и фундаментов, подземного строительства и строительства в сложных инженерно-геологических условиях, доктора технических наук, действительного члена и первого вице-президента РААСН, с 70-летием.

В.А. Ильичев родился 18 июля 1938 г. в г. Долгопрудном Московской области. После окончания МИСИ им. В.В. Куйбышева был сразу зачислен в аспирантуру. Всю дальнейшую трудовую жизнь Вячеслав Александрович посвятил строительной науке. После защиты кандидатской диссертации работал в ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко. В 1971 г. по приглашению Д.Д. Баркана перешел в Научно-исследовательский, проектно-изыскательский и конструкторско-технологический институт оснований и подземных сооружений им. Н.М. Герсеванова (НИИОСП), которым успешно руководил до 2005 г.

В настоящее время Вячеслав Александрович возглавляет автономную некоммерческую организацию Академический научно-технический центр Академии архитектуры и строительных наук (АНО АНТЦ РААСН), которая осуществляет организацию научно-технического сопровождения и контроль при строительстве и реконструкции сложных объектов. Он является президентом Российского национального комитета по механике грунтов и фундаментостроению, членом Президиума Международного общества по механике грунтов и фундаментостроению.

В.А. Ильичев автор более 130 научных работ, в том числе монографии, пяти изобретений и четырех справочников. Он подготовил 8 кандидатов технических наук.

Редакция, редакционный совет и коллеги сердечно поздравляют Вячеслава Александровича Ильичева с юбилеем и желают крепкого здоровья, новых научных достижений и творческих успехов.

В канун юбилея мы попросили В.А. Ильичева поделиться свои видением основных направлений развития производства материалов для строительной отрасли. Однако разговор получился гораздо шире. Благодаря широкой эрудиции, умению системно мыслить и ясно излагать свои не всегда стандартные взгляды Вячеслав Александрович показал, как стратегия развития стройиндустрии неразрывно связана с экологией, энергетикой и даже с социальными проблемами.

— Вячеслав Александрович, известно, что РААСН много внимания уделяет вопросам разработки новых строительных материалов. На какие предложения ученых производственников должны обратить внимание в первую очередь?

В.А. Ильичев: Для того чтобы развивать строительство жилья, надо увеличивать производство строительных материалов, в первую очередь цемента. Однако существующих мощностей для этого недостаточно. Конечно, можно и нужно строить новые и модернизировать существующие предприятия. Но есть и другой путь. В настоящее время доля шлакопортландцемента в объеме выпускаемого продукта составляет всего 5%. Во всем мире его выпускают гораздо больше, а в СССР шлакопортландцемент составлял до 35% от общего количества цемента, за рубежом — около 50%. Этот эффективный строительный материал практически не выпускается, так как дешевле портландцемента, хотя и обладает лучшими свойствами по многим показателям. Из шлаковых отходов можно делать вяжущее, мелкий и крупный заполнитель. Все эти компоненты имеют высокое химическое сродство, поэтому бетон на их основе будет иметь высокие физико-технические характеристики. Таким образом, производство и широкое использование шлакопортландцемента — один из путей повышения эффективности индустрии строительных материалов.

— Сырьё для цементной промышленности надо много. Насколько ценные отходы могут конкурировать с природным сырьём?

В.А. Ильичев: Даже если использовать только годовой выход шлака от металлургической промышленности и предприятий топливно-энергетического комплекса (ТЭК),

сырья будет достаточно. Шлаки в нашей стране хорошо изучены еще в советское время, этой проблемой занимались многие научно-исследовательские институты. Для всех видов шлаков существуют технологии использования в композиционных вяжущих. Академией собран уникальный материал, составлена адресная база комбинатов, обработаны данные по объему и характеристикам шлаковых отходов по регионам России.

Из них можно производить примерно 40 млн т шлакопортландцемента и около 50 млн м³ различных заполнителей. Оборудование для производства этого строительного материала требуется менее сложное, чем для портландцемента, есть реальная возможность организовать производство на домостроительных комбинатах (ДСК).

Теоретически мы в состоянии перестать добывать природное сырье для производства портландцемента. Во многих странах уже существует запрет на открытие новых карьеров. Чрезвычайно важно, что использование шлаков освобождает землю от загрязнения. Однако неоднократно обсуждавшейся проблемой является нежелание «производителей» шлаков передавать их цементникам бесплатно. К сожалению, в России при появлении технологий переработки ранее никому не нужные и загрязняющие природу отходы стремительно превращаются в ценное «сырье», цена на которое может превышать стоимость конечного продукта переработки. Решение данной проблемы лежит на поверхности — государству достаточно ввести плату в бюджет за хранение шлаков в отвалах и бассейнах. По этому пути шли многие страны, в которых в настоящее время вообще не существует понятия шлаковых отходов, а только дополнительных продуктов. По странному стечению обстоятельств в нашей стране этот путь еще не открыт.

— *Вы упомянули, что шлакопортландцемент и бетоны на его основе имеют более высокие показатели по сравнению с традиционным на бездобавочном портландцементе.*

В.А. Ильичев: Свойства бетона во многом определяются характеристиками применяемого цемента и специальных добавок. Шлакопортландцементы с соответствующими заполнителями обладают рядом преимуществ. Они дешевле, чем традиционные, и имеют большую удельную прочность, то есть бетоны плотностью 1700–2000 кг/м³ имеют те же прочностные характеристики, что и бетоны плотностью 2200–2400 кг/м³ на портландцементе. Используя легкие шлаковые заполнители, можно получить бетоны с плотностью 1400–1600 кг/м³ и другими свойствами, достаточными для производства строительных конструкций. Эти бетоны менее теплопроводны, их можно делать теплоизолирующими. Соответственно увеличивается пожаростойкость сооружений, поскольку повышается тепловая защита арматуры. Благодаря меньшему весу сооружений уменьшаются нагрузки на фундаменты.

В результате применения шлакопортландцементов может быть достигнуто снижение себестоимости коробки жилого здания на 20–30%. Это значит, что каждый шестой дом может быть построен практически бесплатно. Есть смысл в применении шлакопортландцемента или нет? Интересует это рынок или нет? Наша Академия может оказать действенную помощь в решении этого вопроса. Интересует ли это общество?

— *Вячеслав Александрович, хотелось бы услышать Ваше мнение об энергетике, энергоэффективности, энерго-ресурсосбережении.*

В.А. Ильичев: Мы подошли к вопросам энергетики с довольно неожиданной стороны, когда производили оценку шлаков, остающихся после сжигания водоугольного топлива. Шлак получается очень высокого качества, мелкодисперсным, с большой удельной поверхностью — это его дополнительные преимущества.

Однако давайте поговорим о водоугольном топливе отдельно. Оно было разработано в СССР и представляет собой смесь тонкомолотого угля с водой в определенной пропорции. Образуется суспензия, сохраняющая свои свойства в течение двух недель, а если обеспечить перемешивание, неопределенно долго. В российских условиях стоимость выработки одной гигакалории, полученной от сжигания водоугольного топлива, в 2–3 раза меньше, чем от сжигания мазута, и несколько дешевле газового топлива. Если же использовать угольный шлак из отвалов шахт, то стоимость одной гигакалории будет в 1,5–2 раза дешевле, чем от сжигания газа! Опять можно организовать безотходное производство: очистить отвалы шахт, получать тепловую энергию, шлак от сгоревшего водоугольного топлива использовать для производства бетона. Дополнительными преимуществами этого незаслуженно забытого топлива являются экологическая чистота, взрывобезопасность, возможность дополнительно использовать жидкие органосодержащие стоки (канализационные стоки, отходы биологических производств и т. п.), что только повышает энергоэффективность топлива.

— *Таким образом, применение водоугольного топлива позволит решить многие экологические проблемы одновременно с энергетическими. Неужели нигде в мире до этого не додумались?*

В.А. Ильичев: Да, это дает возможность перестроить всю систему жизни: будет эффективно, чисто, полезно. Особенно актуален этот путь для отдаленных поселений. Водоугольное топливо здесь выход из положения. Это изобретение в России исчезло, однако водоугольное топливо производится, например, в США и Китае миллионами тонн, танкерами доставляется в Японию. Украина,

богатая углем и не имеющая значительных месторождений газа и нефти, также стала на этот путь, у нее есть программа перевода экономики страны на водоугольное топливо. А мы по-прежнему будем жечь нефть и газ? По-прежнему будем «топить ассигнациями»? Так что, как ни странно, водоугольное топливо оказалось тесно связанным с промышленностью строительных материалов.

— *Второй раз в нашей беседе поднимается проблема использования не текущих, а складированных отходов предприятий и шахт. Насколько масштабна и сложна эта задача?*

В.А. Ильичев: В отвалах металлургических и энергетических производств содержатся запасы техногенного сырья, на несколько порядков превышающие годовые выходы. Их переработка существенно сложнее, чем свежие шлаки, но все равно дешевле, чем добыча и переработка природного сырья. Почему мы их не используем?

— *Россия является мировой лесной державой. Тем не менее у нас строятся деревянные дома едва ли не меньше, чем в странах, импортирующих лес. Как Вы это объясняете?*

В.А. Ильичев: Давайте поговорим о деревянных строительных материалах. Из расчета на одинаковую несущую способность конструкций бетон и металл энергетически примерно равнозатратны. Чтобы получить алюминиевую конструкцию идентичной несущей способности, надо затратить в 7–10 раз больше энергии, а деревянную — в 7–10 раз меньше. Как во многих других вопросах, выгода очевидна. Страна, обладающая самыми большими в мире запасами древесины, вполне могла бы часть своих ресурсов направить на развитие деревопереработки, и хорошо, что в настоящее время в этом направлении делаются определенные шаги. 7–8 лет назад только единицы процентов спиленной древесины шли на производство строительных конструкций.

В США в 50–60-е гг. прошлого века в течение 10 лет был решен жилищный вопрос путем строительства индивидуальных каркасно-деревянных жилых домов площадью около 80 м². Сейчас в этой стране имеется широкий спектр деревянных домов площадью 200–250 м². Кроме дешевизны это легко решает проблему быстрого обеспечения граждан жильем.

Привлекателен деревянный дом и с социальных позиций, так как деревянное домостроение может помочь решить важнейшую задачу заселения пустующих территорий, это дешевле, чем другими способами.

— *Камень (цемент) и древесину мы обсудили. Давайте поговорим о воде. Можно ли без нее обойтись при производстве строительных материалов и строительстве? Насколько важно ее качество?*

В.А. Ильичев: Вода — необходимое условие существования жизни на нашей планете. Еще несколько лет назад наши специалисты говорили, что вода становится стратегическим ресурсом. Из природных источников воду без очистки уже много лет нельзя пить почти нигде. Если раньше водопровод просто забирал воду из реки, озера или водохранилища, то сейчас таких водоемов нет, загрязнения уже начали проникать в артезианские воды. Источников загрязнения множество, они площадные, это связано с общей российской экономикой, поэтому воду защитить от загрязнений чрезвычайно трудно. Кроме того, во многих регионах существует физическая нехватка воды.

Медицинская статистика говорит о стремительном росте заболеваний, вызванных плохим качеством воды. Это обязательно надо учитывать, когда мы обсуждаем водоснабжение. Даже без учета инфляционных процессов стоимость чистой воды растет опережающими темпами и может приблизиться к стоимости нефти. Специалисты выделяют примерно 150 видов воды. Вода образует с грунтом своеобразные структуры — слоистые, слоисто-игольчатые, в форме ежа и другие.

Она используется при затворении бетона и участвует в гидратации цементных минералов. Практически нет ни одной строительной технологии, в которой бы не использовалась вода. Потребителям этого удивительного химического соединения следует помнить, что ей нет альтернативы.

– Строители часто сетуют на постоянный рост цен на металлопродукцию. Можно ли в настоящее время обойтись без металла и заменить его новыми композиционными материалами, о которых так много говорят?

В.А. Ильичев: Скорее можно обойтись без бетона, чем без металла. Системы, в которых металл работает только на растяжение, позволяют использовать прочность металла в полной мере. У тросов выше несущая способность, они широко применяются в вантовых системах, растяжках и т. п.

Я понимаю, чем вызван Ваш вопрос. Действительно современные бетоны имеют чрезвычайно высокую прочность, сравнимую с характеристиками стали Ст3, с прочностью при растяжении до 200 МПа. Из такого бетона можно делать относительно тонкие элементы. Но надо иметь в виду, что стальная арматура легко сваривается в прочный надежный каркас, а в бетоне соединения остаются хрупкими. Пока не разработаны принципиально новые конструктивные элементы, бетоны с прочностью более 150 МПа вряд ли найдут широкое применение, хотя бетоны с прочностью 100 МПа используются уже достаточно широко.

– Вячеслав Александрович, в настоящее время Вас считают одним из самых авторитетных специалистов в области подземного строительства. У концепции использования подземного пространства есть сторонники и противники. Чем, по вашему мнению, вызван сегодняшний интерес к строительству подземных сооружений?

В.А. Ильичев: Причины кроются в необходимости повышения эффективности использования городских территорий. Стало актуальным рационально использовать историческую застройку, сохранить традиционно привлекательный внешний вид улиц и площадей, архитектурные памятники и историческую градостроительную планировку, но в то же время придать исторической застройке современные функции, создать удобства жителям. При развитии высотного строительства подземные этажи необходимы для размещения автомобильных парковок, технического оборудования и т. п., причем чем выше здание, тем больше ему требуется подземных этажей.

А многие центральные районы городов, не будучи архитектурными заповедниками, крайне стеснены и нуждаются в дополнительных «обслуживающих» площадях: под местные и транзитные проезды, парковки, торговые комплексы и другую социальную инфраструктуру. В таких случаях, как правило, подземное строительство организуется целыми площадями и даже может распространяться на целый городской квартал. Это сервисный бизнес. Примером может служить торгово-развлекательный комплекс под Манежной площадью, разветвленные системы подземных переходов с организацией в них торговли около многих станций метрополитена и др.

В настоящее время в Москве разработан ряд нормативно-технических документов, регламентирующих подземное строительство, достаточно технических средств, есть опыт, поэтому строить под землей можно практически любые объекты. Важно правильно вписать подземные сооружения в городскую структуру, определить места, где они необходимы, чтобы не задыхалось надземное хозяйство.

– Означает ли это, что строить подземные сооружения можно где угодно и на любую глубину?

В.А. Ильичев: Конечно не на «любую» глубину. Величина заглубления подземных сооружений определяется

геологическими условиями, которые тщательно изучаются для каждого конкретного проекта в определенном месте. Возможны даже парадоксальные ситуации: два этажа под землю строить можно, три или четыре нельзя категорически, а пять или шесть – пожалуйста.

Первые подземные проекты в Москве реализовывались с серьезным научным сопровождением и были сложнее, чем многие последующие. В связи с этим возникла опасная иллюзия, что такое строительство несложно. И начали возникать аварийные ситуации, поскольку перестали обращать внимание на элементарные вещи – авось получится! Сейчас в столице проводится серьезная работа, чтобы таких малоответственных строителей привести в чувство.

Конечно, следует соблюдать экологию подземного пространства. Не загрязнять, не влиять сильно на течение подземных вод, не создавать подземных плотин, из-за которых подвалы соседних домов могут подтопляться. Необходима специализация, проектировщиков и строителей надо специально обучать. В настоящее время в Москве одновременно сооружается 150–200 подземных сооружений, и одной организации выполнить все работы, конечно, невозможно.

– В строительстве каких подземных объектов Вы участвовали лично?

В.А. Ильичев: Я был научным руководителем строительства города под Манежной площадью, выполнял те же обязанности при сооружении подземной части высотных зданий комплекса «Сити» на Красной Пресне, транспортных тоннелей на Сушевом валу и Ленинградском проспекте, реконструкции Гагаринской площади со строительством подземного моста над станцией метро «Ленинский проспект», Лефортовского тоннеля с внутренней стороны Третьего транспортного кольца.

Для многих объектов предлагал принципиальные проектные решения и наблюдал за качеством строительства. Мы разработали систему мониторинга на Манежной площади, где было примерно 300 точек наблюдения на окружающих зданиях и столько же в тоннелях метрополитена. На самом строительном объекте тоже проводились измерения, так что все строительство было под контролем. Нароботанный опыт позволяет строить любые подземные сооружения, но каждый объект сугубо индивидуален. Земля не прощает ошибок – это надо помнить.

– Расскажите, пожалуйста, подробнее об АНО АНТЦ РААСН, которую Вы возглавляете.

В.А. Ильичев: Автономная некоммерческая организация «Академический научно-технический центр Академии архитектуры и строительных наук» осуществляет организацию научно-технического сопровождения и контроля при строительстве, реконструкции крупных объектов повышенной сложности. Наши специалисты участвовали в работах по реконструкции здания Большого театра России, строительству многих объектов на Ленинградском шоссе, подземного пространства Павелецкого вокзала и других.

Наши научно-технические разработки широко внедряются через профильные российские организации, включая АНО АНТЦ РААСН. Применение на практике новых научно-технических разработок АНО АНТЦ РААСН является предпосылкой всемерного распространения научно-технического прогресса и передового опыта строительства.

– Вячеслав Александрович, благодарим Вас за беседу и от души поздравляем с юбилеем. Счастья Вам и всех благ.

Беседовал В.В. ИВАНОВ

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

Применение коэффициентов теплотехнического качества материалов для проектирования многослойной ограждающей конструкции

Современные требования по обеспечению тепловой защиты зданий определяют применение многослойных ограждающих конструкций. Необходимость расчета конструкций по сопротивлению теплопередаче, воздухопроницаемости, защите от влаги, теплоустойчивости и теплоусвоения при наличии немалого количества утеплителей требует значительных трудозатрат, а результат в немалой степени зависит от опыта проектировщика. В связи с этим необходимо разработать методы проектирования, предусматривающие принятие оптимальных решений уже на первых этапах.

В статье рассмотрены принципы расчета многослойных ограждающих конструкций на основе использования коэффициентов теплотехнического качества материалов [1].

Как известно, в общем виде зависимость теплопроводности от пористости материала может быть оценена, например, по теории обобщенной проводимости Оде-левского [2]:

$$\lambda_M = \lambda_C \frac{1-P}{2+P}, \quad (1)$$

где P – пористость материала; λ_M – коэффициент теплопроводности материала; λ_C – коэффициент теплопроводности абсолютно плотного бетона.

Положим:

$$P = 1 - \frac{\rho}{2670}, \quad (2)$$

где ρ – средняя плотность бетона; 2670 – истинная плотность абсолютно плотного бетона, кг/м³. Получим:

$$\lambda_M = \lambda_C \frac{\rho}{8010 - \rho}. \quad (3)$$

Необходимо отметить, что коэффициент теплопроводности плотного бетона существенно зависит (табл. 1) от природы материала [3], что делает зависимость коэффициента теплопроводности – средняя плотность достаточно сложной.

В инженерной практике для оценки зависимости теплопроводности от пористости (плотности) материала используются эмпирические зависимости, например формула Некрасова:

$$\lambda = k(\sqrt{a + b\rho^2} - 0,14) \quad (4)$$

или формула Кауфмана:

$$\lambda = k(0,0935\sqrt{\rho} + 0,025), \quad (5)$$

где ρ – средняя плотность материала, т/м³; $a = 0,0196$; $b = 0,22$; k – коэффициент, принимает значения в зависимости от размерности, $k = 1,164$ при размерности 1 [Вт/(м·°C)]; $k = 1$ при размерности 1 [ккал/(м·ч·°C)].

Лучшее соответствие экспериментальным данным для большинства теплоизоляционных материалов при плотности до 500 кг/м³ показывает формула Кауфмана, а при плотности более 1000 кг/м³ – формула Некрасова.

Во всех приведенных зависимостях коэффициент теплопроводности в сухом состоянии является функцией плотности (пористости) материала, при этом не всегда достигается достаточно хорошее соответствие расчетных и экспериментальных значений (рис. 1).

В реальных условиях влажность материала отлична от нуля. Для различных бетонов сорбционная влажность в зависимости от условий эксплуатации может изменяться в диапазоне 2–15%. В связи с этим при расчете конструкций по теплотехническим показателям используется расчетное значение коэффициента теплопроводности с учетом влажности материала при соответствующих условиях эксплуатации:

$$\lambda_W = \lambda_0 + K_W W = (1 + \frac{K_W}{\lambda_0} W) \cdot \rho \cdot \frac{\lambda_0 - \lambda_g}{\rho} \cdot \frac{\lambda_0}{\lambda_0 - \lambda_g} = (1 + KTK_W W) \cdot \rho \cdot KTK_1 KTK_2 = (1 + KTK_W W) KTK \cdot \rho, \quad (6)$$

где λ_0 – коэффициент теплопроводности материала в сухом состоянии, Вт/(м·°C), для бетонов составляет 0,14–0,36; K_W – коэффициент, учитывающий увеличение коэффициента теплопроводности при увеличении влажности материала на 1% (0,035–0,06); λ_g – коэффициент теплопроводности воздуха (0,023); W – влажность материала в зависимости от режима эксплуатации, %, (2–15); KTK_W – коэффициент теплотехнического качества материала, учитывающий увеличение коэффициента теплопроводности при увеличении влажности на 1%; KTK_1 – коэффициент теплотехнического качества, характеризующий повышение коэффициента теплопроводности скелета материала при увеличении плотности на 1 кг/м³; KTK_2 – коэффициент

Таблица 1

Показатель	Порода					
	Кварцит	Доломит	Известняк	Гранит	Базальт	Риолит
ρ , кг/м ³	2430	2510	2450	2410	2530	2350
λ_0 , Вт/(м·°C)	3,54	3,33	3,19	2,6	2,1	2,07

Таблица 2

Вид бетона	Средняя плотность бетона, кг/м ³	Коэффициент теплопроводности, Вт/(м·°С)	KTK_W	KTK
Керамзитобетон	1200	0,36	0,044	0,0003
	1000	0,27	0,052	0,00027
	800	0,21	0,048	0,000263
	600	0,16	0,0625	0,000267
Шунгизитобетон	1200	0,36	0,056	0,0003
	1000	0,27	0,058	0,00027
Перлитобетон	1200	0,29	0,048	0,000242
	1000	0,22	0,048	0,00022
	800	0,16	0,071	0,0002
	600	0,12	0,061	0,0002
Термозитобетон	1200	0,29	0,065	0,000242
	1000	0,23	0,076	0,00023
	800	0,17	0,096	0,00023
Вермикулитобетон	800	0,21	0,018	0,000263
	600	0,14	0,016	0,000233
Аглопоритобетон	1200	0,35	0,07	0,00029
	1000	0,29	0,065	0,00029
Полистиролбетон	600	0,145	0,047	0,00024
Ячеистый автоклавный	1000	0,29	0,041	0,00029
	800	0,21	0,051	0,000263
	600	0,14	0,071	0,000233
Азеритобетон	1000	0,22	0,04	0,00022
	800	0,16	0,039	0,0002
	600	0,12	0,052	0,0002
Витрозитобетон	1000	0,25	0,04	0,00025
	800	0,18	0,038	0,000225
	600	0,15	0,031	0,0002
Бетон на пеностекло-грануляте	1000	0,24	0,04	0,00024
	800	0,19	0,039	0,00024
	600	0,14	0,039	0,00023

ент теплотехнического качества, характеризующий степень влияния воздуха на коэффициент теплопроводности материала в сухом состоянии; KTK – интегральный коэффициент теплотехнического качества, определяющий зависимость коэффициента теплопроводности сухого материала от его плотности.

Из формулы (6) следует:

$$\frac{\rho}{\lambda_w} = \frac{1}{(1 + KTK_W W) \cdot KTK} \quad (7)$$

Тепловая инерция ограждающей конструкции D согласно СП 23-101–2004 определяется как:

$$D = \sum_{i=1}^n R_i S_i = \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i} S_i, \quad (8)$$

где R_i – термическое сопротивление i -го слоя конструкции, м²·°С/Вт; S_i – коэффициент теплоусвоения i -го слоя конструкции, Вт/(м²·°С); δ_i – толщина i -го слоя конструкции, м; λ_i – коэффициент теплопроводности материала i -го слоя конструкции, Вт/(м·°С).

Согласно СП 23-101–2004:

$$S = 0,27 \sqrt{\lambda \cdot \rho (C_0 + 0,0419W)}, \quad (9)$$

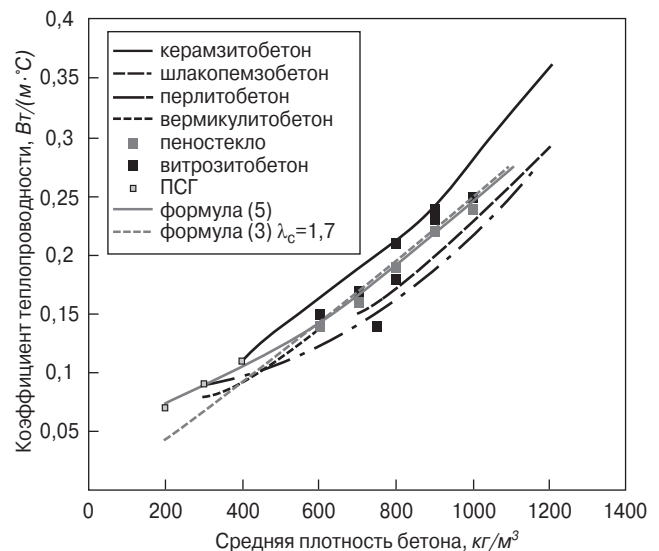


Рис. 1. Зависимость коэффициента теплопроводности от средней плотности и вида материала (ПСГ – бетон на пеностеклогрануляте)

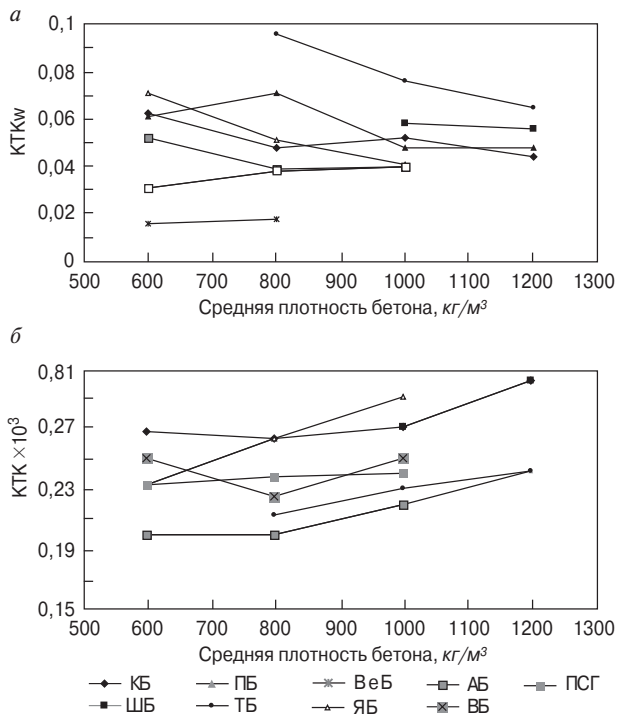


Рис. 2. Значения KTK_w (а) и KTK (б) в зависимости от вида и средней плотности бетона (КБ – керамзитобетон; ШБ – шунгизитобетон; ПБ – перлитобетон; ТБ – термозитобетон; ВеБ – вермикулитобетон; ЯБ – автоклавный ячеистый бетон; АБ – азеритобетон; ВБ – витрозитобетон; ПСГ – бетон на пеностеклогрануляте)

тогда с учетом формул (8) и (9):

$$D = 0,27\delta \sqrt{\frac{\rho}{\lambda}} \cdot \sqrt{C_0 + 0,0419W}. \quad (10)$$

Выражение (10) с учетом формулы (7) сводится к виду:

$$D = 0,27\delta \sqrt{\frac{C_0 + 0,0419W}{(1 + KTK_w W) \cdot KTK}}. \quad (11)$$

При условии $D > 4$ (конструкция средней массивности) согласно СП 23-101-2004 не требуется расчета ограждающей конструкции на теплоустойчивость. Сформулируем критерии проектирования рациональной ограждающей конструкции в виде:

$$\frac{0,27\delta \sqrt{\frac{C_0 + 0,0419W}{(1 + KTK_w W) \cdot KTK}}}{\frac{\delta}{(1 + KTK_w W) \cdot KTK \cdot \rho}} > 4, \quad (12)$$

где $[R]$ – требуемое для данного климатического района термическое сопротивление ограждающей конструкции; C_0 – удельная теплоемкость, кДж/(кг·°C) (0,8–0,88).

Таким образом, параметры рациональной ограждающей конструкции будут определяться такими свойствами материалов слоев, как удельная теплоемкость и средняя плотность, коэффициентами теплотехнического качества материалов, толщина и влажностное состояние слоев. В табл. 2 приведены данные о коэффициенте теплотехнического качества некоторых бетонов (удельная теплоемкость бетона в соответствии с СП 23-101-2004 принята равной 0,84 кДж/(кг·°C).

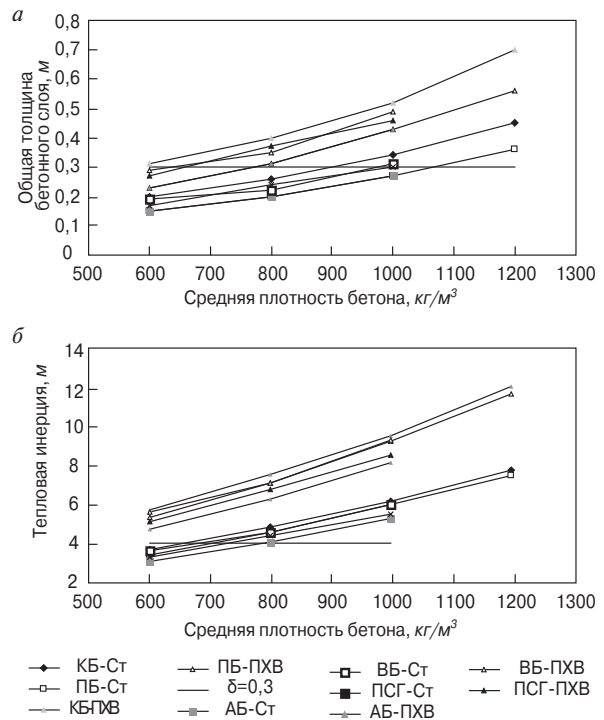


Рис. 3. Зависимость общей толщины бетонных слоев (а) и тепловой инерции конструкции (б) от средней плотности бетона, вида и толщины утеплителя. Здесь первые буквы – вид бетона (см. рис. 2); Ст – утеплитель Стиродур 2500С, толщина 70 мм; утеплитель пенопласт ПХВ-1, толщина 100 мм

Из-за различия влажностных свойств бетоны, особенно на стекловидных пористых заполнителях, даже при равной плотности и одинаковом значении коэффициента теплопроводности в сухом состоянии могут иметь существенные различия в значении коэффициента теплотехнического качества бетона (рис. 2), причем эффективность бетонов на стекловидных заполнителях при эксплуатации конструкций с определенной влажностью вследствие более низких значений KTK_w очевидна.

Построение рациональной схемы ограждающей конструкции, таким образом, сводится к оптимизационной задаче системы критериев (12). На рис. 3 представлен результат решения задачи по оптимизации параметров многослойной ограждающей конструкции общей толщиной 0,3 м с требуемым термическим сопротивлением $[R] = 3,5 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$ с использованием различных материалов.

Таким образом, в зависимости от граничных условий решение задачи по критериям (12) позволяет задать предварительные параметры многослойной ограждающей конструкции. Дальнейшая оптимизация должна быть направлена на обеспечение благоприятного влажностного режима конструкции, достижение лучших экономических показателей.

Список литературы

1. Гагарин В.Г. Теория состояния и переноса влаги в строительных материалах и теплозащитные свойства ограждающих конструкций зданий: Автореферат дисс. ... д-ра техн. наук. М., 2000.
1. Оделевский В.И. Расчет обобщенной проводимости гетерогенных систем. Матричные двухфазные системы с невытянутыми включениями // Журнал технической физики. 1951. Т. XXI. Вып. 6. С. 667–685.
2. Плятт Ш.Н. Расчеты температурных полей бетонных гидросооружений. М.: Энергия, 1974. 406 с.

С.В. ФЕДОСОВ, д-р техн. наук, член-корр. РААСН,
В.Е. РУМЯНЦЕВА, канд. техн. наук, Н.С. КАСЬЯНЕНКО, инженер,
Ивановский государственный архитектурно-строительный университет

Математическое моделирование массопереноса в процессах коррозии бетона второго вида

Со времен изобретения бетона и железобетона и завоевания ими рынка строительных материалов и изделий сферы жилищного, промышленного и военного строительства проблемы коррозии бетона не оставляют умы ученых-материаловедов и практиков-строителей [1–7].

Классик научного коммунизма К. Маркс отмечал, что «любая наука только тогда достигает совершенства, когда ей удается пользоваться средствами математики». Поэтому исследователи коррозии бетона с первых же работ пытались установить причинно-следственную связь физических (диффузионных) и химических процессов, протекающих в бетоне при воздействии агрессивных сред – газовых, жидких, дисперсных (твердых), с проблемами долговечности и сохранения эксплуатационных свойств строительных конструкций.

Первые математические модели представляли собой эмпирические выражения [8, 9]. Позднее появились модели, в основу которых легли законы диффузии и химической кинетики [10–12].

Существенный вклад в развитие теории и построения математических моделей процессов коррозии бетонов внесли работы члена-корр. РАН Б.В. Гусева с соавторами [13–15].

Работами [16–20] начат цикл публикаций, посвященных теоретическому исследованию и математическому моделированию процессов коррозии бетонов. Настоящая работа является продолжением изложения результатов исследований и посвящена математическому моделированию массопереноса в процессах коррозии бетона второго вида.

Наиболее распространенными при эксплуатации бетонных конструкций являются процессы кислотной (HCl, H₂CO₃), солевой (MgCl₂, MgSO₄) и щелочной (NaOH) коррозии [4–7].

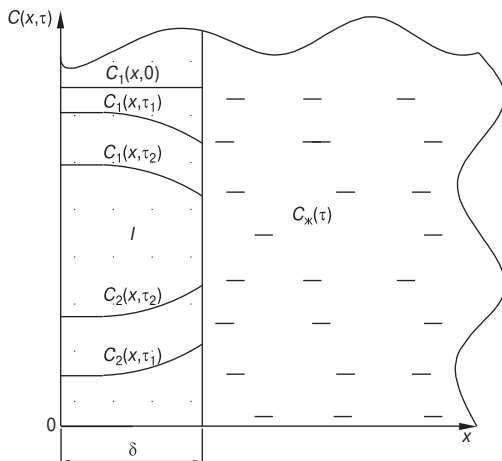


Рис. 1. Профили концентраций компонентов в бетоне

Водоводы, акведуки, канализационные коллекторы, резервуары с физической точки зрения представляют собой модельную систему твердое – жидкость. С точки зрения разработки математических моделей массопереноса указанная система может быть представлена как неограниченная пластина – внешняя среда (рис. 1).

Стенка резервуара или какой-либо другой конструкции моделируется неограниченной пластиной I толщиной δ, плотностью ρ и пористостью ε. В порах бетона содержится свободный гидроксид кальция, концентрация которого составляет (кг СаО/кг бетона):

$$C(x, \tau)|_{\tau=0} = C_0. \quad (1)$$

В жидкой фазе распределен агрессивный компонент, концентрация которого в общем случае изменяется во времени:

$$C_{ж}(\tau) = f(\tau). \quad (2)$$

При контакте жидкой и твердой фаз начинается реакция взаимодействия компонентов. Реакция сопровождается диффузией гидроксида кальция к границе с жидкостью из внутренних слоев и агрессивного компонента из жидкой фазы через границу раздела внутрь твердого тела. Продуктом реакции является малорастворимый компонент, который выпадает в осадок в порах бетона.

Таким образом, для произвольных моментов времени τ₁ и τ₂ (τ₂ > τ₁) распределение концентраций переносимых компонентов может быть проиллюстрировано кривыми рис. 1. Скорость процесса определяется химической кинетикой и диффузией компонентов.

Диффузионные процессы в бетонах протекают с малой интенсивностью, их продолжительность определяется годами, а порой и десятилетиями. Поэтому для рассматриваемой системы гидроксид кальция – агрессивный компонент уравнение массопроводности для каждого компонента может быть представлено следующей краевой задачей:

$$\frac{\partial C(x, \tau)}{\partial \tau} = k \cdot \frac{\partial^2 C(x, \tau)}{\partial x^2} + \frac{q_v(x)}{\rho \delta}, \quad \tau \geq 0; \quad 0 \leq x \leq \delta; \quad (3)$$

$$C(x, \tau)|_{\tau=0} = C_0(x); \quad (4)$$

$$\frac{\partial C(x, \tau)}{\partial x} \Big|_{x=0} = 0; \quad (5)$$

$$-k\rho\delta \frac{\partial C(x, \tau)}{\partial x} \Big|_{x=\delta} = q_n. \quad (6)$$

Уравнение (3) является нестационарным дифференцированным уравнением параболического типа в частных производных.

Здесь k – коэффициент массопроводности в твердой фазе, m^2/c ; x – координата, m ; τ – время, c ; $q_v(x)$ – мощность объемного источника массы вещества, $kg/(m^3 \cdot c)$; источник положителен, когда вещество выделяется в результате химической реакции, и отрицателен, когда вещество поглощается. В общем случае мощность источника есть величина, распределенная по координате по произвольному закону.

Начальное условие (4) показывает, что в момент времени, принимаемый за начало отсчета, концентрация переносимого компонента имеет распределение по толщине бетонной конструкции.

Граничное условие (5) является условием непроницаемости на внешней границе конструкции.

Граничное условие (6) являющееся также условием второго рода, показывает, что на границе конструкции с жидкой средой существует массообмен между фазами.

В соответствии с теорией массопереноса [21] на границе фаз существует локальное равновесие, определяемое законом Генри:

$$C_p(\tau) = E \cdot C_{ж}(\tau), \quad (7)$$

где E – константа равновесия Генри, kg компонента в жидкой фазе/ kg компонента в твердой фазе; $C_p(\tau)$ – концентрация компонента в твердой фазе, равновесная содержанию компонента в жидкой среде.

В этих условиях для плотности потока массы вещества вследствие массоотдачи в жидкой фазе можно записать:

$$q_n(\tau) = \beta \left[\frac{\partial C(x, \tau)}{\partial x} \Big|_{x=\delta} - C_p(\tau) \right], \quad (8)$$

где β – коэффициент массоотдачи в жидкой фазе, m/c , подлежащий экспериментальному определению.

Выражение (8) показывает, что в общем случае плотность потока массы есть величина, зависящая от времени. Однако в целях упрощения задачи будем постулировать ее постоянной и равной q_n .

Введем безразмерные переменные вида:

$$\bar{x} = \frac{x}{\delta}; \quad Fo_m = \frac{kt}{\delta^2};$$

$$Ki_m = \frac{q_n \delta}{k C_0 \rho_6}; \quad Po_m(\bar{x}) = \frac{q_v(x) \delta^2}{k C_0 \rho_6}, \quad (9)$$

где Fo_m , Ki_m , $Po_m(\bar{x})$ – соответственно массообменные критерии Фурье, Кирпичева, Померанцева.

В безразмерных переменных краевая задача массопроводности примет следующий вид:

$$\frac{\partial \theta(\bar{x}, Fo_m)}{\partial Fo_m} = \frac{\partial^2 \theta(\bar{x}, Fo_m)}{\partial \bar{x}^2} + Po_m(\bar{x});$$

$$Fo_m > 0; \quad 0 \leq \bar{x} \leq 1; \quad (10)$$

$$\theta(\bar{x}, Fo_m) \Big|_{Fo_m=0} = \theta_0(\bar{x}); \quad (11)$$

$$\frac{\partial \theta(\bar{x}, Fo_m)}{\partial \bar{x}} \Big|_{\bar{x}=0} = 0; \quad (12)$$

$$\frac{\partial \theta(\bar{x}, Fo_m)}{\partial \bar{x}} \Big|_{\bar{x}=1} = Ki_m. \quad (13)$$

Задачу будем решать методом интегральных преобразований Лапласа [22]. Применим прямое преобразование Лапласа по временной переменной Fo_m и запишем выражение (10) в комплексной

области:

$$\theta(\bar{x}, s) = Ach(\sqrt{s}\bar{x}) + Bsh(\sqrt{s}\bar{x}) -$$

$$-\frac{1}{\sqrt{s}} \int_0^{\bar{x}} \theta_0(\xi) sh[\sqrt{s}(\bar{x} - \xi)] d\xi -$$

$$-\frac{1}{s\sqrt{s}} \int_0^{\bar{x}} Po_m(\xi) sh[\sqrt{s}(\bar{x} - \xi)] d\xi, \quad (14)$$

где ξ – переменная интегрирования $0 \leq \xi \leq \bar{x}$.

Граничные условия (12) и (13) в области изображений запишем следующим образом:

$$\frac{d\theta(\bar{x}, s)}{d\bar{x}} \Big|_{\bar{x}=0} = 0; \quad (15)$$

$$\frac{d\theta(\bar{x}, s)}{d\bar{x}} \Big|_{\bar{x}=1} = \frac{Ki_m}{s}. \quad (16)$$

Определим из граничных условий значения констант A и B и подставим результат в (14):

$$\theta(\bar{x}, s) = -\frac{Ki_m ch(\sqrt{s}\bar{x})}{s\sqrt{s} \cdot sh\sqrt{s}} +$$

$$+\frac{ch(\sqrt{s}\bar{x})}{\sqrt{s} \cdot sh\sqrt{s}} \int_0^{\bar{x}} \theta_0(\xi) ch[\sqrt{s}(1 - \xi)] d\xi +$$

$$+\frac{ch(\sqrt{s}\bar{x})}{s\sqrt{s} \cdot sh\sqrt{s}} \int_0^{\bar{x}} Po_m(\xi) ch[\sqrt{s}(1 - \xi)] d\xi -$$

$$-\frac{1}{\sqrt{s}} \int_0^{\bar{x}} \theta_0(\xi) sh[\sqrt{s}(\bar{x} - \xi)] d\xi -$$

$$-\frac{1}{s\sqrt{s}} \int_0^{\bar{x}} Po_m(\xi) sh[\sqrt{s}(\bar{x} - \xi)] d\xi. \quad (17)$$

Пользуясь правилом линейности обратного преобразования Лапласа, возвращение в область оригиналов произведем почленно в соответствии со второй теоремой разложения [23]:

$$\theta(\bar{x}, Fo_m) = L^{-1}[\theta(\bar{x}, s)] = \frac{\varphi(0)}{\psi'(0)} +$$

$$+\sum_{n=1}^{\infty} \frac{\varphi(s_n)}{\psi'(s_n)} \exp(s_n Fo_m), \quad (18)$$

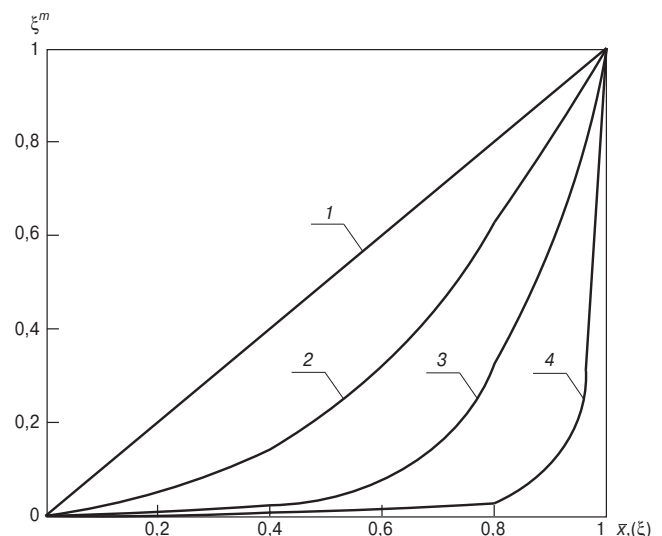


Рис. 2. Иллюстрация степенной зависимости при различных значениях m : 1 – 1; 2 – 2; 3 – 5; 4 – 20

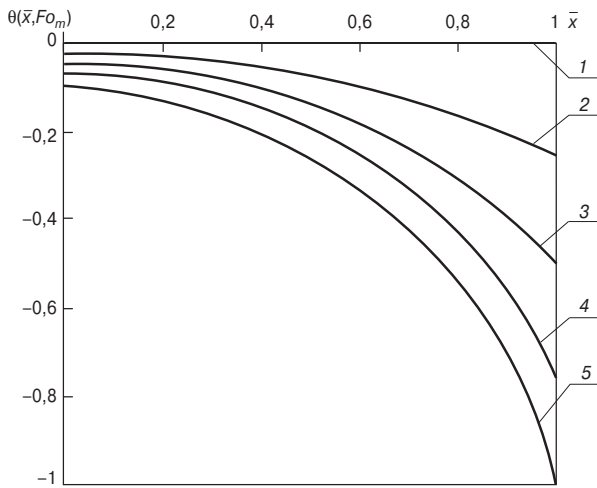


Рис. 3. Профили безразмерных концентраций переносимого компонента в зависимости от интенсивности внешней массоотдачи; $Fo_m=0,2$; при Ki_m : 1 – 0; 2 – 0,5; 3 – 1; 4 – 1,5; 5 – 2

где $\varphi(s)$ и $\psi'(s)$ – функции, представляющие числитель и знаменатель выражения, переводимого в область оригиналов. Отношение $\varphi(s)/\psi'(s)$ определяет нулевое решение, $s=0$; s_n – множество корней характеристического уравнения:

$$\psi(s_n) = 0. \quad (19)$$

После несложных, но громоздких преобразований запишем окончательное решение краевой задачи (10)–(13) в области оригиналов:

$$\begin{aligned} \theta(\bar{x}, Fo_m) = & -\frac{Ki_m}{6}(6Fo_m + 3\bar{x}^2 - 1) + \\ & + \frac{2Ki_m}{\pi^2} \sum_{n=1}^{\infty} \frac{(-1)^n}{n^2} \cos(\pi n \bar{x}) \times \\ & \times \exp(-\pi^2 n^2 Fo_m) + \int_0^1 \theta_o(\xi) d\xi + \\ & + 2 \sum_{n=1}^{\infty} \cos(\pi n \bar{x}) \int_0^1 \theta_o(\xi) \cos(\pi n \xi) d\xi \times \\ & \times \exp(-\pi^2 n^2 Fo_m) + \\ & + (Fo_m + \frac{3\bar{x}^2 + 2}{6}) \int_0^1 Po_m(\xi) d\xi - \int_0^1 Po_m(\xi) \xi d\xi + \\ & + \frac{1}{2} \int_0^1 Po_m(\xi) \xi^2 d\xi - \frac{2}{\pi^2} \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{n^2} \cos(\pi n \bar{x}) \times \\ & \times \int_0^1 Po_m(\xi) \cos(\pi n \xi) d\xi \exp(-\pi^2 n^2 Fo_m). \end{aligned} \quad (20)$$

Рассмотрим некоторые частные случаи. *Равномерное начальное распределение концентраций, отсутствие источника массы.* Для рассматриваемых условий $Po_m(\xi) = 0$ четыре последних слагаемых в (20) обращаются в ноль. И тогда решение (20) упрощается до выражения:

$$\begin{aligned} \theta(\bar{x}, Fo_m) = & Ki_m \left[\frac{(1 - 3\bar{x}^2)}{6} - Fo_m + \right. \\ & \left. + \frac{2}{\pi^2} \sum_{n=1}^{\infty} \frac{(-1)^n}{n^2} \cos(\pi n \bar{x}) \exp(-\pi^2 n^2 Fo_m) \right]. \end{aligned} \quad (21)$$

Равномерное начальное распределение концентраций, равномерное распределение источника по координате. Для этого случая после выполнения операций интегрирова-

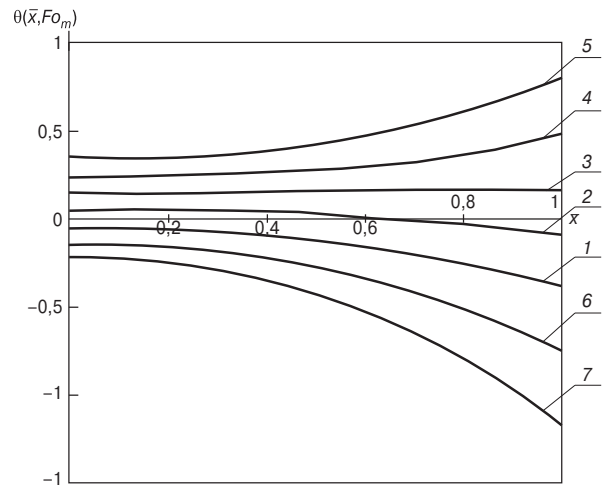


Рис. 4. Влияние внутреннего источника массы (Po_m) на профили безразмерных концентраций $Fo_m=0,2$; $Ki_m=1$; при Po_m : 1 – 0; 2 – 0,5; 3 – 1; 4 – 1,5; 5 – 2; 6 – -0,5; 7 – -1

ния в последних четырех слагаемых (20) получаем:

$$\begin{aligned} \theta(\bar{x}, Fo_m) = & \left[Ki_m \frac{(1 - 3\bar{x}^2)}{6} - Fo_m + \right. \\ & \left. + \frac{2}{\pi^2} \sum_{n=1}^{\infty} \frac{(-1)^n}{n^2} \cos(\pi n \bar{x}) \exp(-\pi^2 n^2 Fo_m) \right] + \\ & + Po_m (Fo_m + 0,5\bar{x}^2). \end{aligned} \quad (22)$$

Равномерное начальное распределение концентраций, распределение источника по степенной зависимости. В данном случае источник массы распределен по координате в соответствии с зависимостью:

$$Po_m(\xi) = Po_m \xi^m. \quad (23)$$

Характер зависимости (23) при различных значениях m показан на рис. 2. Показатель степени при ξ косвенно отражает характер действия источника массы; $m=1$ означает, что мощность объемного источника массы линейно возрастает от границы контактирующей с окружающей средой до поверхности, контактирующей с жидкостью. При $m=20$ практически весь источник массы сосредоточен в достаточно узкой зоне $(0,8-1)\delta$ бетона, контактирующей с жидкостью. Случай $m=0$ означает рассмотренное уже выше равномерное распределение источника по толщине конструкции.

$$\begin{aligned} \theta(\bar{x}, Fo_m) = & Ki_m \left[\frac{(1 - 3\bar{x}^2)}{6} - Fo_m + \right. \\ & \left. + \frac{2}{\pi^2} \sum_{n=1}^{\infty} \frac{(-1)^n}{n^2} \cos(\pi n \bar{x}) \exp(-\pi^2 n^2 Fo_m) \right] + \\ & + Po_m \left[\frac{Fo_m + 3\bar{x}^2 + 2}{6} + \frac{1}{m+2} + \frac{1}{2(m+3)} + \right. \\ & \left. + \frac{2m}{\pi} \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{n} \int_0^1 \xi^{m-1} \sin(\pi n \xi) \exp(-\pi^2 n^2 Fo_m) d\xi \right]. \end{aligned} \quad (24)$$

Равномерное начальное распределение концентраций, распределение источника по ступенчатой дельта-функции Дирака. Единичная дельта-функция Дирака обладает следующим свойством [23]:

$$\delta(\bar{x}_{ep}, \xi) = \begin{cases} 1 & \text{при } \bar{x}_{ep} \leq \xi \leq 1 \\ 0 & \text{при } 0 \leq \xi \leq \bar{x}_{ep} \end{cases}. \quad (25)$$

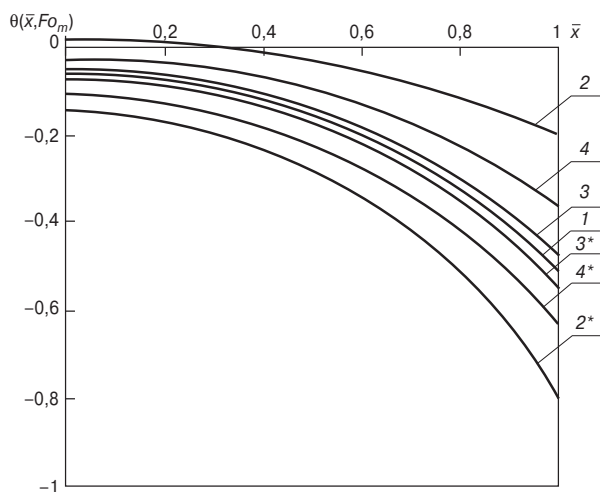


Рис. 5. Профили концентраций при различных значениях дельта-функции Дирака: $Fo_m=0,2$; $Ki_m=1$; 1 - $Po_m=0$; 2 - $Po_m=0,5$; $\bar{x}_{rp}=0,1$; 3 - $Po_m=0,5$, $\bar{x}_{rp}=0,9$; 2* - $Po_m=-0,5$; $\bar{x}_{rp}=0,1$; 3* - $Po_m=-0,5$; $\bar{x}_{rp}=0,9$; 4 - $Po_m=0,5$, $\bar{x}_{rp}=0,5$; 4* - $Po_m=-0,5$; $\bar{x}_{rp}=0,5$

Введение этой функции позволяет рассматривать задачу массопереноса как проблему с движущейся границей зоны реакции, поскольку при этом предполагается, что в части конструкции, на участке $0 \leq \bar{x} \leq \bar{x}_{rp}$ источник массы отсутствует, а на участке $\bar{x}_{rp} \leq \bar{x} \leq 1$ действует объемный источник массы, равномерно распределенный вдоль этого участка. Решение для этого случая примет вид:

$$\theta(\bar{x}, Fo_m) = Ki_m \left[\frac{(1-3\bar{x}^2)}{6} - 6Fo_m + \frac{2}{\pi^2} \sum_{n=1}^{\infty} \frac{(-1)^n}{n^2} \cos(\pi n \bar{x}) \exp(-\pi^2 n^2 Fo_m) \right] + \frac{1}{6} Po_m \left[(6Fo_m + 3\bar{x}^2 + 2) \times (1 - \bar{x}_{rp}) - 3(1 - \bar{x}_{rp}^2) + (1 - \bar{x}_{rp}^3) \right] + \frac{2Po_m}{\pi^3} \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{n^3} \sin(\pi n \bar{x}_{rp}) \cdot \cos(\pi n \bar{x}) \exp(-\pi^2 n^2 Fo_m). \quad (26)$$

Некоторые результаты расчетов по полученным выражениям приведены на рис. 3–6.

Рис. 3 иллюстрирует влияние массообменного критерия Кирпичева на динамику полей концентраций целевого компонента по толщине бетонной конструкции, контактирующей с жидкостью, не содержащей агрессивного компонента. Видно, что при одинаковом значении массообменного критерия Фурье возрастание потока массы вещества приводит к существенной интенсификации массопереноса целевого компонента в твердой фазе.

Рис. 4 показывает результаты расчетов по выражению (22) при различных значениях модифицированного числа Померанцева, характеризующего влияние на массоперенос равномерно распределенного по координате \bar{x} объемного источника массы вследствие химических реакций выделения (кривые 2–5) или поглощения (кривые 6, 7) вещества при фиксированных значениях критериев Кирпичева и Фурье. Кривая 1 показывает безразмерное поле концентраций в массообменном процессе, определяемом только массопроводностью в твердом теле: вещество за счет градиента концентраций перемещается от внешней границы конструкции к поверхности, контактирующей с жидкостью.

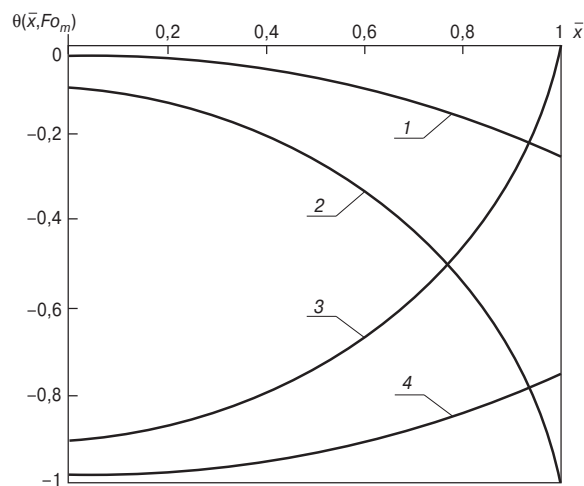


Рис. 6. Профили безразмерных концентраций переносимого (1, 2) и агрессивного(3, 4) компонентов; $Fo_m=0,2$; $Po_m=0$; при Ki_m : 1 - 0,5; 2 - 2; 3 - 0,5; 4 - 2

При значении критерия Померанцева $Po_m=0,5$ вещество образуется в толще бетонной конструкции, однако скорость его отвода посредством массопроводности значительно выше. Поэтому, хотя концентрация компонента и возрастает в диапазоне координат $0 \leq \bar{x} \leq 0,5$, характер кривой показывает, что процесс по-прежнему контролируется внутренней массопроводностью (эффективной диффузией).

При значении $Po_m=1$ интенсивности образования и отвода массы равны, о чем и свидетельствует характер кривой 3. Дальнейший рост значений числа Померанцева приводит к повышению концентрации компонента в твердой фазе бетона по параболической зависимости.

Исчезновение вещества в ходе химической реакции ведет к физически прогнозируемому изменению концентраций (кривые 6, 7).

Весьма своеобразными и интересными представляются результаты расчетов, приведенные на рис. 5. Казалось бы, ступенчатый вид дельта-функции Дирака должен существенно отразиться на характере кривых, однако этого не происходит. И этот факт также подтверждает, что в данном случае скорость массопереноса определяется внутренней диффузией (массопроводностью) и внешней массоотдачей. Кривые 2 и 2* выполнены для условий, когда источник массы распределен в диапазоне $0,1 \leq \bar{x} \leq 1$ (2 - источник положительный, 2* - источник отрицательный). Кривые 3 и 3* - для условий, когда источник сосредоточен в достаточно узкой зоне $0 \leq \bar{x} \leq 0,1$. Очевидно, что влияние источника в этом случае хотя и заметно, но не столь существенно.

Кривые рис. 6 показывают процесс взаимной диффузии целевого и агрессивного компонентов внутри бетонного изделия; процесс не осложнен химическим взаимодействием реагентов.

Знание особенностей кинетики химической реакции между компонентами позволяет без труда дополнить приведенные выше уравнения и выполнить необходимые расчеты массопереноса в процессах коррозии бетона первого и второго видов. Заметим, что указанные расчеты качественных и количественных характеристик процессов возможны только при имеющейся информации о кинетике исследуемых явлений, полученной экспериментально.

Список литературы

1. Шуляченко А.Р. Действие морской воды на цементы и влияние ее на прочность морских сооружений // Зодчий. 1902. № 8. С. 14.

2. *Рошфор Н.И.* Урочное положение. Пособие при составлении и проверке смет, проектировании и выполнении работ. Петроград: Склад издания К.Л. Риккера, 1916. 694 с.
3. *Выгодский С.Я., Глузге П.И., Запорожец И.Д., Берг Л.Г.* Методы контроля бетона в гидротехнических сооружениях. М.: Госстройиздат, 1940.
4. *Москвин В.М.* Коррозия бетона. М.: Гос. издательство литературы по строительству и архитектуре. 1952. 344 с.
5. *Москвин В.М., Иванов Ф.М., Алексеев С.Н., Гузев Е.А.* Коррозия бетона и железобетона, методы их защиты. М.: Стройиздат, 1980. 563 с.
6. *Федосов С.В., Базанов С.М.* Сульфатная коррозия бетона. М.: АСВ, 2003. 192 с.
7. *Розенталь Н.К.* Коррозионная стойкость цементных бетонов низкой и особо низкой проницаемости. М.: ФГУП ЦПП, 2006. 520 с.
8. *Рашинов В.Б., Иванов Ф.М.* Химия в строительстве. М.: Стройиздат, 1977. 220 с.
9. *Мощанский Н.А.* Плотность и стойкость бетонов. М.: Госстройиздат, 1951. 174 с.
10. *Алексеев С.Н., Розенталь Н.К.* Кинетика карбонизации бетона // Бетон и железобетон. 1969. № 4. С. 22–24.
11. *Полак А.Ф., Гельфман Г.Н., Оратовская А.А., Хуснутдинов Р.Ф.* Кинетика коррозии бетона в жидкой агрессивной среде // Коллоидный журнал. 1971. № 3. С. 32.
12. *Полак А.Ф.* Математическое моделирование процесса коррозии бетона в жидких средах // Бетон и железобетон. 1988. № 3. С. 30.
13. *Гусев Б.В., Файвусович А.С., Степанова В.Ф., Розенталь Н.К.* Математические модели процессов коррозии бетона. М: Центр ТИМР, 1996. 104 с.
14. *Гусев Б.В., Файвусович А.С.* Основы математической теории процессов коррозии бетона. М.: Научный мир, 2006. 40 с.
15. *Гусев Б.В., Файвусович А.С.* Построение математической модели процессов коррозии бетона // Строит. материалы. 2008. № 3. С. 38–41.
16. *Федосов С.В., Румянцева В.Е., Федосова Н.Л., Смелцов В.Л.* Моделирование массопереноса в процессах жидкостной коррозии бетона первого вида // Строит. материалы. 2005. № 7. С. 60–62.
17. *Федосов С.В., Румянцева В.Е., Хрунов В.А., Аксаковская Л.Н.* Моделирование массопереноса в процессах коррозии бетонов первого вида (малые значения числа Фурье) // Строит. материалы. 2007. № 5. С. 70–71.
18. *Федосов С.В., Румянцева В.Е., Федосова Н.Л., Хрунов В.А.* Массоперенос между неограниченной пластиной и ограниченным объемом жидкости // Бетон и железобетон в третьем тысячелетии. Материалы IV Международной научно-практической конференции. Ростов-на-Дону, 2006. Т. 2. С. 511–515.
19. *Федосов С.В., Румянцева В.Е., Хрунов В.А., Смелцов В.Л.* К вопросу о коррозии бетона // Материалы международной научно-технической конференции «Итоги строительной науки». Владимир, 2007. С. 145–152.
20. *Федосов С.В., Румянцева В.Е., Хрунов В.А., Смелцов В.Л.* Особенности коррозии бетонов по механизму первого вида // Сб. статей международной научно-практической конференции «Эффективные конструкции, материалы и технологии в строительстве и архитектуре». Липецк, 2007. С. 133–138.
21. *Рудобахта С.П.* Массоперенос в системах с твердой фазой. М.: Химия, 1980. 248 с.
22. *Диткин В.А., Прудников А.П.* Операционное исчисление. М.: Высшая школа, 1975. 407 с.
23. *Корн Г., Корн Т.* Справочник по математике для научных работников и инженеров. М.: Наука, 1970. 720 с.

45-летний опыт успешной работы



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

ОАО «КТБ ЖБ»

109428, г. Москва, 2-я Институтская ул., д. 6.

(495) 171-0901/171-6410

www.ktbbeton.ru ktb@ktbbeton.ru

- Научно-техническое сопровождение и мониторинг большепролетных, высотных и других зданий с оценкой надежности конструктивных решений и проверкой технического состояния строительных конструкций

- Строительное проектирование и конструирование зданий и сооружений, в т. ч. разработка предложений по усилению конструкций, реконструкции, капитальному ремонту. Экспертиза проектной продукции. Жилые и административные здания. Торговые комплексы. Коттеджи. Гаражи.

- **Обследование технического состояния зданий и сооружений**
 - Диагностика зданий и сооружений. Оценка физического износа здания.
 - Усиление строительных конструкций.
 - Контроль качества строительно-монтажных работ.
 - Мониторинг зданий и сооружений.
 - Определение в лабораторных условиях прочности раствора и бетона по пробам, отобранным из конструкций.

- **Строительство и реконструкция зданий и сооружений. Перепланировка. Капремонт** (выполнение любого этапа общестроительных работ: фундамент, ограждающие конструкции, кровля, облицовка фасадов, отделка). Выполнение функций технического надзора.

- **Инженерно-геологические изыскания.** Выполнение комплекса работ по определению физико-механических свойств грунтов (полевые и лабораторные исследования грунтов).

- **Сертификация.** Проведение сертификационных испытаний и оформление сертификатов на конструкции, материалы и услуги.

Реклама

Прогнозирование прочности пресс-бетона в монолитной тоннельной обделке

Уплотнение бетона прессованием при обделке тоннелей способствует ускорению твердения бетона и существенному повышению его прочности. Указанные особенности прессованного бетона необходимо учитывать при оценке его распалубочной прочности и установлении несущей способности обделки в целом.

Практика показывает [1], что прочность пресс-бетона в обделке с достаточной для инженерного расчета точностью можно определить из условия:

$$R_{pb}(t) = R(t)K(t), \quad (1)$$

где $R_{pb}(t)$ – прочность пресс-бетона к моменту времени t ; $R(t)$ – прочность исходного (обычного) бетона; $K(t)$ – коэффициент упрочнения к моменту времени t .

Прочность исходного бетона определяют испытанием стандартных образцов-кубов. Коэффициент упрочнения устанавливается до начала или непосредственно при обделке опытным путем для заданного режима прессования, расхода цемента и вида применяемых пластифицирующих добавок. При обделке он может корректироваться в зависимости от изменения свойств составляющих компонентов и режима прессования бетона.

Установлено, что бетон, уплотненный прессованием, более интенсивно набирает прочность, особенно в начальный период твердения. Это можно проследить по изменению коэффициента упрочнения во времени (рис. 1), представляющего собой отношение прочности прессованного бетона к прочности обычного:

$$K(t) = R_{pb}(t)/R(t). \quad (2)$$

Коэффициент упрочнения имеет максимальное значение на начальном этапе набора прочности. Со временем он снижается, асимптотически приближаясь к некоторому постоянному значению. Снижение во времени коэффициента упрочнения следует связывать с более быстрым образованием первичной структуры прессованного цементного камня, которое сопровождается интенсивным ростом кристаллов и соответственно постоянным нарастанием внутренних напряжений, замедляющих дальнейший рост прочности. Эти явления в прессованном цементном камне и в обычном смещены во времени. Они гораздо раньше протекают в прессованном цементном камне, чем в обычном. Это приводит к некоторому сближению прочности обычного и прессованного цементного камня.

Для установления зависимости прочности пресс-бетона от расхода цемента были проведены специальные экспериментальные исследования, в которых в качестве варьируемых факторов были приняты расход цемента и величина давления прессования. Расход цемента при проведении экспериментальных исследований составил 290, 360 и 430 кг/м³, а давление прессования – 0; 1,5 и 3 МПа.

Приведенные в табл. 1 данные изменения коэффициента упрочнения в зависимости от расхода цемента и давления прессования свидетельствуют о более существенном влиянии расхода цемента на прочность прессованного бетона. При некотором сочетании двух рассматриваемых факторов наблюдается повышение прочности исходного бетона в два раза, что необходимо учи-

тывать при прогнозировании прочности пресс-бетона в обделке и при подборе его состава.

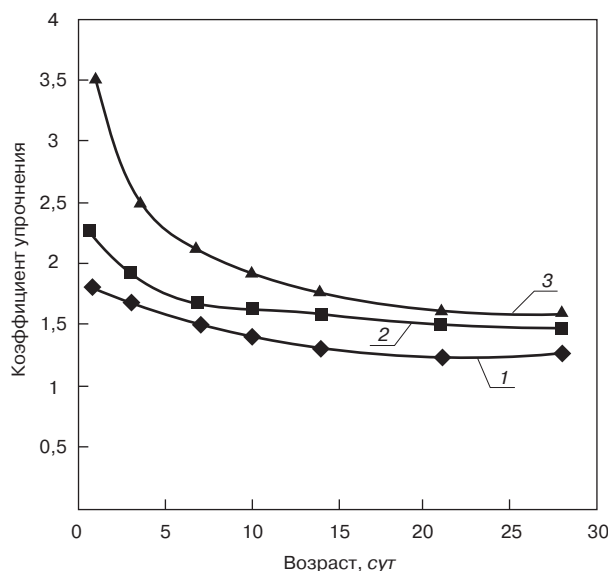
Снижение роли прессования при расходе цемента 290 кг/м³ следует связывать с образованием каркаса крупным заполнителем. Бетонная смесь имеет при таком расходе цемента небольшую раздвижку зерен, поэтому давление прессования полностью передается на каркас, образованный крупным заполнителем, а растворная часть остается при этом неуплотненной. Кроме того, при прессовании плотно упакованного каркаса может происходить частичное раздробление зерен крупного заполнителя, что также приводит к снижению прочности бетона.

Перспективным направлением совершенствования тоннельной обделки из монолитного пресс-бетона является применение пластифицирующих добавок. Введение их в состав бетона способствует наряду с улучшением формовочных свойств бетонной смеси улучшению его прочностных характеристик.

Действие пластифицирующих добавок применительно к обычному бетону, твердеющему без приложения избыточного давления, изучено достаточно хоро-

Таблица 1

Расход цемента, кг/м ³	Коэффициент упрочнения при давлении прессования, МПа		
	0	1,5	3
290	1	1,05	1,1
360	1,15	1,4	1,5
430	1,35	1,75	2



Изменение во времени коэффициента K бетона, твердеющего под давлением, соответственно: 1 – 1,5; 2 – 2; 3 – 3 МПа

Таблица 2

Количество добавки, % массы цемента	Коэффициент упрочнения при давлении прессования, МПа	
	0	3
0	1	1,5
0,35	1,4	2,3
0,7	1,9	2,4
1,4	1,6	2

шо. При твердении бетона под давлением выявленные применительно к обычному бетону эффекты могут при- тупляться или, наоборот, могут оказывать более существенное влияние.

При проведении экспериментальных исследований изучали влияние на прочность пресс-бетона суперпластификатора С-3, широко используемого в производстве железобетонных конструкций. Исследования проводили на бетонах, приготовленных с различными значениями В/Ц. В качестве вяжущего использовали портландцемент марки ПЦ55Д5. Опытные образцы изготавливали из составов, отличающихся содержанием суперпластификатора С-3 и соответственно расходом воды, которые в совокупности обеспечивали одинаковую подвижность бетонной смеси.

Выполненные исследования показывают (табл. 2), что при применении суперпластификаторов С-3 в количестве от 0,35 до 1,4 % массы цемента удается до 30% снизить расход воды и при этом увеличить примерно в 1,5 раза прочность бетона. Максимальное увеличение прочности обычного бетона достигается при добавлении в бетонную смесь суперпластификатора С-3 в количестве 0,7 % массы цемента. Дальнейшее увеличение его количества приводит к некоторому спаду прочности.

При введении суперпластификатора С-3 в прессованный бетон увеличение его прочности происходит более интенсивно при малых дозах С-3, составляющих 0,35% массы цемента. При увеличении количества пластификатора с 0,35 до 0,7% эффективность его действия снижается, а последующее его повышение до 1,4 % оказывает отрицательное влияние на формирование прочности прессованного бетона.

При совместном рассмотрении двух принятых в эксперименте факторов установлено, что наиболее эффективное воздействие на формирование прочности прессованного бетона оказывает введение в бетонную смесь суперпластификатора С-3 в количестве 0,35–0,7 % массы цемента с одновременным прессованием давлением 3 МПа. При таком сочетании прочность бетона удается увеличить почти в 2,5 раза. Прирост прочности непластифицированного бетона при таком же давлении прессования не превышает 40%.

Таким образом, одновременное действие прессования и введение пластификатора позволяет активно влиять на формирование прочности прессованного бетона. При оптимальном соотношении факторов представляется возможным увеличение прочности бетона более чем в два раза без дополнительного расхода цемента, что следует учитывать при проектировании таких конструкций и при прогнозировании прочности пресс-бетона в тоннельной обделке.

Литература

1. Сеськин И.Е., Краснов В.В., Петров Б.И. Метод определения прочности пресс-бетона в монолитной обделке коллекторных тоннелей // Шахтное строительство. 1987. № 4. С. 21–23.

Компания "ВНИИР"

Компания "ВНИИР" поставляет оборудование для промышленных лабораторий различного профиля:

СТРОИТЕЛЬНОЕ ЛАБОРАТОРНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ



Строительные лаборатории
Дорожно-строительные лаборатории
Мостостроительные лаборатории
Лаборатории неразрушающего качества
Материаловедческие и металлографические лаборатории
Лаборатории механических, температурных и климатических испытаний
Спектральные и химические лаборатории
Оборудование для механических испытаний



Твердомеры
Оборудование для климатических испытаний
Оборудование для температурных испытаний
Приборы для испытания цементов, бетонных смесей
Приборы для испытаний бетонных и железобетонных конструкций



Испытание лакокрасочных материалов
Весовое оборудование
Приборы неразрушающего контроля качества
Приборы для измерения температуры и влажности
Геодезическое оборудование
Приборы для испытания грунтов.
Приборы для испытания битумов



Приборы для испытания битумов
Приборы для испытания заполнителей
Приборы для испытания асфальтобетона
Приборы для контроля параметров автомобильных и железных дорог
Оборудование для выбуривания кернов



Комплексные передвижные лаборатории

Отдел продаж: тел./факс +7 (495) 735-6531, 437-9800, 430-0428, 437-2274
 Отдел сервиса и метрологического сопровождения: тел./факс +7 (495) 437-5110
 Адрес: 119361 г. Москва, ул. Озерная, д.44
 Internet: www.vniir.ru E-mail: vniir@aha.ru
 Режим работы: с 9:30 до 18:00, выходные - сб, вскр.
 Условия работы: 100% предоплата, отгрузка со склада в Москве.

Реклама

А.А. СЛЮСАРЬ, канд. техн. наук, Н.А. ШАПОВАЛОВ, д-р тех. наук,
В.А. ПОЛУЭКТОВА, канд. техн. наук,
Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

Регулирование реологических свойств цементных смесей и бетонов добавками на основе оксифенолфурфурольных олигомеров

Повышение качества строительных материалов невозможно без направленного регулирования агрегативной устойчивости и структурообразования в строительных суспензиях. Важным способом решения этой задачи является применение в дисперсных системах химических добавок, пластифицирующих сырьевые смеси [1–3]. Несмотря на большой ассортимент пластифицирующих добавок, потребности производства в них не удовлетворены. Поэтому поиск новых добавок разного строения и назначения – актуальная задача.

Были синтезированы и исследованы свойства модифицирующих добавок на основе оксифенолфурфурольных олигомеров, полученных поликонденсацией оксифенолов – резорцина, пирокатехина, флороглюцина, пирогаллола. Оксифенолы были выбраны в качестве мономеров, потому что содержат в своем составе две или три ОН-группы и относительно легко вступают в реакции поликонденсации. В качестве конденсирующего агента применяли фурфурол. По сравнению с широко применяемым формальдегидом фурфурол обладает меньшей летучестью и токсичностью, в реакции поликон-

денсации вступает достаточно легко, позволяет вести процесс в более мягких условиях и получать продукты, растворимые в водных щелочных растворах.

Были синтезированы и исследованы олигомеры, полученные поликонденсацией флороглюцина с формальдегидом – СБ-Ф и флороглюцина с фурфуролом – СБ-ФФ. Проведен сравнительный анализ вновь синтезированных добавок с уже известными СБ-3 – продуктом поликонденсации кубовых остатков резорцина и формальдегида и СБ-5 – продуктом поликонденсации кубовых остатков резорцина и фурфурола [4].

Исследование влияния синтезированных добавок на реологические свойства водных минеральных суспензий проводили с помощью ротационного вискозиметра «Реотест-2». Для сравнительной характеристики реологических свойств суспензий достаточно знать значение предельного динамического напряжения сдвига τ_0 и пластической вязкости $\eta_{пл}$.

Результаты влияния оксифенолфурфурольных (СБ-ФФ и СБ-5) и оксифенолформальдегидных (СБ-Ф и СБ-3) добавок на реологические параметры (предельное динамичес-

кое напряжение сдвига) цементных суспензий представлены на рис. 1. Из рис. 1, а (кривые 1, 2) видно, что применение фурфурола в качестве конденсирующего агента позволяет получать добавки с большей пластифицирующей способностью. При этом степень влияния мономеров и кубовых остатков резорцина на реологические параметры цементных суспензий существенно отличается от характера влияния полученных олигомеров. Флороглюцин и кубовые остатки резорцина снижают предельное динамическое напряжение сдвига лишь до определенного значения, а полученные олигомеры – практически до нуля. Суперпластификатор С-3 по своей эффективности уступает разработанным олигомерам. Наибольшее снижение пластической вязкости происходит также при введении разработанных добавок.

Эффективность олигомеров по степени их влияния на предельное динамическое напряжение сдвига уменьшается в ряду СБ-ФФ > СБ-5 > СБ-Ф > СБ-3 > С-3.

Влияние добавок на подвижность цементных паст определяли с помощью мини-конуса в соответствии с методикой НИИЖБ. Результаты исследований представлены на

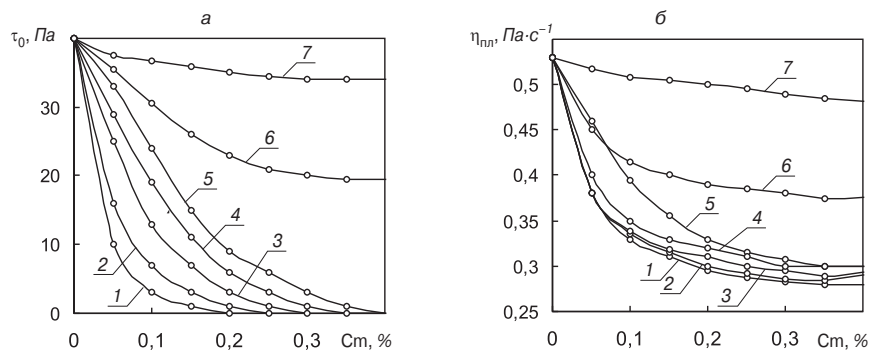


Рис. 1. Зависимость предельного динамического напряжения сдвига (а) и пластической вязкости (б) цементных суспензий от концентрации (C_m): 1 – СБ-ФФ; 2 – СБ-5; 3 – СБ-Ф; 4 – СБ-3; 5 – С-3; 6 – кубовые остатки резорцина; 7 – флороглюцин

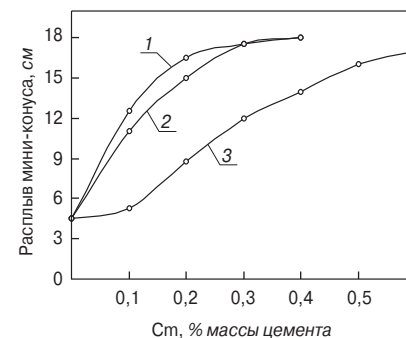


Рис. 2. Влияние добавок на подвижность цементных суспензий: 1 – СБ-ФФ; 2 – СБ-5; 3 – С-3

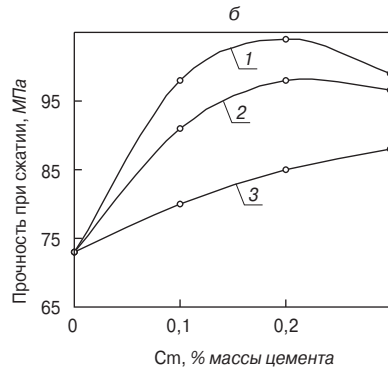
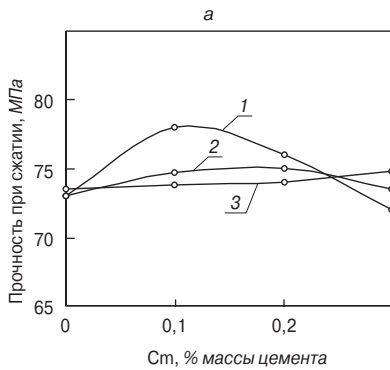


Рис. 3. Влияние пластифицирующих добавок на прочность цементного камня, полученного из паст с постоянным значением В/Ц (а) и из равноподвижных паст (б): 1 – СБ-ФФ; 2 – СБ-5; 3 – С-3

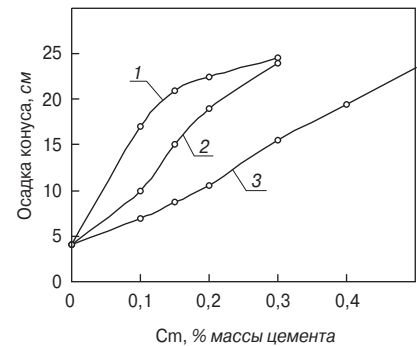


Рис. 4. Влияние концентрации добавок на подвижность бетонных смесей: 1 – СБ-ФФ; 2 – СБ-5; 3 – С-3

рис. 2 на примере суспензий из белгородского цемента ПЦ500Д0.

Из рис. 2 видно, что добавки на основе оксифенолфурфурольных олигомеров (СБ-ФФ и СБ-5) по пластифицирующей способности не уступают суперпластификатору С-3, при этом максимальный эффект разжижения достигается при меньшем расходе добавок.

Наиболее интенсивное увеличение подвижности суспензий происходит при введении СБ-ФФ и СБ-5 в количестве 0,2–0,25%.

Дополнительные исследования показали, что оптимальная концентрация добавок для разных цементов может меняться. Это объясняется различным минералогическим составом цементов, а также величиной удельной поверхности. Тем не менее эффективность полученных добавок незначительно зависит от минералогического состава цемента. С ростом удельной поверхности цемента увеличивается расход добавок, что соответствует традиционным представлениям о механизме действия суперпластификаторов.

Прочность цементного камня при сжатии определяли в соответствии с ГОСТ 310.4–81 через 7 и 28 сут нормального твердения. Влияние различных концентраций

добавок на прочность цементного камня показано на рис. 3.

В результате установили, что добавки на основе оксифенолфурфурольных олигомеров при их содержании 0,1–0,25% массы цемента улучшают прочностные характеристики цементного камня при постоянном водоцементном отношении (В/Ц).

При уменьшении воды затверения наблюдается значительный прирост прочности цементного камня в возрасте как 7 сут, так и 28 сут.

Полученные результаты на цементных суспензиях были применены при производстве бетонных смесей и бетонов.

Исследовано влияние добавок на равноподвижные бетонные смеси и бетоны из разных видов и с разным содержанием цемента, с разным видом и расходом заполнителя. Влияние добавок оценивали в соответствии с ГОСТ 10181.1–2000 и ГОСТ 10180–90. Результаты испытаний представлены на рис. 4, 5.

Исследования показали, что при введении СБ-ФФ и СБ-5 в бетонную смесь в количестве 0,15–0,2% наблюдается увеличение прочности бетона после ТВО и в возрасте 28 сут.

Повышение прочности бетонов с добавками при постоянном значении В/Ц можно объяснить пептизирующим действием добавок, в результате чего образуется более плотная, мелкокристаллическая структура цементного камня.

С увеличением удельной поверхности цемента оптимальная концентрация добавки возрастает, что обусловлено увеличением адсорбции добавки на поверхности частиц твердой фазы.

В соответствии с ГОСТ 2411–80 суперпластификаторы должны увеличивать осадку конуса бетонной смеси с 2–4 см до 20 см без снижения прочности бетонов. Проведенные исследования показывают, что добавки СБ-ФФ и СБ-5 относятся к классу суперпластификаторов.

Пластифицирующий эффект разработанных добавок использовали для снижения воды затверения при получении равноподвижных бетонных смесей и высокопрочных бетонов (рис. 5, кривые 2, 4).

Максимальный прирост прочности бетонов с добавками, полученных при снижении воды затверения, значительно больше и находится в области существенно больших значений содержания добавок.

Таким образом, синтезированный ряд модифицирующих добавок на основе оксифенолфурфурольных олигомеров, обладающих более высокой разжижающей способностью по сравнению с оксифенолформальдегидными олигомерами. Исследования показали, что увеличение оксигрупп в молекулах олигомеров приводит к улучшению пластифицирующей активности добавок. В соответствии с ГОСТ 2411–80 оксифенолфурфурольные добавки относятся к классу суперпластификаторов и могут быть использованы для пластификации цементных смесей, для получения подвижных бетонных смесей и в производстве высокопрочных бетонных изделий.

Список литературы

1. Батраков В.Г. Модифицированные бетоны. М.: Стройиздат, 1990. 400 с.
2. Василик П.Г. Новые диспергаторы (дефлокулянты) для производства огнеупорных бетонов // Производство и оборудование. 2003. № 8. С. 28–30.
3. Савицкая Т. А. и др. Влияние водорастворимых полимеров на устойчивость и реологические свойства суспензий волоконистого активированного угля // Коллоидный журнал. 2006. Т. 68. № 1. С. 93–99.
4. Латыпова М.М. и др. Получение пластификаторов из отходов химического производства // Экология и промышленность России. 2000. № 1. С. 16–17.

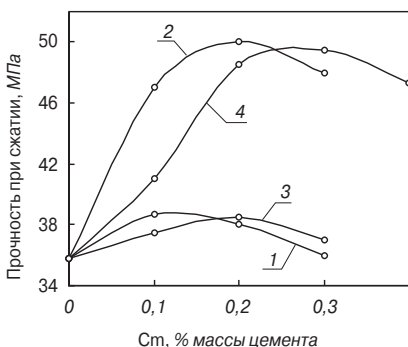


Рис. 5. Зависимость прочности бетона от концентрации добавок: 1 – СБ-ФФ, постоянное В/Ц; 2 – СБ-ФФ, равноподвижная смесь; 3 – СБ-5, постоянное В/Ц; 4 – СБ-5, равноподвижная смесь

А.А. БАБИН, А.М. КОСУХИН, инженеры, М.М. КОСУХИН, канд. техн. наук, Н.А. ШАПОВАЛОВ, д-р техн. наук, Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

Суперпластификатор для бетонов на основе легкой пиролизной смолы

В настоящее время широкое применение при производстве бетона и железобетона нашли эффективные пластифицирующие добавки, позволяющие значительно увеличить производительность, улучшить условия труда, а также повысить качество бетона, его прочность и долговечность.

Практически все известные добавки пластифицирующего действия получены на основе ароматических соединений. При этом наиболее эффективные – суперпластификаторы выпускаются на основе чистых веществ, имеют высокую стоимость, что сдерживает их применение в строительной индустрии.

В связи с этим актуальным является поиск новых эффективных и дешевых пластифицирующих добавок, и в первую очередь на основе отходов производства, что позволяет решать и экологические проблемы.

С этой точки зрения представляется перспективным использовать в качестве сырья отход производства углеводородов – легкую пиролизную смолу. Она образуется при пиролизе углеводородов. Смолы в настоящее время не находят широкого применения. Она имеет сложный состав и содержит в основном предельные соединения – алкилбензолы, α -метилстирол, индены, нафталин и др. Анализ литературы показал, что в данной смеси возможно образование олигомерных соединений за счет полимеризации.

В лабораторных условиях был получен суперпластификатор на основе легкой пиролизной смолы. Его получали при сульфировании легкой пиролизной смолы, что обеспечило введение гидрофильных групп и образование олигомерных соединений.

Синтез проводили при температуре 120–130°C в течение одного часа. Для отгонки воды, образующейся при сульфировании, применяли вакуумирование с остаточным давлением 0,3–0,4 атм. Продукт реакции разбавляли водой и нейтрализовали щелочью.

Было изучено влияние полученной пластифицирующей добавки на свойства цементных суспензий, бетонных смесей и бетонов на основе белгородского портландцемента. Начальная осадка конуса составляла 4 см, водоцементное отношение (В/Ц) в каждой серии поддерживали постоянным. Результаты испытаний представлены на рисунке.

Как видно из рисунка, при увеличении дозировки добавки подвижность бетонной смеси увеличивается. При этом зависимость подвижности бетонной смеси от дозировки добавки имеет S-образный характер и не зависит от состава бетонной смеси. Добавка позволяет

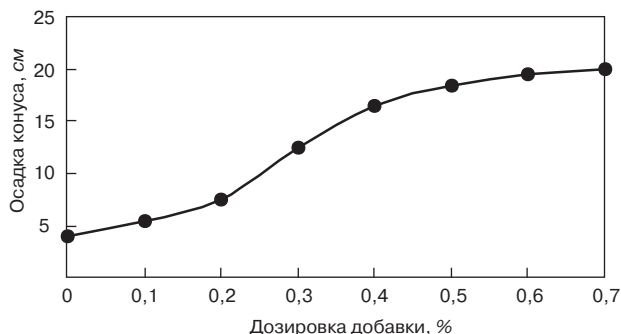
пластифицировать бетонную смесь от жесткой до литой консистенции без снижения прочности бетона.

Сильное разжижающее действие пластификатора было использовано для сокращения водоцементного соотношения на 20–25% при получении бетонных смесей одинаковой подвижности. Снижение водопотребности приводит к повышению прочности бетона на 10–15 МПа. В таблице представлены свойства бетонных смесей и бетонов с суперпластификатором на основе легкой пиролизной смолы (СБ-7).

Было изучено влияние пластификатора на кинетику твердения, сроки схватывания, состав жидкой фазы, тепловыделение, поровую структуру, морозостойкость. Показано, что при введении добавки в начальный (1–3 сут) период твердения наблюдается некоторое замедление гидратации цемента, которое компенсируется в последующем, при этом сроки схватывания изменяются незначительно. Добавка улучшает поровую структуру цементного камня, уменьшая размер пор и увеличивая долю закрытой пористости. Это приводит, особенно при сокращении водоцементного отношения, к значительному увеличению морозостойкости бетона со 100 до 300–500 циклов.

Пластификатор в отличие от исходного сырья является малотоксичным веществом.

Таким образом, результаты проведенных исследований позволяют сделать вывод, что полученная добавка относится к классу высокоэффективных суперпластификаторов, применение ее позволяет получать бетоны улучшенного качества, расширить сырьевую базу для производства суперпластификаторов и решать экологические проблемы утилизации отходов производства.



Влияние дозировки добавки на подвижность бетонной смеси при расходе цемента 400 кг/м³; В/Ц = 0,46

Расход материалов, кг/м ³			Количество СБ-7, % массы цемента	В/Ц	Осадка конуса, см	Прочность при сжатии, МПа
Цемент	Песок	Щебень				
400	560	1330	–	0,46	4	32,5
400	560	1330	0,7	0,46	21	35,2
400	560	1330	0,7	0,37	3	44
320	640	1330	0,7	0,38	3	33,4

УДК 666.965.3

В.И. КАЛАШНИКОВ, д-р техн. наук, М.Н. МОРОЗ, В.А. ХУДЯКОВ, кандидаты техн. наук, Пензенский государственный университет архитектуры и строительства

Нанотехнология гидрофобизации минеральных порошков стеаратами металлов

При производстве строительных материалов важно получить материалы с минимальным водопоглощением, так как именно водопоглощение материала во многом определяет ряд физико-технических показателей, таких как морозостойкость, трещиностойкость, коррозионная стойкость и т. д. Все эти показатели по совокупности определяют долговечность материалов.

В последние годы получает развитие порошковая гидрофобизация материалов гидратационного твердения. Частицы порошкообразных металлоорганических соединений дискретно распределяются в объеме материала, и эффективность гидрофобизации зависит от дисперсности и дозы порошка [1, 2]. Увеличение дозы стеаратов кальция, цинка, магния и др. металлов приводит к удорожанию гидрофобизации. В рекламных проспектах фирм — изготовителей порошков диапазон размеров частиц варьируется от 6 до 20 мкм, а уменьшение его считается малоэффективным для увеличения степени гидрофобизации.

Частицы порошкообразных стеаратов металлов сильно агрегированы. Размеры агрегатов стеарата металлов, не разрушающиеся при малоинтенсивных способах перемешивания их с вяжущим, имеют максимальный размер 100–150 мкм (рис. 1).

При достаточно хорошем перемешивании в мельнице порошкообразных стеаратов с минеральными порошками с малым количеством шаров крупные агрегаты разрушаются, и частицы гидрофобизатора распределяются более равномерно по объему, чем при простом смешивании в лопастной мешалке. При гидрофобизации вяжущих грубыми порошками стеаратов неоднородное распределение их на поверхности пор материала определяет различное смачивание гидрофобно-гидрофильных капилляров. В соответствии с выявленными теоретическими основами смачивания гидрофобно-гидрофильных капилляров уровень жидкости в капиллярах будет зависеть от соотношения площадей гидрофобной и гидрофильной частей или углов смачивания их жидкостью [3].

Была выявлена топология расположения частиц порошкового гидрофобизатора в смеси с минерально-

шлаковым вяжущим при условии размещения индивидуальных частиц с различным средним размером. Для определения среднего расстояния между частицами включений в матрице использовали формулу, полученную ранее [4, 5].

Расстояние A между геометрическими центрами частиц стеарата в простой кубической упаковке:

$$A = 0,806 \cdot d_{cm} \cdot \sqrt[3]{1/V_{cm}}, \quad (1)$$

где d_{cm} — средний диаметр частиц стеарата металла, мкм; V_{cm} — объемное содержание стеарата, доли единицы.

Расстояние X между поверхностью частиц порошкового гидрофобизатора будет равно:

$$X = A - d_{cm}. \quad (2)$$

Графическая зависимость средних расстояний X от диаметра частиц стеарата цинка в карбонатно-шлаковом вяжущем при различных дозах добавки представлена на рис. 2.

Зависимость расстояния между поверхностями частиц стеарата цинка от их диаметра и массовой дозировки является линейной.

При среднем размере частиц шлака 7–8 мкм и при высокой дозе стеарата цинка 3–10% массы шлака поверхность его частиц не перекрывается гидрофобными частицами стеарата диаметром 2 мкм. Очевидно, что полную гидрофобность лиофильного по природе минерального порошка следует ожидать, когда поверхность каждой частицы вяжущего полностью перекроется супертонкими частицами стеарата.

Расчеты показывают, что при среднем размере частиц гидрофобизатора 0,051 мкм все частицы шлака диаметром 7 мкм могут быть перекрыты одномерным слоем стеарата. Для полной гидрофобизации порошка достаточно 50% перекрытия его поверхности гидрофобными и мозаично расположенными наноразмерными частицами стеарата.

Таким образом, при низкой дозе стеарата цинка, не превышающей 1,5–2 мас. %, необходимы частицы с наноразмерным уровнем.

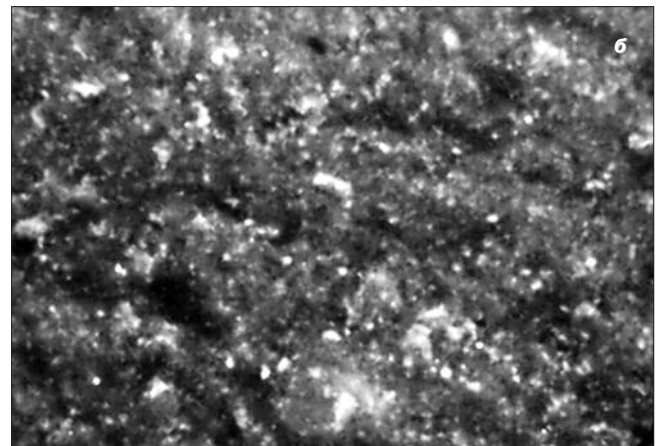
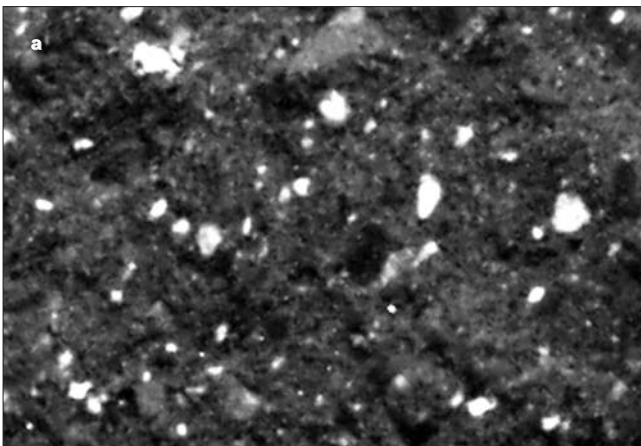


Рис. 1. Микрофотографии распределения частичек стеарата цинка в затвердевшем минерально-шлаковом вяжущем ($\times 60$): а — при малоинтенсивном смешивании товарного стеарата со шлаком; б — при кратковременном доизмельчении стеарата со шлаком

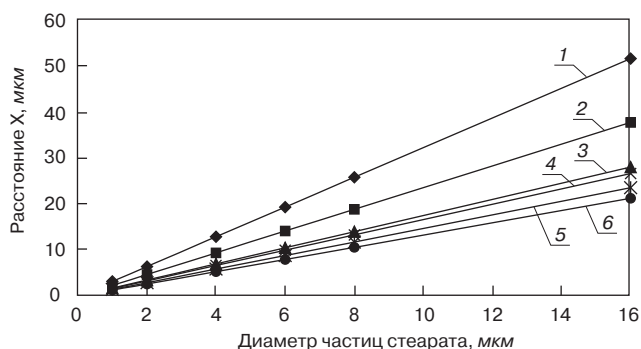


Рис. 2. Зависимость расстояния X от диаметра частиц стеарата при различных его дозах, мас. %: 1 – 0,5; 2 – 1; 3 – 1,5; 4 – 2; 5 – 2,5; 6 – 3

Предложен экономичный способ получения наночастиц, заключающийся в переизмельчении товарного порошкообразного стеарата металла с размерами частиц 8–16 мкм твердыми (более 4 по шкале Мооса) минеральными породами при совместном помоле. При этом предполагали, что переизмельчение гидрофобного порошка стеарата цинка абразивными или более твердыми частицами минерального компонента приведет к более сильному, супертонкому переизмельчению гидрофобизатора и покрытию поверхности минеральных частиц тончайшими частицами стеарата цинка.

Стеараты металлов измельчали в шаровой мельнице в течение 3 ч с одним из компонентов минерально-шлакового вяжущего, в частности со шлаком с последующим смешиванием его с другим компонентом — доломитом. Использовали совместный помол липецкого гранулированного доменного шлака с зернистым доломитом и стеаратом цинка.

Электронно-микроскопический анализ показал, что при совместном помоле со шлаком получается высокодисперсный порошкообразный гидрофобизатор с размерами частиц 50–100 нм, закрепленный на частицах шлака.

Для оценки степени гидрофобности совместно измельченные абсолютно сухие порошки вяжущего и стеарата цинка (в количестве 1,5 и 2,5%) уплотняли вручную в пресс-форме с лункообразователем и точно взвешивали. На поверхность пластинчатых образцов в углубления помещали 20–25 капель воды, и проба повторно взвешивалась. Образец на стекле герметично закрывали колпаком для предотвращения испарения.



Рис. 4. Образование конденсата вокруг капель на гидрофобизированной минерально-шлаковой поверхности

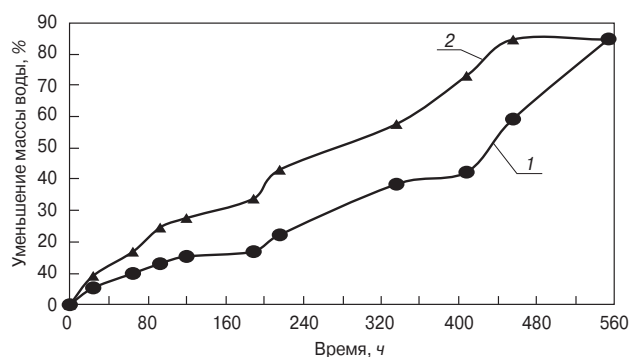


Рис. 3. Потеря массы капель во времени с поверхности гидрофобного порошка при периодических процедурах взвешивания: 1 – 2,5%; 2 – 1,25% стеарата цинка

Было установлено, что капли при продолжительном контактировании со шлаком не впитывались, а потеря массы капель происходила в основном за счет испарения воды в окружающее пространство под колпаком из-за уменьшения относительной влажности воздуха при частых взвешиваниях проб (рис. 3).

После исчезновения капель через 560 ч выдерживания последним взвешиванием установлено, что лишь 1,5–2% воды было поглощено шлаком при сорбции паров воды. При хранении капель на уплотненной поверхности порошков интенсивно протекала переконденсация воды из исходных крупных капель в мелкие (рис. 4).

Таким образом, установлено, что небольшие дозы стеарата цинка, измельченные до наночастиц, превратили гидрофильный шлак в полностью гидрофобный. Это определяет высокую эффективность гидрофобизации лиофильных порошков минеральных пород методом совместного помола компонентов. Метод может быть использован в практике изготовления легких гидрофобных порошков для теплоизоляционных засыпок.

При проведении экспериментов было установлено новое явление, связанное с деформацией капель, находящихся на поверхности рыхлых гидрофобизированных минеральных порошков с преобразованием формы капель из почти сферической в сильно деформированную.

Формоизменение протекало одновременно с миграцией тонкодисперсных частиц из рыхлого гидрофобного порошка на сферическую поверхность капли воды. Этот процесс также протекает, когда небольшая часть поверхности порошка остается рыхлой (рис. 5).



Рис. 5. Деформированная капля воды на поверхности шлакового порошка, гидрофобизированного стеаратом цинка (×7)

Состав	Доза стеарата цинка, %	Прочность при осевом сжатии, МПа, в возрасте, сут			Плотность, г/см ³		Водопоглощение, мас. %, через 100 сут
		2	19	38	в воздушно-влажном состоянии	в сухом состоянии	
1	–	37,71	43,6	76,4	2,09	1,97	9,5
2	1,5	14,88	24,2	35,6	1,96	1,82	8
3	2 состав + ААСН (0,05%)	35,2	41,6	69,4	2,07	1,93	4,7

Выявлены причины самопроизвольного деформирования капель с образованием радиальных гофр, расходящихся из центра к периферии.

Аномалия заключалась не только в том, что гидрофобный порошок перекрывал поверхность капли воды, мигрируя от основания сферы. При миграции реализовывалась работа адгезии гидрофобного порошка к воде, хотя она очень мала и не превышала 21–36 мДж/м² для тел с поверхностной энергией на границе раздела твердое тело–газ $\sigma_{Т-Г}=20$ и 40 мДж/м² и краевым углом смачивания $\theta = 120–135^\circ$. Самопроизвольное увеличение поверхности при изменении шарообразной формы капли оказалось недостаточным, и дополнительное увеличение ее реализовалось за счет образования радиальных гофр, расходящихся из центра капли на периферию.

Такое увеличение поверхности с превращением сферической капли в деформированную и гофрированную фигуру компенсируется уменьшением ее поверхностного натяжения на границе с воздухом за счет наличия на поверхности переходного слоя, для которого поверхностная энергия на границе с воздухом ниже, чем поверхностная энергия воды на границе с воздухом ($\sigma_{Т-Г} < \sigma_{Ж-Г}$). Поскольку поверхностная энергия воды на границе с воздухом $\sigma_{Ж-Г}$ больше, чем поверхностная энергия стеарата цинка на границе с воздухом $\sigma_{Т-Г}$, по закону термодинамики общая энергия капли должна сохраняться. Тогда можно записать:

$$\sigma_{Ж-Г} \cdot S_1 = \sigma_{Т-Г} \cdot S_2, \quad (3)$$

где S_1 – исходная поверхность капли; S_2 – увеличившаяся поверхность капли.

Таким образом, существование твердой стабильной гофрированной поверхности обеспечивается при сохранении условия:

$$\frac{S_1}{S_2} = \frac{\sigma_{Т-Г}}{\sigma_{Ж-Г}}. \quad (4)$$

При этом на поверхности капли граница раздела фаз жидкость–газ замещается границей раздела твердое тело–газ за счет экранирования поверхности капли воды стеаратом металла.

Практический интерес представляет выявление водопоглощения затвердевшего камня, изготовленного из гидрофобизированного вяжущего. Для оценки кинетики твердения гидрофобизированных вяжущих и их водопоглощения были изготовлены образцы нескольких составов: 1 – контрольный состав из карбонатно-шлакового вяжущего, полученный из смеси молотых шлака и известняка; 2 – состав приготавливался путем совместного измельчения в мельнице известняка, шлака и стеарата цинка в количестве 1,5% массы вяжущего. Все составы затворяли 3% раствором гидроксида натрия. Образцы формовали прессованием при давлении 25 МПа и влажности смеси 14%.

В ходе приготовления смеси было замечено, что при затворении высокогидрофобного порошка вяжущего водой значительно затрудняется перемешивание и требуются значительные затраты времени на его равномерное увлажнение. Это ограничивает использование

данного метода в производстве. Для улучшения смачивающей способности гидрофобного порошка был изготовлен 3-й состав: в состав 2 был введен алкиларилсульфонат натрия (ААСН) в количестве 0,05% массы вяжущего. Время перемешивания этого состава с водой уменьшилось до 5 мин по сравнению с составом 2 (45 мин).

Физико-технические свойства гидрофобизированных составов приведены в таблице.

Плотность образцов состава 2 значительно уступает другим составам. Несмотря на длительное перемешивание вяжущего состава 2, полного смачивания частиц гидрофобного вяжущего не было достигнуто. Образцы получились недоуплотненными.

Стеараты металлов значительно уменьшают рост прочности при сжатии в начальные сроки твердения карбонатно-шлакового вяжущего по сравнению с контрольными составами. Сильное замедление набора прочности при сжатии гидрофобизированных образцов объясняется появлением экранирующей гидрофобной пленки в виде тонких наночастиц стеарата, которые сильно блокируют поверхностную гидратацию шлаковых частиц и тем самым замедляют набор прочности как в первые, так и в последующие сутки твердения. В местах, более доступных для гидратации, образующиеся гелевые пленки, увеличиваясь в объеме, раздвигают гидрофобные частицы и усиливают диффузию воды к негидратированным поверхностям.

Образцы из вяжущего, лиофилизованного добавкой ААСН, мало уступают по плотности и прочности контрольному составу и являются гидрофобными.

Таким образом, методом совместного измельчения твердой зернистой минеральной породы, шлака порошка стеарата металла получены высокогидрофобные минеральношлаковые композиционные материалы.

Список литературы

1. *Калашиков В.И. и др.* Органические гидрофобизаторы в минерально-шлаковых композиционных материалах из горных пород // Строит. материалы. 2005. № 4. С. 26–29.
2. *Калашиков В.И. и др.* Металлоорганические гидрофобизаторы для минерально-шлаковых вяжущих // Строит. материалы. 2006. №10. С. 38–39.
3. *Калашиков В.И., Мороз М.Н.* Теоретические основы смачиваемости мозаичных гидрофобно-гидрофильных поверхностей // Строит. материалы. 2008. № 1. С. 47–49.
4. *Калашиков В.И., Калашиков С.В.* К теории твердения композиционных цементных вяжущих // Материалы международной научно-технической конференции «Актуальные вопросы строительства». Саранск: Изд. Мордовского гос. университета, 2004. Т. 3. С. 119–123.
5. *Калашиков С.В., Шуберт Ю.* Топология смешанных вяжущих с наполнителями и механизм их твердения: Сб. статей международной научн.-техн. конференции «Новые энерго- и ресурсосберегающие наукоемкие технологии в производстве строительных материалов». Пенза: ПДНТП, 2005. С. 208–214.

И.А. ВОЙЛОКОВ, инженер, Санкт-Петербургский государственный политехнический университет

Повышение качества и долговечности эксплуатации покрытий промышленных полов

В настоящее время приоритетным направлением в промышленном строительстве является возведение различных терминалов и складов, которые занимают большие площади и требуют надежной эксплуатации при возрастающих нагрузках на покрытия.

Применение дисперсного армирования позволяет получать и надежные конструкции покрытий.

Разработанная экспериментальная модель конструкции покрытия со слоем износа из сталефибробетона и технология бетонирования позволили добиться высоких прочностных характеристик как для статической, так и для динамической нагрузки, отвечающих современным повышенным требованиям и обеспечивающих долговечность работы покрытий промышленных полов.

Конструкция пола представляет собой двухслойную плиту с верхним слоем из сталефибробетона и нижним из обычного тяжелого бетона или железобетона.

Целесообразность применения сталефибробетона определяется экономией арматуры и бетона. Экономический эффект также достигается за счет других свойств — повышения трещиностойкости, ударостойкости, прочности, что в конечном итоге приводит к увеличению срока службы конструкции. Это в значительной степени окупит расход самого металла.

Работа многослойных покрытий при действии эксплуатационной нагрузки описывается математической моделью, представляющей двухслойную плиту на упругом основании, в которой слои специального назначения представлены классическими пластинами Кирхгова—Лява.

Работы, посвященные практическому применению сталефибробетона и технологическим параметрам смесей, убедительно показывают положительные качества сталефибробетона, но не дают необходимых рекомендаций для выбора технологических параметров приготовления и укладки сталефибробетонной смеси, особенно для устройства слоя износа.

В настоящее время общепризнано, что несмотря на технические и экономические преимущества бетона, а также инновации и научный прогресс в изучении микроструктуры бетона, разрушение бетона стало основной глобальной проблемой. Его недостаточная долговечность повсеместно является предметом постоянных исследований.

Анализ причин разрушения покрытий показал недостаточную прочность несущего слоя при растяжении при изгибе и недолговечность материала покрытия. Большинство покрытий не выдерживает нормативного срока эксплуатации: на них возникают трещины, выбоины, колея, выкрашивание и другие дефекты. Эксплуатировать такие покрытия становится небезопасно.

На первый план выходит обеспечение производства высокопрочных покрытий для промышленных полов при значительном периоде их эксплуатации. Одним из способов решения задачи является устройство слоя износа из сталефибробетона и отработка технологии

возведения покрытий в целом. Применение такой технологии позволит привести двустадийное производство к одностадийному и сократить расход арматурной стали на 20–80%.

Вместе с тем расширение применения номенклатуры изделий, массовое внедрение сталефибробетона в практику строительства настоятельно требуют осуществлять мониторинг верхнего слоя покрытия и полное взаимодействие слоев покрытия при разработке универсальных технологических решений и проектирования состава сталефибробетона, отличающихся от существующих.

В имеющихся публикациях по теме производства и армирования покрытий промышленных полов используется, как правило, упрощенное описание упрочнения верхнего слоя и отсутствует заключение о работе покрытий в целом, а также прочностные характеристики по ударной прочности и износостойкости.

Теория бетоноведения не дает прямых рекомендаций по технологическим параметрам сталефибробетонной смеси для применения в конструкции покрытий промышленных полов.

Производство покрытий промышленных полов с применением слоя износа из сталефибробетона включает приготовление, транспортирование, укладку и распределение в покрытии бетонной и сталефибробетонной смесей, обработку смеси, уход за уложенным бетоном и выдерживание до набора распалубочной прочности. Каждый из указанных технологических процессов имеет свои особенности, которые влияют на качество покрытия.

Сталефибробетонные смеси отличаются от обычных бетонных смесей не только наличием в их составе стальной фибры, но и требуют при приготовлении смесей оценки следующих критериев:

- количество стальной фибры;
- сцепление и анкеровка стальной фибры с бетоном;
- равномерное распределение стальной фибры по всему объему матрицы;
- однородность сталефибробетонной смеси.

Выполнение перечисленных условий приводит к проведению различных по содержанию и сложности технологических мероприятий.

С учетом многообразия факторов, их взаимосвязи и многоплановости влияния на свойства покрытий промышленных полов основное внимание в работе уделяется отработке технологических параметров устройства слоя износа покрытия из сталефибробетона, обеспечивающего высокие физико-механические свойства.

Целью исследования является повышение технического уровня, долговечности и эксплуатационного состояния покрытий промышленных полов путем оптимизации технологических параметров слоя износа из сталефибробетона при сокращении технологических затрат на производство арматурной стали, армокаркасов, доставку металлоконструкций на объекты производства работ и снижение себестоимости продукции.

Таблица 1

Жесткость смеси по ГОСТ 10181.1-81 t_q , с	Марка смеси по удобоукладываемости	Продолжительность виброобработки смеси t , с	Соотношение между продолжительностью виброобработки смеси и ее жесткости t/t_q
литая	П4	–	–
44	Ж4	111	2,52
6	Ж1	15	2,5
37	Ж4	94	2,54
литая	П4	–	–
26	Ж3	66	2,54
5	Ж1	12	2,4
38	Ж4	94	2,47
литая	П4	–	–
42	Ж4	104	2,48
8	Ж1	20	2,5
34	Ж4	86	2,53
28	Ж3	69	2,46
24	Ж3	62	2,58
21	Ж3	53	2,52
20	Ж2	50	2,5
22	Ж3	55	2,5

При проектировании параметры верхнего и нижнего слоев плиты рассчитывают по предельным состояниям первой и второй групп. Параметры верхнего слоя плиты дополнительно рассчитывают по предельным состояниям второй группы. Результатами расчета верхнего слоя плиты является его проектная толщина, прочность при осевом сжатии и растяжении при изгибе при статическом нагружении, истираемость, стоимостные ограничения.

Задача исследования – определение технологических параметров выполнения верхнего слоя плиты (на этапе выбора соотношения компонентов смеси, приготовления смеси, укладки и уплотнения, ухода), обеспечивающих ее проектные характеристики.

Для установления связи между технологическими и проектными конструктивными характеристиками были спланированы и проведены экспериментальные исследования.

Расчетные характеристики сталефибробетона по прочности при бетонной матрице классов В25, В30, В35 взяты из нормативных документов СНИП 52-01–2003 «Бетонные и железобетонные конструкции»; РТМ-17-03–2005 «Руководящие технические материалы по проектированию, изготовлению и применению конструкций на фибре из стальной проволоки»; ВСН 56–97 «Проектирование и основные положения технологии производства фибробетонных конструкций»; ГОСТ 10181–2000 «Смеси бетонные. Методы испытаний».

В экспериментах использовалась стальная фибра прочностью при сжатии $R_{fm}=600$ МПа, диаметром 0,5 мм и длиной 50 мм из малоуглеродистой проволоки (ТУ 14-4-1093–80).

Количество воды затворения, необходимое для сталефибробетонной смеси, выбрано экспериментальным путем при показателе жесткости 5 с (табл. 1). При расходе воды затворения 2,49 кг получили требуемую жесткость сталефибробетонной смеси при $(M_w/M_c)_f=0,498$.

Вязущее (M_c), крупный и мелкий заполнитель (M_s), стальная фибра (M_f) подобраны в соответствии с планом проведения лабораторного эксперимента. С этой целью изначально готовили сталефибробетонную смесь состава $M_c : M_s : M_f = 1 : 2 : 0,01$.

В соответствии с проведенными экспериментами установлено, что наиболее целесообразно использовать смеси с маркой по удобоукладываемости Ж1 (жесткость $t_q=5-10$ с) [1, 2].

При определении режима вибрационной обработки слоев покрытия, степени и продолжительности уплотнения выявлено, что при уплотнении конструкции происходит резкое оседание сталефибробетонной смеси за счет перераспределения фибры. В результате исследований формования образцов экспериментально установлено, что объем неуплотненной слоистой конструкции должен составлять:

$$V_{нк} = 1,5V, \quad (2)$$

где $V_{нк}$ – объем неуплотненной слоистой конструкции, m^3 ; V – объем уплотненной конструкции в целом, m^3 .

При этом применяется поверхностное вибрирование. Использование глубинных вибраторов нарушает расчетные слои конструкции и способствует образованию цементных пробок в теле сталефибробетона, не армированных фиброй.

При использовании виброплощадок с амплитудой колебаний $A=0,3-0,5$ мм, интенсивностью вибрации $I=280-310$ cm^2/c^3 и частотой колебаний $f=50-75$ Гц средняя фактическая степень совместного уплотнения смесей при изготовлении контрольных образцов для исследования физико-механических свойств составила $K_{упл}=0,985$.

Определена продолжительность виброобработки в зависимости от жесткости сталефибробетонной смеси (табл. 1). Существует прямая зависимость продолжительности виброобработки сталефибробетонной смеси от ее жесткости. Соотношение между указанными параметрами находится в пределах $t/t_q=2,5$.

Лабораторные исследования слоя износа на истираемость и определение прочностных характеристик конструкций выполняли в сертифицированных испытательных лабораториях.

Для сокращения объема требуемых испытаний применяли математические методы планирования экспериментов по условиям многофакторного эксперимента (табл. 2).

Образцы изготавливали без фибры, с 1% фибры (40 kg/m^3) и 2% фибры (80 kg/m^3).

Испытания проводили по ГОСТ 10180–90. Измеряли продольные и поперечные деформации при сжатии призм, деформации растяжения восьмерок и деформации растяжения при изгибе. Деформации измеряли с помощью тензодатчиков с базой 100 мм. Нагрузку на образцы передавали ступенями, равными примерно 0,05–1,1 от разрушающей нагрузки.

С увеличением процента армирования модуль упругости фибробетона возрастает незначительно (по сравнению с бетоном). Продольные деформации образцов возрастают существенно, особенно при растяжении и растяжении при изгибе (табл. 3).

По результатам лабораторных экспериментов получены зависимости прочностных характеристик и истираемости от содержания фибры и других компонентов сталефибробетонной смеси. Полученные зависимости позволяют подбирать составы сталефибробетона. Кро-

Таблица 2

Матрица планирования			Прочность при растяжении при изгибе R_{btb} , МПа	Прочность при изгибе R_b , МПа	Истираемость I , г/см ²
X_1 , M_s/M_c	X_2 , M_w/M_c	X_3 , μ_s			
4	0,5	2	5,3	20,4	0,301
2	0,5	1	9,6	34,9	0,062
4	0,3	2	2,4	14,1	0,585
2	0,3	2	8,8	38,9	0,099
4	0,5	0	2,8	15,7	0,209
2	0,5	0	5,2	32,2	0,175
4	0,3	0	1,1	11,2	0,398
2	0,3	0	4,7	42,3	0,157
4	0,4	1	4,4	12,2	0,455
2	0,4	1	9,6	38,8	0,171
3	0,5	1	7,6	27,5	0,148
3	0,3	1	6,2	31,3	0,274
3	0,4	2	10,2	37,8	0,181
3	0,4	0	4,2	31,5	0,174
3	0,4	1	9,1	32,2	0,216
3	0,4	1	8,9	32,1	0,217
3	0,4	1	8,8	32,4	0,216

ме того, необходимо помнить, что модуль упругости сталефибробетона возрастает на 15–17% в зависимости от армирования.

Определение физико-механических свойств образцов покрытий выполнялось в 28-суточном возрасте. Обработка результатов испытаний проводилась на ПК, в результате чего получены уравнения регрессии для расчета физико-механических свойств образцов покрытий: прочность при осевом сжатии, МПа:

$$R_b = 50,12 - 13,71(M_s/M_c) + 14,73(M_w/M_c) - 0,42\mu_f - 0,63(M_s/M_c)^2 - 69,39(M_w/M_c)^2 + 0,078\mu_f^2 + 19,52(M_s/M_c)(M_w/M_c) - 0,11\mu_f(M_s/M_c) - 0,82\mu_f(M_w/M_c);$$

прочность при растяжении при изгибе, МПа:

$$R_{btb} = -16,7 + 0,31(M_s/M_c) + 92,81(M_w/M_c) - 0,087\mu_f - 0,43(M_s/M_c)^2 - 92,86(M_w/M_c)^2 + 0,0057\mu_f^2 + 2,41(M_s/M_c)(M_w/M_c) - 0,006\mu_f(M_s/M_c) - 0,23\mu_f(M_w/M_c);$$

истираемость, г/см²:

$$I = -0,02 + 0,002(M_s/M_c) + 0,51(M_w/M_c) + 0,014\mu_f + 0,031(M_s/M_c)^2 - 0,54(M_w/M_c)^2 - 0,0006\mu_f^2 - 0,17(M_s/M_c)(M_w/M_c) + 0,0027\mu_f(M_s/M_c) - 0,008\mu_f(M_w/M_c).$$

Средние коэффициенты вариации результатов лабораторных испытаний и рассчитанных по уравнениям регрессии, соответственно составляют 5,2; 10,9 и 7,2%.

Таблица 3

Армирование, %	Прочность образцов при различных видах испытаний		
	Кубиковая прочность R_k , МПа	Призменная прочность R_k , МПа	Прочность при растяжении при изгибе R_k , МПа
0	40,1	34,9	3,21
1	50,1	40,2	6,75
2	55,3	43,8	8,65

Таблица 4

Наименование операций технологического процесса	Продолжительность операции, час	
	по традиционному способу	по предлагаемой технологии
Установка арматурных каркасов	2,52	–
Выгрузка бетонной и сталефибробетонной смесей	2,64	2,64
Разравнивание бетонной и сталефибробетонной смесей	–	8,2
Уплотнение бетонной смеси, $t_q = 20$ с	6,76	–
Уплотнение бетонной смеси, $t_q = 20$ с и сталефибробетонной смеси, $t_q = 15$ с, одновременно	–	5,51
Заглаживание открытой поверхности покрытия	4,42	4,86
Общий цикл формования	21,96	19,41

На основании проведенных исследований установлены нижний и верхний пределы содержания фибры, $0,5\% \leq \mu_f \leq 2\%$. Наибольшее увеличение физико-механических свойств покрытий достигается при содержании фибры $\mu_f = 1\%$.

По результатам исследования прочности при растяжении при изгибе установлено, что для покрытий со слоем износа нагрузка в момент образования трещин в 1,5–1,8 раза превосходит нагрузку, соответствующую пределу прочности при растяжении неармированного бетона. При увеличении количества фибр на единицу площади расчетного сечения их сцепление возрастает, что и повышает трещиностойкость бетона.

Внешний осмотр взятых проб показал высокую однородность стальной смеси.

Определение фактического содержания стальной фибры производилось путем размыва отобранных проб, их рассеивания, взвешивания и измерения геометрических размеров.

Результаты пробных замесов показали высокую однородность сталефибробетонной смеси, а средняя длина стальной фибры в смеси $l_f = 54,2$ мм обеспечивает армирующий эффект.

Назначение среднего уровня прочности сталефибробетона было принято в соответствии с требованиями ГОСТ 18105.1–80 с учетом коэффициента вариации. Расчет исходных ресурсов материалов для опытных замесов и их корректировку осуществляли в соответствии с общими принципами подбора состава бетона.

Качественное получение фиброармированной бетонной смеси достигнуто при условии обеспечения равномерной и постепенной подачи фибры в бетоно-

Таблица 5

Вид испытания	Требования ГОСТ 26633-85	Технология устройства	
		без слоя износа	предлагаемая
Прочность при растяжении при изгибе R_{btb} , МПа	4	4	6,39
Прочность при осевом сжатию R_b , МПа	29	30	36,3
Морозостойкость F, циклов	200	200	280
Истираемость И, г/см ²	1,1	0,537	0,358

смеситель и во время перемешивания компонентов сталефибробетонной смеси в течение первых 2 мин после подачи фибры. Увеличение времени перемешивания сверх оптимального отрицательно влияет на свойства сталефибробетона.

Практика устройства покрытий на объектах позволила определить, что в технологии производства слоистых покрытий наиболее важной задачей является достижение максимальной плотности укладки слоев и их прочное сцепление. Для этого твердые составляющие заполнителей и стальной фибры в смеси должны быть без нарушения однородности смеси по объему конструкции, соответственно длительное уплотнение приводит к нарушению однородности смеси.

Проверка технологии производства и реконструкции промышленных полов с применением слоя износа из сталефибробетона в производственных условиях проводилась на различных объектах:

- при замене покрытия площадью 2300 м² в цехах по производству экструдированного пенополистирола ПО «ПЕНОПЛЭКС» в г. Кириши;

- при устройстве покрытия пола в цехах тяжелых грузовиков завода «Яровит моторс» площадью 7000 м² в Санкт-Петербурге;

- при производстве покрытий полов производственных цехов площадью 6570 м² на ООО «Сасовский завод дорожных машин»;

- при устройстве фибробетонных полов с упрочненным верхним слоем площадью 11124 м² в офисно-складском комплексе «ДИКСИ» в Санкт-Петербурге.

Общая толщина покрытия составляла 200–220 мм, в том числе слой износа 40–50 мм. Состав сталефибробетона: цемент ПЦ400Д0 – 450 кг; песок с $M_{кр}=2,7$ – 680 кг; щебень фракций до 10 мм – 1157 кг; фибра стальная, процент армирования 1% (40 кг/м³ бетона); пластификатор – 1,72 кг (0,4% массы цемента).

На всех объектах производственной проверки предлагаемой конструкции и технологии для устройства слоев износа из сталефибробетона применяли разработанный способ укладки:

- приготовление сталефибробетонной и бетонной смесей;

- транспортирование сталефибробетонной и бетонной смесей на место устройства покрытия;

- установка направляющих на всю высоту бетонирования конструкции покрытия;

- послойная укладка соответственно бетонной и сталефибробетонной смесей по высоте уплотненных слоев;

- одновременное уплотнение всех слоев покрытия;

- отделка поверхности покрытия шлифовальными машинами и уход за бетоном путем обработки поверхности отвердителем составом;

- нарезка деформационных швов.

В качестве направляющих применялась стандартная опалубка высотой 240 мм. Распределение и разравнивание смесей осуществляли вручную. Уплотнение покрытия производили виброрейкой (амплитуда колебаний 0,5 мм, частота 50 Гц, длина 4,2 м), все слои уплотняли одновременно. Уплотненное покрытие покрывали составом, образующим защитную пленку на всей поверхности.

При устройстве покрытий изготавливали контрольные образцы, которые выдерживали в условиях строительства. Результаты испытаний контрольных образцов в 28 сут возрасте в полной мере соответствуют результатам лабораторных исследований. Продолжительность виброуплотнения t слоев покрытий составила $t=2,5kt_q$ с, где k – коэффициент отклонения паспортных характеристик виброоборудования от фактических в производственных условиях

$$k=\sqrt{I_{ст}/I_{ф}},$$

где $I_{ст}$ – интенсивность уплотнения виброоборудования согласно паспортным техническим характеристикам, см²/с³; $I_{ф}$ – интенсивность уплотнения виброоборудования в производственных условиях, см²/с³.

Общий цикл формования и трудоемкость сокращаются соответственно на 14,7 и 15,1% (табл. 4).

В течение года эксплуатации покрытий отрыва слоев и образования трещин не наблюдалось. Были выбраны образцы-керна бетона для определения фактической толщины покрытия, прочности при осевом сжатии и растяжении при изгибе и однородности бетона.

Установлено, что покрытия, выполненные по разработанной технологии, превышают нормативные прочностные характеристики (табл. 5).

Кроме того, за счет равномерного распределения и общего уплотнения слоя износа технология обеспечивает повышение долговечности в 2 и более раз в сравнении с существующими способами возведения покрытий.

Очень важно с экономической точки зрения, что реализация технологии производства покрытий со слоем износа из сталефибробетона обеспечивается без перестройки производственных структур строительных организаций и требует лишь установки на бетономесительных узлах дополнительного весового дозатора для стальной фибры и сооружения для ее хранения.

Разработанная конструкция покрытия по предлагаемой технологии позволила:

- снизить энергозатраты производства на 10–12% за счет экономии арматурной стали;

- сократить общий цикл производства покрытий до 10–15%;

- уменьшить приведенные затраты на производство покрытий на 20–30%;

- исключить вредные выбросы продуктов электросварочных работ в атмосферный воздух.

Применение технологии производства промышленных полов со слоем износа из сталефибробетона позволило обеспечить повышение физико-механических свойств покрытий по сравнению с традиционными способами, а именно прочность при растяжении при изгибе в 1,5 раза, истираемость покрытий в 1,2 раза. Высокие физико-механические свойства слоя износа обеспечивают значительный период эксплуатации и повышают долговечность покрытий.

Список литературы

1. РТМ-17-03–2005. Руководящие технические материалы по проектированию, изготовлению и применению конструкций на фибре из стальной проволоки. М.: ФГУП НИЦ Строительство НИИЖБ, 2005.
2. Рабинович Ф.Н. Дисперсно-армированные бетоны. М.: Стройиздат, 1989. 176 с.



Валерий Петрович ПЕТРОВ (1908 – 1993)

Валерий Петрович Петров родился 19 июня 1908 г. в г. Ковно (Латвия) в семье войскового инженера. Вскоре семья переехала в Тбилиси, и этот город практически стал второй родиной В.П. Петрова. Здесь в 1925 г. он окончил Единую трудовую школу и в том же году поступил в Тбилисский политехнический институт. Через два года он перевелся в Ленинградский государственный университет, который окончил в 1930 г. по специальности минералогия.

По направлению Наркомпроса В.П. Петров работал в Геологическом музее Академии наук СССР научным сотрудником. В 30-е гг. XX в. на базе реорганизованного музея возникло несколько институтов, в том числе ПЕТРИН, который переезжает в Москву. Вместе с инс-



Настоящий геолог ничего не боится

титутом переезжает в Москву младший научный сотрудник В.П. Петров. В 1935 г. он назначается заведующим оптической лабораторией, а в 1936 г. Президиум АН СССР без защиты диссертации присудил В.П. Петрову степень кандидата геолого-минералогических наук. С 1935 по 1941 г. Валерий Петрович исполняет обязанности доцента заочного отделения Института цветных металлов и золота им. М.И.Калинина по кафедре минералогии и петрографии.

В период с 1925 по 1941 гг. Валерий Петрович непосредственно сотрудничал с такими выдающимися геологами, как Ф.Ю. Левинсон-Лесинг, Д.С. Белянкин, А.А. Флоренский, Б.В. Залесский. Он исходил пешком и извездил верхом многие труднодоступные районы Кавказа и Закавказья, стал подлинным знатоком геологии Кавказа, так что написанные им в эти годы региональные сводки, в том числе наиболее крупная «Петрография Грузии» (совместно с Д.С. Белянкиным), до сих пор не утратили своего значения.

В годы Великой Отечественной войны В.П. Петров стал одним из главных организаторов разведки и разработки новой сырьевой базы огнеупорной промышленности на Урале. Это послужило началом нового направления его исследований – древней коры выветривания и связанных с ней неметаллических полезных ископаемых. В.П. Петровым выдвинут ряд оригинальных положений, в том числе общая концепция о глобальных эпохах мощного выветривания в периоды планетарного тектонического покоя и представление о древней коре выветривания как ископаемой почве, реакционной пленке между био- и литосферой.

Впервые изложенная в докторской диссертации в 1948 г., эта концепция развита и дополнена Б.П. Петровым в десятках работ, в том числе в широко известной монографии «Основы учения о древней коре выветривания» (1967 г.).

В послевоенные годы с 1949 г. и до конца своей жизни В.П. Петров заведовал отделом неметаллических полезных ископаемых ИГЕМ АН СССР. В деятельности этого научного коллектива, как и его руководителя, неизменно органически сочетались теоретические и прикладные аспекты. Лично Валерий Петрович был инициатором создания перлитовой промышленности, выступив в 1955 г. в печати с широким прогнозом перлитонности вулканических провинций СССР. Все дальнейшее бурное развитие перлитовой промышленности, сооружение десятков заводов и выход СССР на мировую арену в качестве экспортера перлита целиком определились первоначальным прогнозом В.П. Петрова. Лично Валерию Петровичу принадлежит инициатива внедрения высо-

коглиноземистых огнеупоров. Совместно со своими сотрудниками и учениками В.П. Петров участвовал во внедрении в народное хозяйство безжелезистых гранитов, щелочных каолинов и фарфорового камня как новых видов керамического сырья, порошковых талькистов коры выветривания, брусита, волластонита, мелкочешуйчатой слюды и др.

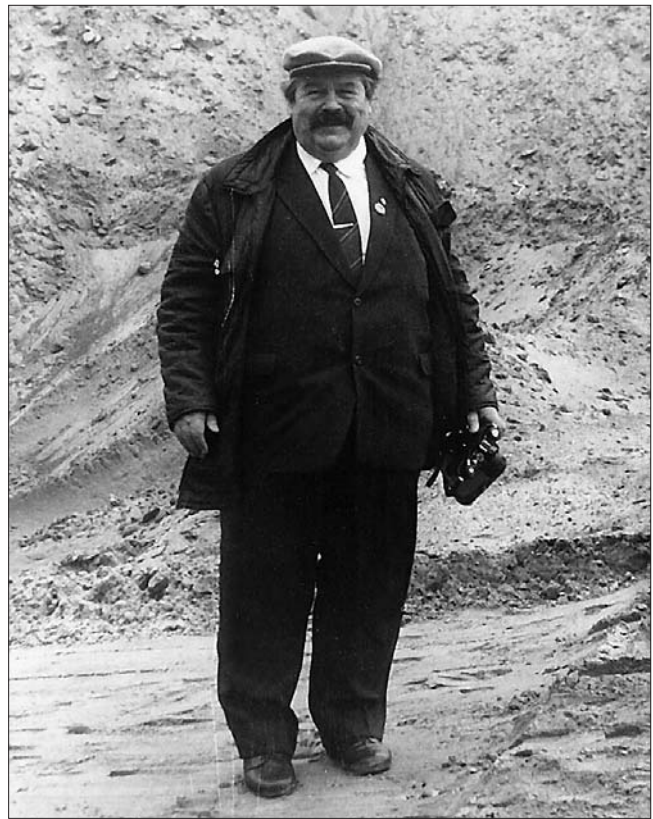
Авторитет во всех сферах его научной деятельности обусловил руководящую роль В.П. Петрова в соответствующих координационных органах – Совете по рудообразованию (председатель комиссии неметаллов), Петрографическом комитете (член бюро), в комиссиях по осадочным породам и глинам (заместитель председателя). В.П. Петров в течение многих лет являлся активнейшим членом редколлегии журнала «Известия АН СССР. Серия геологическая». Фундаментальные исследования В.П. Петрова отражены в многочисленных статьях и десятках монографий, вышедших при его участии и под его редакцией. Общее число опубликованных им печатных работ приближается к пятиста. Валерий Петрович многие годы преподавал в ряде высших учебных заведений, вел различные курсы, воспитал сотни специалистов, в том числе более двух десятков кандидатов наук, опубликовал немало научно-популярных книг, написанных на редкость просто и занимательно.

Чрезвычайно обширна география деятельности В.П. Петрова. Начав с Кавказа и Урала, он работал затем на Украине, в Сибири, на Дальнем Востоке, Кольском полуострове, посещал самые разные уголки нашей страны. Оказывал научную помощь коллегам в Польше, на Кубе, в Югославии, Чехословакии, ГДР, КНР. Он награжден медалью Карлова университета, состоял членом Лондонского минералогического общества и Международной комиссии по геологической корреляции каолинов.

Большие и многосторонние заслуги Валерия Петровича по достоинству оценены: он награжден тремя орденами Трудового Красного Знамени, орденом «Знак Почета» и многими медалями, в том числе зарубежными.

Помнят В.П. Петрова его ученики и коллеги. В ИГЕМ РАН 4 июня 2008 г. состоялось заседание ученого совета, посвященное 100-летию со дня рождения заслуженного деятеля науки и техники РФ Валерия Петровича Петрова. На нем с научными докладами выступили ученик В.П. Петрова д-р геол.-минер. наук В.В. Наседкин, «Состояние отрасли неметаллических полезных ископаемых России. Роль В.П. Петрова в ее становлении и развитии»; директор Института геологии КарНЦ РАН д-р геол.-минер. наук В.В. Щипцов, «Промышленные минералы северных стран Европы и российской части Фенноскандии»; заведующий лабораторией физико-химической динамики тектоносферы им. Ю.М. Шейнманна Института физики Земли им. О.Ю. Шмидта РАН д-р физ.-мат. наук Ю.С. Генштафт, «Экспериментальное моделирование и глубинного состояния земных недр и магмообразования».

Помимо научных докладов, посвященных теме развития науки о неметаллических полезных ископаемых, коллеги и ученики тепло вспоминали о встречах с Валерием Петровичем. Д-р геол.-минер. наук У.Г. Дистанов (ЦНИИГеолнеруд, Казань) вспоминал, что после реорганизации в 1972 г. институт передали в Мингео СССР и перепрофилировали в головной институт СССР по нерудным материалам. В этот период В.П. Петров оказывал большую консультационную помощь сотрудникам института в решении различных задач. По воспоминаниям сотрудников ЦНИИГеолнеруд, Валерий Павлович был не только человеком, который знал все о неметаллах, но и прекрасным популяризатором этих знаний. Очень много времени он



Везде В.П. Петров брал с собой фотоаппарат

работал с литературой, его часто можно было встретить в залах Библиотеки им. В.И. Ленина.

В.П. Петров всегда смотрел в будущее, которое видел в освоении новых видов неметаллических полезных ископаемых. В.П. Петров считал, что придет время оливинов как формовочного материала, поэтому очень важно знание генезиса минералов. Особая любовь Валерия Петровича – каолины и бентонитовые глины.

В.П. Петров очень любил молодежь, мог часами беседовать с молодыми, делиться с ними знаниями. Считал, что главное дело молодых ученых-геологов – сбор фактического материала, а потом придет время обобщения. Он сам много времени проводил в полевых экспедициях.

Валерий Петрович был очень гостеприимным и радушным человеком, всегда с улыбкой встречал гостей.

Почему-то многие запомнили его маленький кабинет (или казавшийся таковым из-за крупной фигуры и эмоциональной природы его хозяина), в котором было огромное количество книг и карт.

Память о В.П. Петрове сохраняют д-р геол.-минер. наук В.В. Наседкин и его сотрудники, создавшие в Москве на улице Вавилова Музей нерудных полезных ископаемых и проводящих научные чтения, посвященные памяти учителя. В настоящее время идет подготовка к публикации книги воспоминаний о В.П. Петрове, которая кроме воспоминаний его учеников и коллег включает главу «Структура листовых силикатов и место глин в этой группе» из ненапечатанной монографии В.П. Петрова о глинах, библиографический список его научных трудов и пр.

В 2002 г. вышла в свет последняя книга В.П. Петрова «Воспоминания о камне и людях, связанных с наукой о камне» подготовленная к печати его дочерью Верой Вальерьевной.

Редакция выражает благодарность канд. геол.-минер. наук Т.Н. Соловьевой за предоставленные фотоматериалы и помощь в подготовке статьи к публикации.

А.В. РУДЕНСКИЙ, д-р техн. наук, О.Н. НИКОНОВА, инженер,
 ГУП НИИМосстрой, НТПИ ТИ (Москва)

Модифицированные асфальтовые вяжущие

Проблема повышения сроков службы дорожных асфальтобетонных покрытий является одной из наиболее актуальных в области дорожного строительства. Эксплуатационная долговечность дорожных асфальтобетонных покрытий в значительной степени зависит от свойств вяжущего материала, использованного при приготовлении асфальтобетонной смеси.

Обычно в качестве вяжущего материала в составе асфальтобетонной смеси рассматривают нефтяной битум, либо битумные вяжущие, модифицированные различными улучшающими добавками, либо другие комплексные органические вяжущие на основе нефтяного битума.

В числе добавок, модифицирующих битум, могут быть использованы разного рода поверхностно-активные вещества, улучшающие адгезионные свойства битумов, добавки полимеров, каучуков или резины, улучшающие деформативные свойства, добавки тонкодисперсных порошков или волокон, оказывающих структурирующее или стабилизирующее действие на битум.

В составе асфальтобетонной смеси всегда присутствует определенное количество тонкодисперсного минерального порошка, который не является скелетообразующим компонентом в составе асфальтобетона, а в смеси с битумом образует структуру асфальтового вяжущего.

Таким образом, вяжущим компонентом в составе асфальтобетона является не непосредственно битум, который вводится в смесительную установку после введения в нее минеральных компонентов асфальтобетонной смеси, а асфальтовое вяжущее, образующееся в процессе приготовления асфальтобетонной смеси, то есть битум, структурированный минеральным порошком.

Именно свойства асфальтового вяжущего, зависящие от соотношения количества битума и минерального порошка в составе асфальтобетонной смеси, оказывают значительное влияние на свойства получаемого асфальтобетона. Поэтому при проектировании состава асфальтобетона одним из важнейших факторов, определяющих его свойства, является получение оптимального состава асфальтового вяжущего, обеспечивающего получение требуемых характеристик асфальтобетона.

Эта концепция была положена в основу разработанного профессором П.В. Сахаровым метода проектирования состава асфальтобетона по асфальтовому вяжущему.

Свойства асфальтового вяжущего существенно отличаются от свойств нефтяного битума, входящего в его состав, и до настоящего времени исследованы недостаточно.

С целью исследования свойств асфальтовых вяжущих и методов их оценки в лаборатории ГУП НИИМосстрой были проведены сравнительные испытания исходного битума и образцов асфальтового вяжущего различного состава. В качестве исходного битума был использован нефтяной битум марки БНД 60/90, а в качестве базового состава асфальтового вяжущего (состав № 1) была использована смесь битума с известняковым минеральным порошком, взятым в соотношении 1:4 (по массе), что соответствует стандартному соотношению битума и минерального порошка в составе асфальтобетона. Кроме того, были приготовлены образцы модифицированных асфальтовых вяжущих путем введения в базовый состав резиновой крошки в количестве 7% (состав № 2), тонкодисперсного активного углеродсодержащего порошка в количестве 10% (состав № 3), полимерных волокон в количестве 20% (состав № 4) от массы битума, а также совместно резиновой крошки и полимерных волокон (состав № 5). Резиновую крошку (РК) объединяли с битумом до введения других модифицирующих компонентов с целью предварительного получения резинобитумного вяжущего. Тонкодисперсный активный углеродсодержащий порошок (АП) состоял на 95% из частиц мельче 50 мкм. Полимерные волокна (ПВ) — волокна полипропилена размером 1,4×3,15 мм с прочностью при растяжении при температуре 23°C и скорости растяжения 50 мм/мин 185 МПа, предельной деформацией при растяжении 5,78% и модулем упругости 3200 МПа. При введении полимерных волокон количество минерального порошка уменьшали на 26%.

Характеристики исходного нефтяного битума и резинобитумного вяжущего приведены в табл. 1.

Характеристики асфальтовых вяжущих, определенные по основным показателям свойств вязких нефтяных битумов, приведены в табл. 2.

Как видно из табл. 2, асфальтовые вяжущие характеризуются существенно меньшей глубиной проникания и более высокой температурой размягчения по сравнению с битумом. Для сравнения, широко известный тринидадский асфальт, содержащий 35–39% тонкодисперсных минеральных частиц и 53–55% природного битума, имеет показатель глубины проникания (в среднем) 3–12 дмм при 25°C и температуру размягчения 78–95°C.

Следует отметить, что стандартные методы испытаний, применяемые для оценки свойств битумов, неэффективны при оценке свойств асфальтовых вяжущих, к тому же эти методы являются условными и не корреспондируются с реальными режимами работы материала в дорожной конструкции в процессе эксплуатации. С целью установления связи между показателями свойств вяжущих, получаемых при использовании стандартных

Таблица 1

Показатели	БНД 60/90	Резинобитумное вяжущее
Глубина проникания иглы, дмм, при:		
25°C	82	48
0°C	26	30
Температура размягчения, °C	51	60
Изменение температуры размягчения после прогрева в течение 5 ч при 160°C	5	5
Температура хрупкости, °C	-21	-29

Таблица 2

Показатели свойств асфальтовых вяжущих	№ состава				
	1	2	3	4	5
Глубина проникания иглы при 25°С, дмм	15	13	14	0	2
Температура размягчения, °С	98	99	100	100	100

методов испытаний, и показателями прочности асфальтобетонов, получаемых на основе этих вяжущих, разными учеными был предложен ряд эмпирических зависимостей. Так, например, М. Дюрье было предложено [1] соотношение вида: $R \cdot p^{2/3} = A$, где R – прочность асфальтобетона при сжатии при температуре 20°С; p – показатель глубины проникания битума. Величина A для асфальтобетонов различного состава варьирует в пределах 500–1000. Такой широкий диапазон вариаций величины A объясняется различиями в соотношении между количеством битума и минерального порошка в асфальтобетонах разных типов.

Известно также соотношение, связывающее прочность асфальтобетона при сжатии и показатель температуры размягчения битума $T_p \cdot R = \xi T_p^\mu$, где $\mu = 2,64$, а величина ξ варьирует в пределах от 1/500 до 1/1000. Эмпирическое соотношение, связывающее показатель прочности асфальтобетона при сжатии с вязкостью битума η , было предложено А.А. Иноземцевым: $\lg(R/6) = 0,162(\lg\eta/100)$.

Указанные зависимости не получили практического распространения, так как они существенно зависят от реального соотношения между битумом и минеральным порошком в составе асфальтобетона и особенностей свойств этих компонентов [2]. Кроме того, показатель прочности асфальтобетона при сжатии не коррелируется с расчетным режимом работы асфальтобетона в дорожном покрытии, согласно которому при расчете дорожной конструкции используется показатель прочности асфальтобетона, определяемый в режиме динамического изгиба [3].

Для оценки свойств асфальтовых вяжущих целесообразно использовать методы испытаний, наиболее соответствующие реальным эксплуатационным режимам работы материала в дорожной конструкции.

С этой целью в лаборатории ГУП НИИМосстрой были приготовлены образцы асфальтовых вяжущих* в форме балочек размером 4×2,5×16 см, которые были затем испытаны на ползучесть при изгибе под действием постоянной нагрузки и на прочность при динамическом изгибе при температуре 2 и 25°С. По результатам испытаний на ползучесть были определены показатели пластичности (P), вязкости (η) и модуля упругости (E) асфальтовых вяжущих, а испытания на прочность позволили определить значения прочности при динамическом изгибе ($R_{изг}$) и предельной деформации в момент разрушения образца ($\epsilon_{кр}$), а также энергии разрушения образцов.

Проведенные испытания показали, что введение в состав битума 7% резиновой крошки приводит к увеличению вязкости асфальтового вяжущего при 25°С в 2 раза. При этом вязкость асфальтового вяжущего на битуме с добавкой резиновой крошки при 0°С оказалась в 4 раза ниже, чем при использовании битума без модифицирующей добавки. Введение в состав асфальтового вяжущего армирующей добавки волокон полипропилена позволяет увеличить вязкость асфальтового вяжущего при 25°С в 6,4 раза. При этом вязкость при 0°С модифицированного асфальтового вяжущего в 1,35 раза ниже, чем асфальтового вяжущего без модифицирующей добавки.

* В испытаниях принимали участие А.С. Галкин и А.Л. Шумик

Введение тонкодисперсного порошка увеличивает вязкость асфальтового вяжущего при 25°С практически вдвое, но при 0°С вязкость модифицированного асфальтового вяжущего ниже исходного в 1,28 раза.

Таким образом, использованные модифицирующие добавки повышают устойчивость исследованных асфальтовых вяжущих к изменениям температуры, то есть способствуют повышению как сдвигоустойчивости асфальтобетонов, приготавливаемых на их основе, так и трещиностойкости при пониженных температурах за счет большей пластичности. Так, при изменении температуры с 25 до 0°С вязкость немодифицированного асфальтового вяжущего возрастает почти в 1000 раз (с 12700 до 12500000 МПа·с), тогда как вязкость образцов с полимерными волокнами возрастает в 114 раз (с 81000 до 9250000 МПа·с), вязкость образцов с тонкодисперсным порошком – в 405 раз (с 24800 до 9730000 МПа·с), с резиновой крошкой – в 114 раз (с 26200 до 3000000 МПа·с), а вязкость образцов, содержащих как резиновую крошку, так и полимерные волокна, возрастает всего в 72 раза (с 66000 до 4780000 МПа·с).

Аналогичные закономерности прослеживаются и в изменениях показателей модуля упругости образцов асфальтовых вяжущих, их пластичности, прочности при динамическом изгибе и предельной деформации в момент разрушения. Так, например, значение модуля упругости при динамическом изгибе асфальтового вяжущего без модифицирующей добавки при 25°С равно 219 МПа, при 0°С – 575 МПа, тогда как для состава с резиновой крошкой значения E составили 224 МПа при 25°С и 447 МПа при 0°С, а для состава с полимерными волокнами соответственно 364 и 525 МПа.

Таким образом, применение методов испытания образцов асфальтовых вяжущих в условиях изгиба позволяет получить показатели их свойств в режимах, близких совпадающих с условиями работы асфальтовых материалов в дорожной конструкции в процессе эксплуатации.

Использование показателей свойств асфальтовых вяжущих в сочетании с принципом проектирования составов асфальтобетонов по асфальтовому вяжущему позволяет более обоснованно определять состав асфальтобетона, наиболее точно соответствующий реальным условиям работы материала в условиях эксплуатации дорожных покрытий. Исследования свойств модифицированных асфальтовых вяжущих показали, что их характеристики могут варьировать в широких пределах в зависимости от вида и количества вводимых в их состав модифицирующих добавок, что позволяет проектировать состав асфальтобетона, возможно более точно отвечающий требованиям конкретных условий эксплуатации.

Список литературы

1. Рыбьев И.А. Асфальтовые бетоны. М.: Высшая школа, 1969. 396 с.
2. Горельцев Н.В. Асфальтобетон и другие битумо-минеральные материалы. Можайск, Московская обл.: Terra, 1995. 175 с.
3. Руденский А.В. Дорожные асфальтобетонные покрытия. М.: Транспорт, 1992. 254 с.

СПЕЦИАЛЬНОЕ КОНСТРУКТОРСКОЕ БЮРО
СКБ СТРОЙПРИБОР
ПРИБОРЫ НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ



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

ИЗМЕРИТЕЛИ ПРОЧНОСТИ БЕТОНА, КИРПИЧА

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

автоматическая обработка измерений
 диапазон 3...100 МПа



УКС-МГ4 / УКС-МГ4 С
 ультразвуковой

поверхностное и сквозное прозвучивание
 частота 60...70 кГц
 диапазон 10...2000 мкс



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

отрыв со скалыванием и скалывание ребра
 предельное усилие 60 кН
 диапазон 5...100 МПа



ПОС-2МГ4 П

испытание прочности ячеистых бетонов
 предельное усилие вырыва 2,5 кН



Прессы испытательные малогабаритные

ПГМ-100МГ4 / ПГМ-500МГ4 / ПГМ-1000МГ4
 с гидравлическим приводом для испытания бетона, асфальтобетона, кирпича
 ■ предельная нагрузка 100 / 500 / 1000 кН
 ■ масса 70 / 120 / 180 кг



ПСО-10МГ4 КЛ

испытание прочности сцепления в каменной кладке
 предельное усилие отрыва 15 кН



ДИНАМОМЕТРЫ

ДМС-МГ4 / ДМР-МГ4
 эталонные

сжатия / растяжения
 предельная нагрузка 1...1000 кН



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

АДГЕЗИМЕТРЫ

ПСО-МГ4

испытание прочности сцепления покрытия с основанием
 предельная нагрузка 1 / 2,5 / 5 / 10 кН



ИЗМЕРИТЕЛИ ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ

ИТП-МГ4 "100" / "250" / "Зонд"

стационарный и зондовый режимы
 диапазон 0,02...1,5 Вт/м·К



АНЕМОМЕТРЫ, ГИГРОМЕТРЫ

ИСП-МГ4 / ИСП-МГ4.01
 анемометр-термометр
 диапазон 0,1...20 (1...30) м/с
 -30...+100 °С



ТГЦ-МГ4 / ТГЦ-МГ4.01
 термогигрометр

диапазон 0...99,9 % / -30...+85 °С



ИЗМЕРИТЕЛИ ПЛОТНОСТИ ТЕПЛОВЫХ ПОТОКОВ И ТЕМПЕРАТУРЫ

ИТП-МГ4.03 "Поток"

3...5, 10 и 100-канальные регистраторы
 диапазон 10...999 Вт/м²
 -40...+70 °С



ИЗМЕРИТЕЛИ ВЛАЖНОСТИ

ВЛАГОМЕР-МГ4

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



ТЕРМОМЕТРЫ

ТМР-МГ4

модульные регистрирующие для зимнего бетонирования и пропарочных камер



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

ИЗМЕРИТЕЛИ СИЛЫ НАТЯЖЕНИЯ АРМАТУРЫ

ДО-40 / 60 / 80МГ4
 метод поперечной оттяжки

диапазон контролируемых усилий 2...120 кН
 диаметр арматуры 3...12 мм



ИЗМЕРИТЕЛИ ТОЛЩИНЫ ЗАЩИТНОГО СЛОЯ БЕТОНА

ИПА-МГ4

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



ТЦЗ-МГ4 / ТЦЗ-МГ4.01

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



ИЗМЕРИТЕЛИ НАПРЯЖЕНИЙ В АРМАТУРЕ

ЭИН-МГ4
 частотный метод

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



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

МАГАЗИН

Управление влажностными деформациями при производстве и эксплуатации СЦП

Принятие национального проекта «Доступное и комфортное жилье — гражданам России» значительно активизировало положение на строительном рынке жилья и способствует внедрению новых технологий.

При возведении монолитных конструкций трудоемкость опалубочных работ при использовании инвентарной металлической опалубки составляет 40%, а стоимость — 20%. Применение несъемной опалубки из стружечно-цементных плит (СЦП) обеспечивает эти показатели на уровне 10 и 5%, но при этом возникают определенные проблемы с отделкой.

СЦП состоит на 90% из древесины, обладающей значительным водопоглощением, причем наибольшим в первые 1,5 ч. В дальнейшем при обезвоживании древесного заполнителя происходит уменьшение его объема, причем усушка в направлении поперек волокон составляет 12%, а вдоль волокон только 0,1%. Такое неравномерное изменение объема древесного заполнителя приводит к дополнительным напряжениям и влияет на деформативные свойства СЦП. Эти влажностные деформации являются основной причиной образования трещин в штукатурных покрытиях по СЦП в местах стыков (рис. 1, 2). Регулирование влажностных деформаций СЦП позволит частично или полностью предотвратить образование трещин в отделочных покрытиях.

Для уменьшения негативных последствий деформаций плит при увлажнении предложены способы модифицирования СЦП посредством введения различного рода добавок при их производстве; поверхностная обработка плит гидрофобизирующими составами с целью минимизации влажностных деформаций как при изготовлении, так и в условиях стройки.

Комплекс мер позволил получить материал на основе древесины и портландцемента (СЦП), менее деформируемый при изменении его влажности при эксплуатации.

Представленная на рис. 1 и 2 схема образования трещин в штукатурных покрытиях при влажностных деформациях СЦП позволяет представить механизм процесса. Образование трещин происходит на стыках щитов

СЦП в несколько этапов, что связано с продольными и поперечными деформациями вследствие неравномерного изменения влажностного состояния СЦП по сечению сначала при заливке опалубки бетоном, затем при нанесении отделочного слоя. При бетонировании начинается перенос влаги из бетонного ядра в поверхностный слой СЦП, происходит коробление (изменение формы и геометрических размеров в продольном и поперечном направлениях плиты) вследствие неравномерного увлажнения поверхностного слоя СЦП и разбухания краевых волокон. В итоге затвердевания бетонного ядра формируется сцепление бетона с поверхностью СЦП. Далее происходит сушка СЦП в продольном и поперечном направлениях. Частичный возврат СЦП в исходное положение вследствие установления равновесной влажности по сечению вызывает нарушение адгезии между плит палубы к монолитному ядру и приводит к образованию зазора между СЦП и бетоном.

При нанесении отделочного штукатурного покрытия происходят аналогичные процессы, но перенос влаги происходит из отделочного слоя в поверхностный слой СЦП. Таким образом, СЦП в составе конструкций стен в процессе их возведения вследствие изменения влажностного состояния, обусловленного технологическим процессом, претерпевают деформации, которые и являются основной причиной трещинообразования штукатурных покрытий на стыках между плитами.

Величина раскрытия трещины выглядит как сумма составляющих деформаций: $a = a_1 + a_2 + a_3$, где a_1 — величина смещения кромки отделочного покрытия; a_2 — набухание (усушка) вдоль волокон; a_3 — смещение кромки плиты (рис. 2) в результате изгиба.

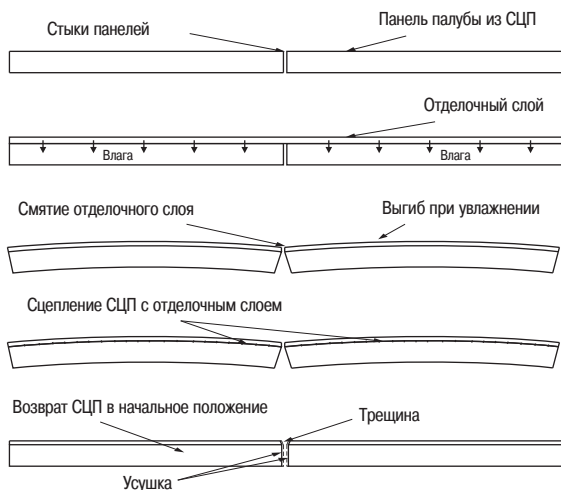


Рис. 1. Схема образования трещин на стыках панелей СЦП при отделке

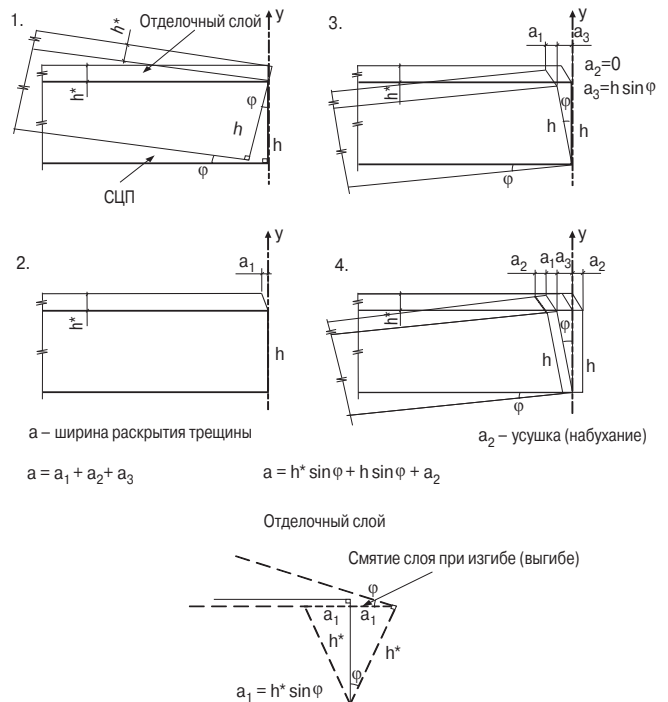


Рис. 2. Схема для расчета деформаций между кромками плит на стыке

Для определения значимости составляющих деформаций были проведены исследования схемы-модели образования трещин и зависимостей деформаций плиты с течением времени. Сделан вывод, что при всех предложенных способах отделки СЦП наиболее значимой величиной в образовании трещин в отделочном покрытии является прогиб плиты, возникающий на стадии удаления влаги из отделочного слоя, и линейная усадка при высыхании непосредственно СЦП. Ширина раскрытия трещин в отделочных покрытиях из цементно-песчаных, цементно-известковых и других строительных растворов может быть снижена посредством модифицирования СЦП, а также использования гидрофобизаторов. Возможно также использование отделочных покрытий с высокой растяжимостью, в том числе с армированием фиброй. Важным моментом является разработка схемы расстановки креплений.

На основании проведенных исследований деформаций СЦП, возникающих при нанесении отделочного покрытия на различной основе, сделан вывод, что из всех предложенных вариантов отделки СЦП наиболее эффективной является отделка шпатлевкой на силиконовой основе. Продольные деформации СЦП при нанесении этого материала составили 45% относительно эталонного образца с нанесенным цементно-песчаным раствором. Также снижение деформаций наблюдается у образцов, обработанных предварительно гидрофобизатором ГКЖ-11 и выдержанных в течение 20 дней с последующим нанесением цементно-песчаного раствора. Величина деформаций в данном случае составила 40% относительно эталона.

На рис. 3 представлены зависимости, описывающие влияние температурно-влажностных воздействий на собственные линейные деформации и внутренние напряжения СЦП различного состава и плиты VELOX на протяжении семи циклов увлажнения-высушивания. Лучшие результаты показали образцы СЦП с добавкой поливинилацетата Д51С в количестве 9% массы цемента. Поперечные деформации в этом случае снизились в среднем на 65%, а внутреннее давление набухания – на 70%. Хороший результат показали составы с добавлением суперпластификатора СП-1 (0,6% массы цемента); деформации образцов СЦП в данном случае уменьшились на 58%, давление набухания – на 80%.

Выявлено, что наиболее эффективным способом предотвращения трещинообразования является поверх-

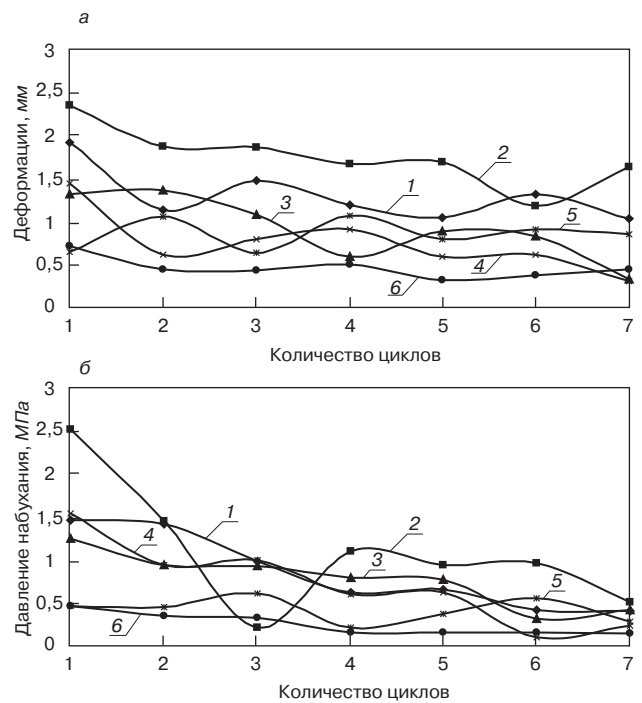


Рис. 3. Развитие линейных деформаций (а) и давления набухания (б) СЦП плиты при периодических изменениях влажности и температуры окружающей среды на протяжении семи циклов увлажнения-высушивания: 1 – СЦП с добавкой суперпластификатора СП-1 (0,4 % от массы цемента); 2 – СЦП-эталон; 3 – СЦП с добавкой суперпластификатора СП-3 (0,6 % от массы цемента); 4 – СЦП с добавкой суперпластификатора СП-1 (0,6 % от массы цемента); 5 – СЦП с добавкой винилацетата (9 % от массы цемента); 6 – VELOX

ностная обработка стружечно-цементных плит гидрофобизаторами. При производстве СЦП целесообразно введение в состав смеси поливинилацетатной дисперсии Д51С или суперпластификатора СП-1. Жидкое стекло (натриевое) и ускоритель твердения – сульфат алюминия уже входят в состав СЦП. Получена плита с фактурным покрытием из фибробетона (толщина покрытия около 12 мм), влажностные деформации которой близки к нулю. Образование видимых трещин в таком покрытии на стыках плит опалубки при увлажнении и высыхании не происходит.



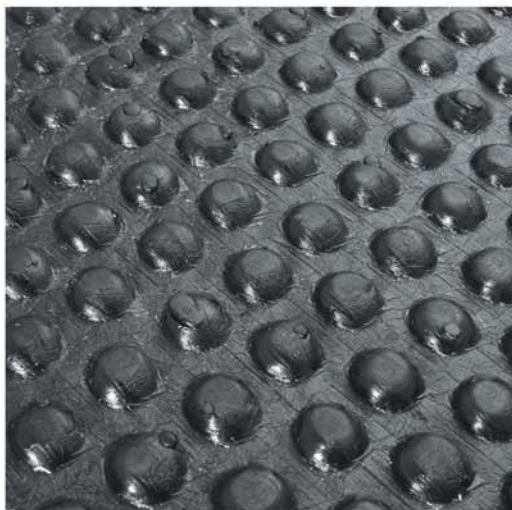
Выпускаемая **Волгодонским комбинатом древесных плит** стружечно-цементная плита (СЦП) является строительным материалом, используемым в качестве несъемной опалубки при монолитном строительстве, а так же при реконструкции зданий и сооружений, в качестве утеплителя, звуко- и шумоизоляции, основными составляющими которого являются органический наполнитель и минеральное связующее – высокосортный цемент.

В качестве органического наполнителя используют стружку, полученную из древесины хвойных пород. Композиционная структура СЦП позволяет ей сохранять отдельные ценные качества древесины, вместе с тем придает ей новые свойства, характерные для легких бетонов с минеральными наполнителями.

ОАО «Волгодонский комбинат древесных плит». 347360, г. Волгодонск, Ростовская обл., ул. Портовая, д. 1
 Тел.: (86392) 5-07-91, 9-53-68, факс: (86392) 2-04-17 – экономисты службы маркетинга и сбыта
 E-mail: vkdp_scp@vdonsk.ru http://www.triya.ru/creat.php

ТЕХНОЭЛАСТ® МАТЕРИАЛЫ КЛАССА ПРЕМИУМ

Техноэласт® — серия уникальных высокотехнологичных материалов для изоляции сооружений, разработанных исследовательским центром Корпорации ТехноНИКОЛЬ™ в соответствии с особенностями применения материала на каждом конкретном объекте.



Корпорация ТехноНИКОЛЬ™ предлагает серию продуктов нового поколения. Благодаря функциональному разнообразию ассортиментного ряда Техноэласт® у вас есть возможность использовать материал, идеально подходящий именно вашему объекту и решающий именно ваши задачи. Качество и надёжность гарантируем!



www.tn.ru
8 800 200 05 65
техническая поддержка

А.Ю. ПЕТРОВ, инженер, Ф.А. ПЕТРИЩЕ, д-р техн. наук,
Российский университет кооперации (Москва)

Клееная фанера с повышенной биологической безопасностью

В настоящее время перед предприятиями – производителями древесных материалов стоит проблема обеспечения конкурентоспособности вырабатываемой продукции посредством глубокой переработки древесины [1–4].

С целью анализа потенциальной конкурентоспособности клееной фанеры общего назначения марки ФК разработаны варианты рецептур, изготовлены образцы и выполнены испытания фанеры [2, 5–7].

Рецептуры для производства березовой фанеры марки ФК с внутренними слоями из березового шпона, с сочетанием I–III сортов шпона для наружных слоев, классом эмиссии формальдегида E1, размером 1525×1525×4 мм формировали по процентному соотношению компонентов и с учетом расхода сырья при производстве 1 м³ фанеры общего назначения марки ФК (ГОСТ 14231–88, 3916.1–96). На 1 м³ фанеры расход шпона составлял 720 кг (91,76%); смолы – 62,8 кг (8%); древесной муки 1,26 кг (0,16%).

К – контрольный вариант, включающий в рецептуру смолу марки КФЖ с массовой долей свободного формальдегида 0,9%. Принятые для экспериментальных рецептур марки карбамидоформальдегидных смол содержат не более 0,1% формальдегида.

В составе разработанных рецептур клеев применяли в качестве наполнителя древесную муку (вариант 2), обладающую абсорбционными свойствами, а также древес-

ную муку, обработанную для увеличения абсорбирующей способности фосфорной кислотой (варианты К, 1, 3–5). Также кислотообработанная мука позволяет отказаться от обычно применяемого в качестве отвердителя NH₄Cl.

Оптимальную рецептуру клееной фанеры общего назначения марки ФК устанавливали с учетом результатов испытаний экспериментальных образцов фанеры (см. таблицу).

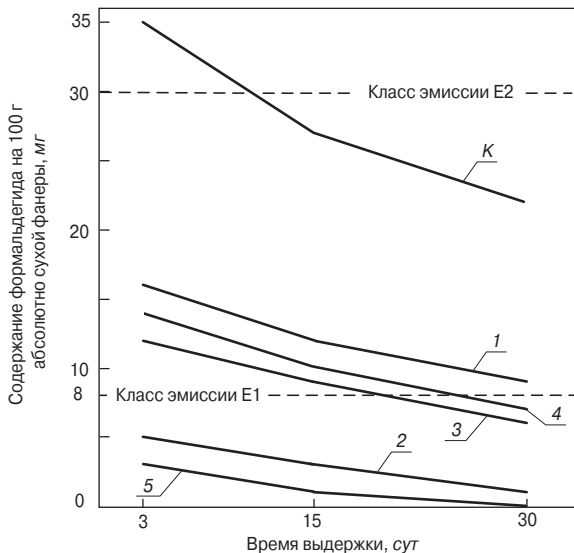
Из таблицы видно, что исследованные варианты рецептур обеспечивают в образцах прочность, соответствующую требованиям стандарта, а выделение свободного формальдегида не превышает 16 мг на 100 г абсолютно сухой фанеры.

Динамика выделения свободного формальдегида из образцов (см. рисунок) подтверждает последующее снижение выделения свободного формальдегида в окружающую среду, а следовательно, биологическая безопасность материалов будет повышаться во времени, что не противоречит [2–4].

Для выбора наиболее оптимального варианта рецептуры клееной фанеры в исследовании учитывали цены реализации на 1.02.2008 г.

Полученные при расчетах фактические производственные затраты на 1 м³ продукции показали, что повышение биологической безопасности в экспериментальных образцах фанеры достигается без повышения затрат на производство.

Показатель	Марка карбамидоформальдегидной смолы в рецептуре					
	КФЖ	КФМТ-15	КФМТ-10М	КФМТ-70Б	КФ-ЕС (Ф)	
Вариант рецептуры	К	1	3	4	2	5
Содержание формальдегида на 100 г абсолютно сухой фанеры (ГОСТ 27678–88), мг	35	16	12	14	5	3
Класс эмиссии свободного формальдегида по ГОСТ 3916.1–96	Не соответствует классам эмиссии	E2	E2	E2	E1	E1
Предел прочности при скалывании по клеевому слою после 24 ч выдержки в воде (ГОСТ 14231–88), МПа	1,82	1,64	1,66	1,62	1,68	1,76
Нормируемое значение прочности при скалывании для смолы, МПа	1,5	1,6	–	1,6	–	–
Нормируемое значение прочности при скалывании для березовой фанеры ФК (ГОСТ 9622–87), МПа	1,5					
Прочность при растяжении вдоль волокон, МПа	30,5	30,8	30,5	30,8	30,2	30,6
Нормируемое значение прочности при растяжении (ГОСТ 9622–87), МПа	30					



Динамика выделения свободного формальдегида на 100 г абсолютно сухой фанеры в исследуемых образцах. Нумерация графиков соответствует обозначениям вариантов рецептур

С учетом результатов изучения выделения формальдегида из экспериментальных образцов фанеры во времени в качестве оптимальных были приняты 2-й и 5-й варианты рецептур.

Изготовление фанеры с применением экспериментальных оптимизированных рецептур клеев и с учетом проведенного расчета ее конструкции было проведено в производственных условиях на предприятии ООО «Триум».

Список литературы

1. Буглай Б.М., Гончаров Н.А. Технология изделий из древесины. М.: Лесная промышленность, 1985. 405 с.
2. Мехтиев А.А., Славик Ю.Ю., Мустафина О.Е., Шевченко Л.З. Отечественные клеевые смолы для деревянных конструкций // Строит. материалы. 2005. № 5. С. 35–41.
3. Петров А.Ю., Петрище Ф.А. О возможности производства продукции предприятиями потребительской кооперации на основе современных технологических подходов // Фундаментальные и прикладные исследования. Научно-теоретический журнал. 2005. № 5–6. С. 127–132.
4. Экология производства и потребления древесных плит // Мебель, плиты и фанера. М.: ВНИПИЭИ-леспром. 1992. Вып. 3. 40 с.
5. Кондратьев В.П. Новые виды экологически чистых синтетических смол для деревообработки // Деревообрабатывающая промышленность. 2002. № 4. С. 10–12.
6. Лавлинская О.В. Снижение токсичности фанеры марки ФК // Проблемы функционирования, стабилизации и устойчивости развития предприятий лесопромышленного комплекса в новом столетии: Материалы междунар. науч.- практ. конф. Воронеж, 2004. С. 168–172.
7. Лавлинская О.В., Бельчинская Л.И., Мурзин В.С., Миронов И.В. Влияние различных наполнителей на свойства фанеры на карбамидоформальдегидных клеях // Современные технологические процессы получения материалов и изделий из древесины. Материалы Всерос. науч.-техн. конф. с междунар. участием. Воронеж, 2001. С. 60–63.



24–26
сентября
2008 г.
Волгоград

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

Телефоны:
(495) 557-30-11
(8442) 49-34-80

E-mail: gips@rescom.ru

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

Четвертый Всероссийский семинар с международным участием
«Повышение эффективности производства
и применения гипсовых материалов и изделий»

Тематика семинара:

- технический прогресс в области гипсовых материалов и изделий
- гипсовые материалы в малоэтажном строительстве
- привлекательность и механизмы инноваций в гипсовой отрасли
- качество и долговечность гипсовых материалов и изделий
- лаборатории, менеджмент качества, экологический менеджмент и их роль в обеспечении качества и долговечности гипсовых материалов
- нормативно-техническая документация в соответствии с современными требованиями
- обучение и переподготовка специалистов в области производства гипсовых материалов

Тематическая производственная экскурсия на ОАО «ГИПС»

Генеральный информационный спонсор: журнал 

Весь дом из керамзита и керамзитобетона

26–27 марта 2008 г. в Самаре на базе ЗАО «НИИКерамзит» состоялось совещание Союза производителей керамзита и керамзитобетона. В нем приняли участие более 40 представителей керамзитовых заводов, строительных организаций из разных регионов России и ближнего зарубежья. «Весь дом из керамзита и керамзитобетона» — неформальный девиз совещания, который подчеркивает широкие возможности керамзита в строительстве.

С докладом о современном состоянии рынка керамзита в России и перспективах его развития выступила директор ЗАО «НИИКерамзит» **С.А. Токарева**. Она отметила, что в зарубежных странах уже оценили перспективы использования керамзита. Строятся заводы по производству керамзита в Польше, Иране и т. д. Страны Балтии и Скандинавии готовы покупать в России примерно 2 млн м³ керамзита в год по цене до 40 евро/м³. Учитывая, что средняя себестоимость керамзита на российских предприятиях 7–10 евро/м³, его производство становится весьма выгодным.

Керамзит применяют в основном для изготовления керамзитобетонных блоков нового поколения, которые являются эффективным стеновым материалом для современного строительства.

В настоящее время в России насчитывается порядка 200 керамзитовых заводов, из них с неполной загрузкой работает 160 предприятий. Для модернизации и реконструкции этих предприятий необходимы инвестиции в размере ориентировочно 4,8 млрд р. После реконструкции можно получить до 20 млн м³ керамзита в год.

В настоящее время строится завод по производству керамзитового гравия мощностью 100 тыс. м³ в год в Ингушетии. Планируется строительство заводов по производству керамзита в Краснодарском крае, двух заводов производительностью 200 тыс. м³ в год в Центральном округе, одного завода на Урале и т. д.

Ведущий научный сотрудник ЗАО «НИИКерамзит» **М.К. Кабанова** подготовила доклад по современным эффективным направлениям использования керамзитового гравия. Основное внимание в нем уделялось перспективам, которые открывает для современного домостроения использование керамзита, особенно для ускорения темпов жилищного строительства.

Керамзит и керамзитобетон могут реально обеспечить большие объемы как малоэтажного строительства в сельской местности, так и быстрого возведения зданий повышенной этажности в городском строительстве. Керамзит применяется для сборно-монолитного, монолитного строительства, каркасного и панельного домостроения. Этот доступный по цене материал выпускается во многих регионах страны.

Практика передовых предприятий, таких как Новочебоксарский ДСК (индустриально-строительный комбинат),

Краснодарский ОБД (комбинат объемно-блочного домостроения), убедительно подтверждает, что керамзит и керамзитобетон являются строительными материалами, в максимальной степени удовлетворяющими основным требованиям современной архитектурно-строительной концепции:

- перенос максимального объема трудоемких и ответственных операций в заводские цеха и одновременное сведение к минимуму работ на открытой стройплощадке. Это позволяет улучшить условия труда и повысить качество строительных элементов;

- возможность надежного контроля качества изделий, который осуществляется высококвалифицированными специалистами в хорошо оборудованных лабораториях. Главный результат – существенное увеличение темпов строительства, снижения его стоимости.

На совещании было отмечено, что керамзит – многофункциональный материал с широким спектром применения. Помимо основного направления использования – домостроения керамзит используется для возведения мостов, гидротехнических сооружений (причалы, платформы для шельфовой добычи полезных ископаемых), для строительства дорог, аэродромных покрытий, в коммунальной сфере (фильтрующие засыпки, лотки для теплотрасс) и в сельском хозяйстве (для создания удобрений пролонгированного действия, дренажный материал в теплицах).

Заведующим кафедрой Самарского государственного архитектурно-строительного университета **Ю.С. Вытчиковым** были рассмотрены вопросы теплотехнических расчетов в строительных ограждающих конструкциях. Он отметил, что основными направлениями повышения теплозащитных характеристик изделий из керамзитобетона являются: применение поризованного керамзитобетона; использование крупнопористого керамзитобетона; использование эффективных керамзитобетонных камней с воздушными прослойками; применение беспесчаного керамзитобетона.

Теплотехнические расчеты различных ограждающих конструкций показали высокую конкурентоспособность керамзитобетонных вариантов как из блоков и панелей, так и из крупнопористого керамзитобетона (монолитная заливка либо блоки из крупнопористого керамзитобетона типа «капсимэт»). Керамзитобетонные конструкции обладают низким коэффициентом теплопроводности, обеспечивая



Участники совещания союза производителей керамзита и керамзитобетона



Д.Л. Порошин, директор (слева), и П.В. Скороходов, исполнительный директор ЗАО «Керамзит»



Слева направо: Г.В. Бардин, Министерство строительства и ЖКХ Самарской области; И.В. Юдин, заместитель директора по строительству; Е.Л. Матвеев, генеральный директор ООО «Индустриально-строительный комбинат»; Л.П. Шиянов, генеральный директор ООО «Завод керамзитового гравия»

необходимое теплосоппротивление при толщине стены 425 мм для средней климатической полосы. Существенным плюсом является необходимая паро- и воздухопроницаемость керамзитобетонных ограждающих конструкций, их теплотехническая однородность и стабильность теплозащитных характеристик в течение всего периода эксплуатации. Это создает здоровый микроклимат, комфортность и экологическую безопасность для проживающих.

Существенное значение при производстве керамзита имеет вопрос энергосбережения. Это стало темой доклада **А.К. Милушкина**, ведущего специалиста ЗАО «Спецмонтаж». Среди прочих факторов одним из важнейших для экономии топлива является применение современной сертифицированной горелки. Техническую информацию по такой горелке, разработанной НИИКерамзит, и рекомендации по ее приобретению предоставляет ЗАО «НИИКерамзит».

Исполнительный директор Самарского отделения Российского общества инженеров-строителей **Е.М. Бойко** в своем выступлении подчеркнул, что керамзитовый гравий в настоящее время незаслуженно мало закладывается в проекты и недостаточно используется в строительстве. Это совершенно не соответствует его потенциальным возможностям. Необходимо активнее осуществлять рекламную политику, доводить до молодых проектировщиков и строителей богатые возможности керамзита для изготовления ограждающих и несущих конструкций зданий, для ускоренного возведения жилья в городе и на селе. Кроме того, выступающий обратил внимание на перспективу применения прочного керамзита для дорожного строительства, поскольку привозной гранитный щебень резко удорожает это строительство для многих регионов страны. Известняк, использующийся в дорожном строительстве Самарской области, стоит не дешевле керамзита, но он не в полной мере обеспечивает качество и долговечность дорог.

О развитии и достижениях ООО «Индустриально-строительный комбинат», его керамзитовом производстве рассказал заместитель генерального директора **И.В. Юдин**. Это крупнейшее предприятие градостроительного комплекса Чувашии и Поволжья. В его составе действуют цех по производству железобетонных изделий для панельного строительства жилых домов, школ и детских садов; цех по производству сборно-монолитных каркасов жилых общественных и промышленных зданий, также осуществляется выпуск предварительно напряженных дорожных и аэродромных плит; цех по производству керамзитобетонных блоков мощностью 33,93 тыс. м³.

Объем выпуска керамзитового гравия составляет 210 тыс. м³ в год. При этом выпускается легкий керамзит с плотностью 350–400 кг/м³ и высокопрочный керамзит с плотностью 750–800 кг/м³, прочностью 7,6–12 МПа. Из него изготавливают высокопрочный керамзитобетон, в частности такой керамзитобетон класса В60 был использован для строительства каркаса 24-этажного здания в Москве.

В 2005 г. были завершены работы по сертификации свай, которые комбинат в настоящее время изготавливает на высо-



Е.М. Бойко, директор Самарского отделения РОИС



С.Л. Урсу, начальник цеха АО «Макон» (Молдова)

копрочном керамзите. Испытания показали, что они соответствуют требованиям по ударопрочности, морозостойкости и обладают более высокой трещиностойкостью по сравнению со сваями, изготовленными на гранитном щебне.

В выступлении **Е.Л. Матвеева**, генерального директора индустриально-строительного комбината, особое внимание уделялось проблемам, которые мешают продвижению керамзита на строительный рынок. Подчеркивалась необходимость активизации рекламно-информационной деятельности, доведения до проектировщиков, строителей, заказчиков широких возможностей керамзита – материала с прекрасными строительно-техническими свойствами и многофункциональностью.

Из проблем были отмечены изношенность производственного оборудования, необходимость модернизации технологических линий. Реконструкцию трех технологических линий на предприятии планируют проводить в 2008–2009 гг.

Руководство индустриально-строительного комбината отводит керамзиту значительную роль в дальнейшем развитии холдинга. «Весь дом из керамзита и керамзитобетона» – для них уже не просто лозунг, а реальность. Из керамзитобетона изготавливают сваи, колонны, ригели, опалубки, ограждающие конструкции. В настоящее время индустриально-строительный комбинат ведет строительство из керамзитобетона пятизвездочной гостиницы в г. Чебоксары. Это 12-этажное здание, где сваи, несущие конструкции выполняются из высокопрочного керамзитобетона.

Опыт своей работы поделились руководители других предприятий: В.М. Шапкин, главный инженер ООО «Керамзит ЛТД» (Самара), Р.Ф. Саммасов, генеральный директор ООО «Винзилинский завод керамзитового гравия»; В.И. Стариков, главный инженер ООО «Уфимская гипсовая компания»; П.Е. Голубятников, генеральный директор ЗАО «Абба» (Краснодарский край, г. Крымск); М.Г. Якупов, заместитель директора ООО «Камэнергостройпром». Вопросы реконструкции, совершенствования производства, модернизации технологических линий рассматривались в докладах исполнительного директора ЗАО «Керамзит» (Рязань) П.В. Скороходова, представителей АО «Макон» (Молдова) – начальника цеха С.А. Урсу и главного технолога Н.А. Свирипы.

Большой интерес вызвала информация о замене оборудования в ходе реконструкции подготовительно-формовочного и холодильного отделений, по эффективным теплообменным и опудривающим устройствам печи обжига. Эффективная горелка и высокий уровень автоматизации процесса позволили решить главный вопрос экономии газа, расход которого снижен до 30 м³ на 1 м³ керамзита. Представители АО «Макон» – единственного в Молдавии предприятия по выпуску керамзита с гордостью говорили о великолепно оснащенной диспетчерской – рабочем месте обжигальщика с самой современной системой контроля и управления обжигом, электронными весами для определения качества и объема выпускаемого керамзита. Керамзит пользуется широким спросом, в том числе на Украине, в основном фракции 10–20 мм.



Весь дом из керамзита и керамзитобетона строит Новочебоксарский индустриально-строительный комбинат

ООО «Керамзит ЛТД» является крупнейшим производителем керамзитового гравия в Самарском регионе, в настоящее время на предприятии ведутся работы по реконструкции с целью увеличения выхода мелкой фракции. Уникальная сырьевая база позволяет обеспечить выпуск и легкого керамзита М250–350 с высокой прочностью.

Рязанский керамзитовый завод, несмотря на сложности с сырьевой базой, успешно развивает производство и технологию. В течение 5 лет ведется реконструкция, применяются такие технологические приемы, как опудривание в зоне вслучивания, пороги и теплообменные устройства в печи, частотные регуляторы для изменения скорости вращения, установлена современная высокоэффективная горелка.

В докладе **Л.П. Шиянова**, директора Завода керамзитового гравия из г. Октябрьск Самарской области, был освещен опыт применения керамзита. Предприятие производит керамзит марок М400–М450 и высокопрочный керамзит марок М600–М700, прочностью П150 для высокопрочных бетонов, обладающих высокой стойкостью к динамическим и ударным нагрузкам. Легкий керамзит используется в качестве насыпного утеплителя, а мелкие фракции 1–5 мм для тепло- и звукоизолирующего слоя при устройстве полов на основе гипсоволокнистых плит. Дробленый керамзит различных фракций применяется для изготовления фасадной облицовочной плитки, керамзитоблоков и кирпича, а так же при изготовлении керамзитобетона и высококачественных сухих смесей.

Калиброванный, дробленый керамзит используется в водоочистных и канализационных сооружениях в качестве фильтрующих материалов. Это чрезвычайно перспективное и широко востребованное направление применения, где керамзит имеет более высокие показатели, чем традиционный кварцевый песок. Благодаря развитой удельной поверхности и пористости 68–86% коэффициент фильтрации дробленого керамзита в 1,3–2,5 раза выше, чем у кварцевого песка той же крупности.

Кроме того, в докладе были подняты проблемные вопросы касающиеся системы оплаты энергоресурсов. Это вызвало поддержку практически всех участников совещания, которые говорили о необходимости изменений в законодательстве, что облегчит работу керамзитовых заводов, позволит повысить объемы выпуска и качества керамзита.

От Уфимского государственного нефтяного технического университета выступил д-р техн. наук **И.В. Недосеко** с сообщением об использовании керамзита и крупнопористого керамзитобетона в коттеджном строительстве и при реконструкции зданий, в частности при возведении дополнительного мансардного этажа. Керамзит обеспечивает возможность очень быстрого проведения работ, например при возведении мансард с использованием металлических арочных конструкций (по опыту США). Высокую экономичность, низкий расход цемента дает вариант применения крупнопористого керамзитобетона в виде монолитной за-



Объемно-блочное домостроение из керамзитобетона в Краснодарском крае (ЗАО «ОБД»)

ливки в несъемную опалубку из гипсокартона. Докладчик подчеркнул заинтересованность строителей в больших объемах выпуска легкого керамзита.

В состав Союза производителей керамзита и керамзитобетона были приняты новые члены: ООО «Индустриально-строительный комбинат» (г. Новочебоксарск, Республика Чувашия), ООО «Керамзит ЛТД» (Самара) и ООО «Завод керамзитового гравия» (г. Октябрьск Самарской обл.).

Участники совещания Союза производителей керамзита и керамзитобетона приняли решение подготовить и направить в Правительство РФ предложения по использованию продукции керамзитовой промышленности для решения задач национального проекта «Доступное и комфортное жилье – гражданам России».



СОЮЗ ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ КЕРАМЗИТА и КЕРАМЗИТОБЕТОНА

некоммерческая организация
Россия, 443086, Самара, Ершовского, 3 «А», оф.229
E-mail: keramzit_union@mail.ru
Тел./факс: (846) 263-41-19

ОСНОВНЫЕ ЗАДАЧИ

- Осуществление четкой, обоснованной научно-технической политики
- Выработка кардинальных направлений по применению керамзита и керамзитобетона в России и за рубежом
- Организация рекламной-информационной службы для продвижения керамзита и керамзитобетонных изделий на строительном рынке
- Оказание содействия членам союза в заключении договоров на поставку продукции
- Участие членов союза в разработке нормативных правовых актов, государственных программ, стандартов и иных документов на региональном, федеральном, межгосударственном уровнях

**Союз производителей керамзита
и керамзитобетона приглашает
в свои ряды единомышленников!**

TajikBuild

18-20 сентября 2008

КОХИ БОРБАД
ДУШАНБЕ, ТАДЖИКИСТАН



Iteca Osiyo

пр. Рудаки, 70, # 6, Душанбе, 734001, Таджикистан
Тел.: +(992 37) 227 75 85, 221 64 20; факс: +(992 37) 227 78 81
E-mail: tajikbuild@iteca-osiyo.tj

5-я ЮБИЛЕЙНАЯ ТАДЖИКСКАЯ
МЕЖДУНАРОДНАЯ ВЫСТАВКА

СТРОИТЕЛЬСТВО

2008

www.caspianworld.com



Министерство строительства РК, Торгово-промышленная палата РК и выставочное агентство «Еврофорум» приглашают Вас принять участие в XXVI специализированной выставке

СТРОЙЭКСПО 2008
г. ПЕТРОЗАВОДСК


8-10 октября

- Современные конструктивные, теплоизоляционные и отделочные материалы.
- Оборудование систем отопления, вентиляции, водоснабжения и канализации.
- Средства малой механизации, инструмент.
- Полы и потолки.
- Окна и двери.
- Кровельные материалы.
- Энергосберегающие технологии и оборудование.
- Деревянные дома.



Заявки принимаются по адресу:
Выставочное агентство «Еврофорум»
185000, Карелия, г. Петрозаводск, ул. Анохина, 45
тел/факс: (8142) 76-83-00, 76-87-96, 78-30-23
e-mail: euroforum@karelia.ru, www.euroforum.karelia.ru

ОАО Горно-обогатительная компания



МУРАЕВНЯ

предлагает

- Песок кварцевый для строительных работ и производства сухих строительных смесей
- Песок фракционированный 0,5-1,0; 0,63-1,6; 1,0-3,0 мм
- Песок формовочный для литейной промышленности

ДОСТАВКА: ж.-д. транспортом со ст. Милославское Рязанской обл. вагонами «хopper» и полувагонами; автотранспортом со склада фабрики самовывозом
ОТГРУЗКА насыпью или в мягких контейнерах МКР-10С

АДРЕС ПРЕДСТАВИТЕЛЬСТВА В РЯЗАНИ
390044 г. Рязань, Московское ш., д. 16
Тел.: (4912) 38-88-37, 38-88-35
Факс: (4912) 30-66-06, 34-31-47
igorkup@yandex.ru www.muraevnya.ru

РЕКЛАМА

Оптимизация структуры композиционных нетканых материалов

Перспективы развития современного строительного производства во многом связаны с появлением новых технологий, в том числе использования композиционных нетканых материалов для ограждающих конструкций зданий, сооружений. Они позволяют обеспечить теплоизоляцию и звукоизоляцию, энерго- и ресурсосбережение, повысить надежность и долговечность конструктивных элементов, снизить себестоимость и улучшить технологию строительных работ.

Проведены исследования возможности использования композиционных иглопробивных нетканых материалов местного производства на основе вторичного сырья – отходов рыболовецкой промышленности (вышедших из эксплуатации капроновых канатов и сетной части орудия лова) в строительстве в качестве тепло- и звукоизоляционных материалов [1, 2].

Использование указанного вторичного сырья позволит получить дополнительные сырьевые ресурсы при одновременном решении экологических проблем Дальневосточного региона.

В качестве объекта исследования были использованы четыре варианта композиционных иглопробивных нетканых материалов различной толщины из вторичного полиамидного сырья (ТУ 63-493-32-90, группа 2.2.). Основные структурные показатели таких экспериментальных материалов приведены в табл. 1.

Для выявления возможности использования исследуемых нетканых материалов в строительстве с учетом

рационального расходования сырья с одновременным сохранением эксплуатационных свойств была поставлена задача определения их оптимальной толщины, а следовательно, и поверхностной плотности (масса 1 м²).

Оптимальная толщина иглопробивного нетканого материала должна обеспечить хорошие прочностные, теплоизоляционные и звукоизоляционные свойства, а также сохранение формоустойчивости, то есть стабильности размеров при их эксплуатации.

Оптимизация проведена на основании разработанных критериев оценок показателей свойств иглопробивных нетканых материалов для строительства, полученных экспериментальным путем, и на основе математического моделирования зависимости показателей оцениваемых свойств от структуры (толщины) [3].

Зависимость между показателями эксплуатационных свойств от толщины устанавливали на основании уравнений регрессии, которые рассчитывали с использованием метода наименьших квадратов с помощью Microsoft Office Excel.

Полученные уравнения отражают связь между толщиной и показателями эксплуатационных свойств иглопробивных нетканых материалов, поскольку коэффициенты детерминации (R) имеют значения, близкие к единице.

Оптимальную толщину устанавливали путем решения системы линейных неравенств в соответствии с выбранными параметрами ограничения и их наиболее оптимальными значениями. Были выбраны критерии оценок следующих показателей: разрывной нагрузки, остаточной деформации сжатия, суммарного теплового сопротивления, коэффициента звукопоглощения и поверхностной плотности (табл. 2).

При выборе критериев оценок учитывали имеющиеся в литературе данные стандартов по оцениваемым показателям; нормативы, определенные техническими условиями на выпуск данной продукции и полученные экспериментальные результаты. Критерии оценок показателей свойств иглопробивных материалов для строительства приведены в табл. 2.

В качестве параметра оптимизации выбран показатель суммарного теплового сопротивления, который обеспечивает применение композиционных иглопробивных нетканых материалов в строительстве в качестве теплоизоляционных.

Таблица 1

Варианты нетканых материалов	Поверхностная плотность, г/м ²	Объемная плотность, кг/м ³	Пористость, %	Коэффициент неоднородности, %	Толщина, мм
K1	249	80	92,98	4,8	3,1
K2	322	81	92,8	5,2	4
K3	395	88	92,28	5,4	4,5
K4	448	90	92,19	6	5,1

Таблица 2

Градация качества	Критерии оценок				
	Разрывная нагрузка (продольное направление), Н	Остаточная деформация сжатия, %	Суммарное теплое сопротивление, °С·м ² /Вт	Коэффициент звукопоглощения (на средних частотах), дБ	Поверхностная плотность, г/м ²
Отлично	≥550	≤38	≥0,32	≥0,4	≤400
Хорошо	≥400	≤40	≥0,315	≥0,25	≤450
Удовлетворительно	≥200	≤42	≥0,3	≥0,2	≤500
Плохо	<200	>42	<0,3	<0,2	>500

Параметрами ограничения выбраны разрывная нагрузка, остаточная деформация сжатия, коэффициент звукопоглощения и поверхностная плотность исследуемых материалов.

Выбор этих свойств для строительных материалов в качестве параметров ограничения обусловлен их функциональным назначением. Коэффициент звукопоглощения, деформация сжатия и разрывная нагрузка обеспечивают звукоизоляционные свойства, сохранение стабильных размеров при эксплуатации, а также прочность. Излишнее повышение толщины, а следовательно, увеличение поверхностной плотности приведет к нерациональному использованию сырья для изготовления композиционных иглопробивных нетканых материалов и к их удорожанию, что нежелательно.

На основании разработанных критериев оценки показателей свойств исследуемых материалов, полученных экспериментальным путем, и на основе математического моделирования зависимостей показателей оцениваемых свойств от их толщины, а также исходя из их наиболее оптимальных значений:

$$y_1 \geq 400; y_2 \geq 40; y_3 \geq 0,315; y_4 \leq 450; y_5 \geq 0,25$$

составлена система линейных неравенств:

$$\begin{cases} 190,17x - 453,08 \geq 400 & R^2 = 0,9959 \\ -11,71x + 84,915 \leq 40 & R^2 = 0,9568 \\ 0,029x + 0,1921 \geq 0,315 & R^2 = 0,9953 \\ 0,0533 + 0,0224 \geq 0,25 & R^2 = 0,8848 \\ 101,86x - 71,776 \leq 450 & R^2 = 0,9875 \end{cases}$$

где x — толщина нетканого материала, мм; y_1 — функция, характеризующая механические свойства (раз-

рывная нагрузка, Н); y_2 — функция, характеризующая остаточную деформацию сжатия, %; y_3 — функция, характеризующая теплофизические свойства (суммарное тепловое сопротивление, °С·м²/Вт); y_4 — функция, характеризующая акустические свойства (коэффициент звукопоглощения λ); y_5 — функция, характеризующая поверхностную плотность, г/м².

Решение этой системы неравенств позволяет установить оптимальную толщину материала:

$$4,5 \leq X \leq 5,1.$$

Таким образом, проведенные экспериментальные исследования эксплуатационных свойств композиционных иглопробивных нетканых материалов из вторичного сырья оптимальной толщины (4,5–5,1 мм) соответствуют вариантам К3 и К4 и позволяют рекомендовать их для дальнейшего использования в жилищном строительстве в качестве теплоизоляционных и звукоизоляционных материалов с учетом рационального использования сырья и одновременным решением экологических проблем Дальневосточного региона.

Список литературы

1. Серебрякова Л.А., Лаврушин Г.А. Физико-механические свойства иглопробивных нетканых материалов из вторичного сырья // Строит. материалы. 2007. № 10. С. 70–71.
2. Серебрякова Л.А., Чадова Т.В., Лаврушин Г.А. Анизотропия свойств композиционных иглопробивных нетканых материалов // Строит. материалы. 2008. № 6. С. 70–71.
3. Смолейчук И.М., Серебрякова Л.А. Оптимизация волокнутого состава иглопробивных нетканых материалов в зависимости от назначения // Швейная промышленность. 1998. №1. С. 32–33.

Ямало-Ненецкий автономный округ
г. Новый Уренгой
Деловой центр "ЯМАЛ", ул. Юбилейная, 5

1 - 2
октября 2008 г.

Четвертая межрегиональная специализированная выставка
**СТРОИТЕЛЬСТВО И АРХИТЕКТУРА.
ЭНЕРГЕТИКА. ЖКХ.
НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ.**

**Выставка проводится в рамках
Новоуренгойского инновационного Форума**

Организаторы: Администрация ЯНАО, Администрация г.Новый Уренгой, НКО "Фонд развития муниципального образования г.Новый Уренгой", ОАО "Новоуренгойский региональный технологический парк "Ямал", выставочная компания "СибЭкспоСервис-Н" (г. Новосибирск)

СИБЭКСПОСЕРВИС-Н

(383) 335-63-50

(многоканальный)

E-mail: ses@math.nsc.ru www.ses.net.ru

SIBEXPO SERVICE

ТЕХНОНИКОЛЬ®

негорючая изоляция

Реклама

ИННОВАЦИОННАЯ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИЯ

2 в 1

суперпрочный слой

основной слой



ЭФФЕКТИВНОЕ УТЕПЛЕНИЕ + ЭКОНОМИЧНОСТЬ

Преимущества применения плит:

- Монтаж одного слоя теплоизоляции вместо двух
- Сокращение трудозатрат вдвое
- Сокращение сроков монтажа в среднем на 10-15%
- Снижение стоимости монтажа на 15-25%
- Экономия на стоимости утеплителя



ТЕХНОФАС ДВОЙНОЙ

для штукатурных фасадов:
облегчение монтажа



ТЕХНОВЕНТ ДВОЙНОЙ

для вентилируемых фасадов:
ветрозащита не нужна



ТЕХНОРУФ ДВОЙНОЙ

для плоских кровель:
увеличение жесткости
«мягких» кровель

e-mail: teplo@tn.ru, www.teplo.tn.ru



Будущее керамики



21-я Международная выставка технологий и оборудования
для производства керамики и кирпича

30 сентября - 4 октября
2008 Римини - Италия

www.tecnargilla.it

RIMINI FIERA S.p.A. 47900 Rimini - Italy - Via Emilia, 155
Тел. +39 0541 744111 - Факс +39 0541 744485 - r.magnani@riminifiera.it

Специализированные сектора:



При сотрудничестве:



Организатор:



ТЕХНОФАС — теплая и безопасная одежда для вашего дома



Энергосбережение — одна из главных задач, поставленных перед строительной отраслью. Рентабельность любого проекта и успех инвестиционной деятельности зависит в первую очередь от того, насколько экономически выгоден этот проект не только на стадии строительства, но и в эксплуатации. Сбереечь энергию можно разными способами: введением режима экономии ее потребления (мониторинг инженерных систем жизнеобеспечения, система «умный дом») и повышением теплозащиты ограждающих конструкций зданий. Эта тактика применяется не только в новом строительстве, но и при реконструкции старого фонда, который не удовлетворяет современным требованиям.

Одним из методов значительно сокращения теплопотерь через ограждающие конструкции является утепление фасадов зданий при помощи наружной теплоизоляции. Одним из достоинств утепления фасадов является возможность выбора системы утепления для конкретного объекта в зависимости от финансовых возможностей или требуемых эстетических характеристик. Наружные стены могут быть с вентилируемой воздушной прослойкой и без вентилируемой воздушной прослойки с отделочным штукатурным верхним слоем.

Теплоизоляция фасадов с применением утеплителя из минеральной ваты или пенополистирола (ППС) с нанесенным поверх тонким штукатурным слоем известна в Европе с середины прошлого века. В России она стала внедряться примерно на 40 лет позже. Этот способ сочетает множество достоинств (доступность, технологичность, эффективность теплоизолирующих

свойств, разнообразие цвета, фактуры) и уже хорошо зарекомендовал себя. Такая популярность теплых штукатурных фасадов объясняется неоспоримыми достоинствами:

1. Эффективное повышение теплоизоляционной способности стен и устранение мостиков холода позволяет добиться снижения затрат на монтаж и эксплуатацию систем отопления и кондиционирования.

2. Небольшой вес не оказывает существенного влияния на несущую способность конструкций здания. Это позволяет сократить затраты как при строительстве новых зданий за счет уменьшения толщины стен (экономия 40–50% кирпича и кладочного раствора), так и при реконструкции и реставрации старых сооружений.

3. Возможно полное обновление фасада здания при сохранении его архитектурных форм и имеющихся деталей фасада (карнизы, пилястры и т. п.). Материал может укладываться на любую конструкцию, скрывая при этом все повреждения.

4. Уменьшение толщины наружной стены позволяет увеличить полезную площадь здания.

5. Устройство таких фасадов улучшает показатели звукоизоляции и микроклимата в помещении. Недостаточная звукоизоляция здания может самым негативным образом сказаться на стоимости квадратного метра площади здания и превратить, например, безукоризненный по всем другим показателям объект из офисного центра класса «А» в офисный центр класса «В».

Все это дает технологии фасадов с оштукатуренным наружным слоем большие преимущества, хотя имеет существенный недостаток: наличие мокрых процессов, а значит, и се-

зонность монтажных работ. Для непрерывного ведения работ создается замкнутый контур — «тепляк», который обогревается тепловыми пушками. Это несколько увеличивает себестоимость работ (до 15%), но дает возможность работать круглый год. Все это позволяет применять эту систему фасадов во всех сегментах строительства — элитном и муниципальном домостроении, многофункциональных комплексах и объектах культуры, коммерческих и промышленных объектах, офисных центрах и социальных объектах: школах, детских садах, больницах, но только с определенным типом утеплителя. Один из важнейших показателей, определяющих его выбор, — негорючесть. В данной технологии используется два вида утеплителей: плиты из пенополистирола (ППС) и плиты из минеральной (каменной) ваты.

Применение ППС ограничено, например его запрещено использовать при утеплении зданий функциональной пожарной опасности Ф1.1 (детские дошкольные учреждения, больницы) и Ф4.1 (школы, внешкольные заведения). На других объектах при утеплении пенополистиролом обязательно использовать каменную вату на оконных и дверных проемах. Предполагается, что такие расчески должны препятствовать распространению огня при возникновении пожара внутри здания.

В любом случае при использовании горючих материалов необходимо уделять особое внимание пожаробезопасности, особенно на этапе монтажа, когда ППС не защищен декоративной штукатуркой. Пример несоблюдения техники безопасности и нарушения технологии работ — пожар (24.12.07 г.) в Б. Гнездиновском переулке в центре Москвы.



Здание в центре Москвы (Б. Гнездиновский пер.) после пожара

На фото видно, что полностью выгорел ППС, остались расщепки из каменной ваты.

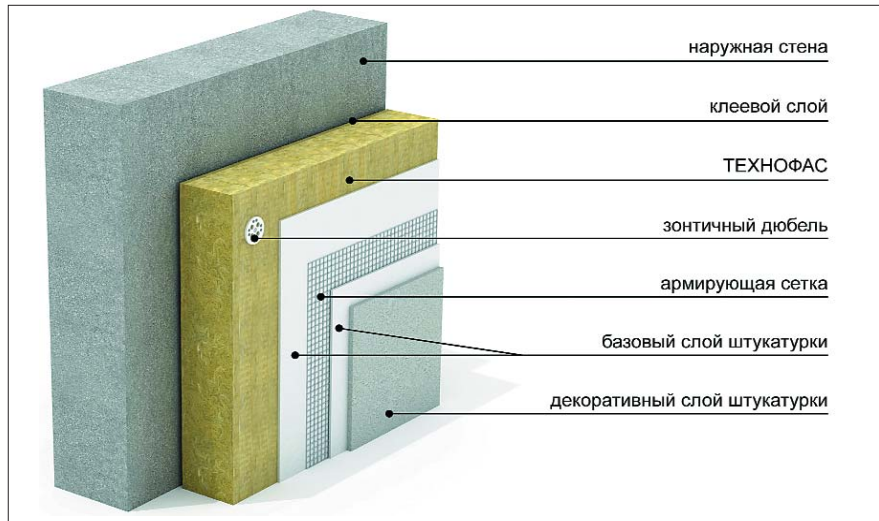
Пожар был такой силы, что нагрелась стена соседнего здания, уже утепленного ППС. Этот материал теряет формостабильность при температуре свыше 80°C, поэтому ППС увеличился в размерах, то есть ремонта требует и фасад соседнего здания. Волокна каменной ваты имеют температуру плавления свыше 1000°C, которая достигается при пожаре более чем за два часа.

Второй важный фактор, влияющий на выбор утеплителя, — это паропроницаемость как наружных ограждающих конструкций (стен), так и самого утеплителя.

Для диффузии водяного пара необходимо, чтобы более паропроницаемый материал находился снаружи, иначе водяной пар может конденсироваться внутри строительной конструкции на границе материалов с различной паропроницаемостью. Это приведет как к появлению плесени внутри здания, так и к постепенному разрушению стен от повышенной влажности. ППС можно использовать только для теплоизоляции паронепроницаемых стен, например из монолитного железобетона, трехслойных железобетонных панелей и ограниченно для стен из керамзитобетона и полнотелого кирпича, для чего требуется индивидуальный расчет конструкции на паропроницаемость. Наиболее распространенная ошибка — утепление пенополистиролом стен из ячеистобетонных блоков или из пустотелого кирпича, или, что еще хуже, из дерева. Если в первых двух случаях разрушение конструкции относительно растянуто во времени, то утепление пенополистиролом деревянной конструкции гарантирует быстрый процесс гниения дерева.

С точки зрения диффузии пара и переноса влаги системы из ППС и каменной ваты существенно отличаются по коэффициентам паропроницаемости. Утеплитель из каменной ваты, имеющий большой коэффициент паропроницаемости (0,45 мг/(м·ч·Па)), универсален и может применяться во всех фасадных системах — и паронепроницаемых, и паропроницаемых.

Для того чтобы сделать идеальный долговечный фасад, радующий как внешним видом, так и своими защитными свойствами, важно еще грамотно выбрать декоративный штукатурный состав. Финишное покрытие, нанесенное на паропроницаемый утеплитель и стену, тоже должно быть паропроницаемое. Это могут быть штукатурные составы на минеральной основе, силикатные,



TechnoFas



Жилой комплекс на ул. Ларина, г. Тольятти



Средняя школа, г. Тольятти

силиконовые, но нельзя совмещать паропроницаемую стену с акриловой (паронепроницаемой) штукатуркой, иначе влага будет скапливаться в утеплителе, что приведет к потере его теплоизолирующих свойств.

Корпорация «ТехноНИКОЛЬ» выпускает всю палитру теплоизоляционных и гидроизоляционных материалов. Специалисты корпорации рекомендуют применять специализированные теплоизоляционные материалы для утепления фасадов с защитно-декоративным покрытием из тонкослойной штукатурки. С этой целью на заводе «ТЕХНО» разработали тепло- и звукоизоляционный материал ТЕХНОФАС. Материал ТЕХНОФАС представляет собой гидрофобизированные плиты из минеральной ваты на основе горных пород габбро-базальтовой группы. Материал создан с применением последней разработки Корпорации «ТехноНИКОЛЬ» в области технологии связывания волокна. Суть технологии заключается в обработке волокон специальным составом, который обладает свойствами обеспыливателя, связующего и гидрофобизатора. В результате значительно улучшаются такие качества материала, как прочность, гидрофобность, долговечность.

Многочисленные исследования, проведенные специалистами в лаборатории научного центра, подтвердили, что материал негорюч (температура начала спекания волокон более 1000°C), химически нейтрален по отношению к другим строительным материалам, отлично сочетается с кирпичом, бетоном, строительными растворами, обладает низкой теплопроводностью и хорошо поглощает шумы. ТЕХНОФАС устойчив к циклам замораживания-оттаивания, обладает низкими показателями водопоглощения и необходимым показателем паропроницаемости. Точность геометрии и высокие прочностные характеристики позволяют использовать этот материал на любых фасадах.

ТЕХНОФАС подходит для применения в гражданском и промышленном строительстве как при возведении новых зданий, так и при реконструкции существующих объектов. Материал выпускается в плитах длиной 1200 мм, шириной 600 мм и толщиной 50–200 мм. ТЕХНОФАС гарантирует качественное исполнение системы и долгий срок ее службы.

Статья создана при участии службы технической поддержки направления «Каменная вата» Корпорации «ТехноНИКОЛЬ»
www.teplo.tn.ru



17-я МЕЖДУНАРОДНАЯ НЕДЕЛЯ КАПИТАЛЬНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА «СТРОЙТЕХ»

НА ПРАВАХ РЕКЛАМЫ



Базовые выставки Федерального агентства
по строительству и ЖКХ (Росстрой)

Базовые выставки строительных комплексов стран СНГ

17–20 ФЕВРАЛЯ 2009

Москва,
КВЦ «Сокольники»

ОРГАНИЗАТОРЫ:

Федеральное агентство
по строительству и ЖКХ (Росстрой),
Союз производителей цемента «Союзцемент»,
ЗАО «Международная Выставочная Компания»

ПРИ ПОДДЕРЖКЕ:
НП «АВОК»,


НА производителей стальных гнутых профилей,
Ассоциации производителей
трубопроводов с ППУ-изоляцией,
Национальной Ассоциации
автоклавного газобетона,
Ассоциации «Рособои»

ДИРЕКЦИЯ ВЫСТАВКИ:
Тел./факс.: (495) 925-34-97
E-mail: stroy@mvk.ru

ВЫСТАВКИ:



СТРОЙТЕХ

Салон ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ
Салон СТРОИТЕЛЬНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ И ПОДЪЕМНО-ТРАНСПОРТНАЯ ТЕХНИКА
Салон ТЕХНОЛОГИИ И МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ КАПИТАЛЬНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА
 Салон СЕЙСМОБЕЗОПАСНЫЕ, БЫСТРОВЗВОДИМЫЕ И МОБИЛЬНЫЕ ЗДАНИЯ
Салон ИНЖЕНЕРНЫЕ КОММУНИКАЦИИ
Салон МАЛОЭТАЖНОЕ СТРОИТЕЛЬСТВО

www.stroytekh.ru
E-mail: stroy@mvk.ru



RFI (Кровля и изоляция)

Салон ФАСАДНЫЕ И ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ

www.roofexpo.ru
E-mail: stroy@mvk.ru



BETONEX (Цемент, бетон)

Салон АВТОКЛАВНЫЙ ГАЗОБЕТОН

www.betonexpo.ru
E-mail: stroy@mvk.ru



WALLDECO (Отделочные материалы)

www.walldeco.ru
E-mail: stroy@mvk.ru

УДК 66.067.3

Е.В. РОМАНЮК, инженер, Ю.В. КРАСОВИЦКИЙ, д-р техн. наук,
Воронежская государственная технологическая академия (ВГТА);
Р.А. ВАЖИНСКИЙ, зам. ген. директора по экономике,
Семилюкский комбинат строительных материалов (Воронежская обл.);
Н.Н. ЛОБАЧЕВА, Е.Л. ЗАСЛАВСКИЙ, канд. техн. наук,
Воронежский государственный политехнический университет;
А.В. ЛОГИНОВ, канд. техн. наук, ВГТА

Определение удельной газовой нагрузки на зернистые фильтры

В условиях производства строительных материалов фильтрование технологических и аспирационных выбросов зернистыми слоями имеет ряд преимуществ. Применение зернистых фильтров обусловлено возможностью работы при резком изменении физико-химических параметров пылегазового потока с достаточной для многих технологических целей эффективностью, термостойкостью, коррозионно-стойкостью, высокой механической прочностью гранул и фильтрующих элементов со связанной структурой, отсутствием электрокапиллярных явлений, использованием различных способов регенерации, возможностью возврата насыпного зернистого слоя вместе с уловленной пылью в производство.

Однако широкое применение зернистых слоев для обеспыливания газов ограничивается высокой стоимостью фильтрующих устройств. Этот недостаток может быть компенсирован определением оптимального значения удельной газовой нагрузки.

С увеличением удельной газовой нагрузки q при неизменной производительности фильтра общая поверхность фильтрования, а следовательно, и стоимость фильтра пропорционально уменьшаются [1, 2].

Максимальное увеличение q приводит к росту перепада давлений на фильтре ΔP , т. е. к росту энергетических затрат. Поэтому оптимальное значение этой величины q_{opt} определяется минимальной суммой общих затрат Z_0 на проведение процесса, в которую входят затраты на содержание и обслуживание фильтра Z , амортизационные отчисления A и энергетические затраты \mathcal{E} .

Предложена методика определения q_{opt} применительно к зернистым фильтровальным перегородкам со связанной структурой.

Отсутствие достаточного опыта эксплуатации таких фильтров в промышленных условиях создает трудности при оценке стоимости содержания и обслуживания фильтра. Однако при высокой степени механизации эксплуатации и ремонтных работ эти затраты в интересующем диапазоне значений $q = 0,1-8$, [м³/(м²·мин)] можно с небольшой погрешностью принять постоянными.

Амортизационные отчисления обратно пропорциональны q , так как при увеличении удельной газовой нагрузки фильтрующая поверхность и габариты аппарата сокращаются. Амортизационные отчисления оценим по формуле [3]:

$$A = 0,01 C_k a, \quad (1)$$

где C_k – стоимость комплекта оборудования, р./год; a – годовая норма амортизации.

Стоимость фильтрующих элементов из пористых металлов примем в размере 80% стоимости аппарата в соответствии с современным соотношением цен. Тогда

значение C_k можно рассчитать по формуле:

$$C_k = 1,25 \cdot C_{\phi, \varepsilon} \cdot q_0 \cdot q^{-1}, \quad (2)$$

где $C_{\phi, \varepsilon}$ – стоимость фильтрующих элементов; q_0 – удельная газовая нагрузка.

Сравним (1) и (2), получим:

$$A = 1,25 \cdot 10^{-2} C_{\phi, \varepsilon} \cdot a \cdot q_0 \cdot q^{-1} = B_1 \cdot q^{-1}, \quad (3)$$

где

$$B_1 = 1,25 \cdot 10^{-2} \cdot a \cdot C_{\phi, \varepsilon} \cdot q_0. \quad (4)$$

Энергетические затраты, определяемые мощностью эксгаустера N , найдем по формуле:

$$\mathcal{E} = N \cdot \Phi \cdot K_{\phi} \cdot K_M \cdot K_n \cdot \Pi, \quad (5)$$

где Φ – плановый фонд работы фильтра, ч/год; K_{ϕ} , K_M , K_n – коэффициенты использования оборудования по времени, мощности и с учетом потерь в сети; Π – цена электроэнергии, р./кВт. Значение N определяем по формуле:

$$N = Q \cdot \Delta P / 10^3 \eta, \quad (6)$$

где η – КПД вентилятора; Q – заданная производительность, м³/с.

Таким образом, при $Q = \text{const}$ величина \mathcal{E} определяется кинетикой изменения ΔP . При этом зависимость $\Delta P = f(\tau)$, синтезированная на основе известной формулы Эргана [2], имеет вид:

$$\Delta P = [150(1-\varepsilon)^2 \cdot w \mu / (\varepsilon^3 d_3^2) + 175(1-\varepsilon) w^2 \rho / (\varepsilon^3 d_3)] h + r_{oc} w^2 x_n = [1 - K_n \cdot \exp(-m \tau)]. \quad (7)$$

Принимая $K_n = 0$ и используя очевидное соотношение $w = q/60$, зависимость (5) с учетом (6) и (7) можно представить в виде:

$$\mathcal{E} = B_2 q + B_3 q^2, \quad (8)$$

где

$$B_2 = Q \cdot 10^{-3} \cdot \eta^{-1} \Phi K_{\phi} \cdot K_M \cdot K_n \cdot \Pi 150(1-\varepsilon)^2 \mu h / \varepsilon^3 60 d_3^2, \quad (9)$$

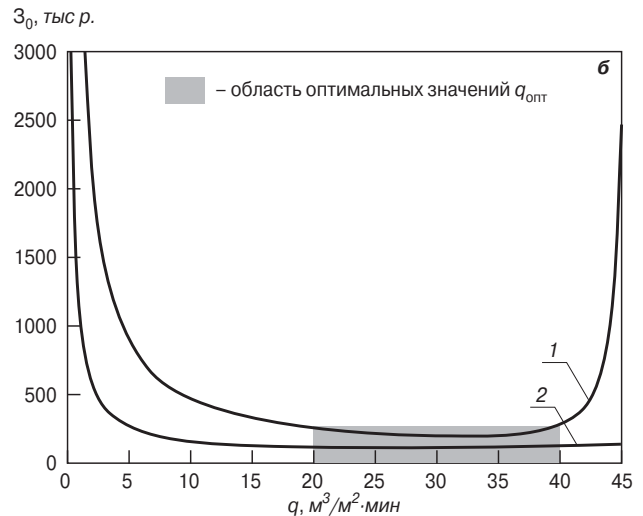
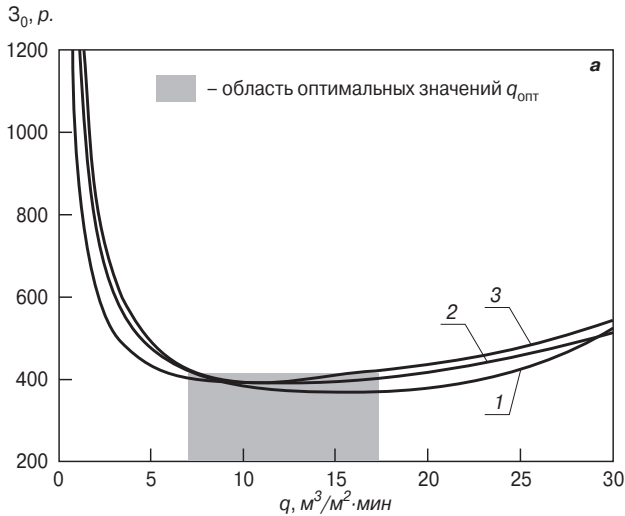
$$B_3 = Q \cdot 10^{-3} \cdot \eta^{-1} \Phi K_{\phi} \cdot K_M \cdot K_n \cdot \Pi [1,75(1-\varepsilon) / \varepsilon^3 \cdot p / d_3 \cdot (1/60)^2 h + r_{oc} (1/60) 2 \cdot \tau_{max}]. \quad (10)$$

Общие затраты с учетом (4) и (10) определяем по формуле:

$$Z_0 = Z + A + \mathcal{E} = Z + B_1 q^{-1} + B_2 q + B_3 q^2. \quad (11)$$

Наименьшие затраты, соответствующие q_{opt} , получим из условия:

$$dZ_0/dq = -B_1 q^{-2} + B_2 + 2B_3 q = 0. \quad (12)$$



Фрагменты зависимости $Z_0=f(q)$ для зернистых слоев: а – пористые металлы, расчет по уравнению (11) при B_1, B_2, B_3 соответственно: 1 – $2,087 \cdot 10^6$; 221,44; 787,69; 2 – $1,464 \cdot 10^5$; 506,14; $1,351 \cdot 10^3$; 3 – $2,09 \cdot 10^5$; 39,54; $1,351 \cdot 10^3$; б – кварцевый песок, расчет по уравнению (14) при $B''_1, B''_2, B''_3, B''_4$ соответственно: 1 – 1000; 0,022; 0,048; $7,07 \cdot 10^{-3}$; 2 – 1000; 0,119; 0,061; $7,07 \cdot 10^{-3}$

Найденное из (12) приближенное значение q_{opt} уточним методом Ньютона:

$$q_{opt} = (q'_{opt} - dZ_0/dq'_{opt}) / (d^2Z_0/dq'^2_{opt}) = q'_{opt} - (B_1 d'^2_{opt} + 2B_3 q'_{opt} + B_2) / (2(B_1 q'^{-3}_{opt} + B_3)). \quad (13)$$

В качестве примера далее показано определение q_{opt} для следующих параметров пылегазового потока и фильтровальной перегородки: $\mu = 20 \cdot 10^{-6} \text{ Н} \cdot \text{с} / \text{м}^2$; $r = 1,5 \cdot 10^7 \text{ Н} \cdot \text{с} / \text{м}^4$; $x_n = 30 \cdot 10^{-6}$; $\rho = 1 \text{ кг} / \text{м}^3$; $\varepsilon = 0,4$; $d_3 = 0,1 \cdot 10^{-3} \text{ м}$; $h = 5 \cdot 10^{-3} \text{ м}$; $\tau_{max} = 4 \cdot 10^3 \text{ с}$; $Q = 0,28 \text{ м}^3 / \text{с}$; $a_0 = 1 \text{ м}^3 / (\text{м}^2 \cdot \text{мин})$; $\Phi = 4 \cdot 10^3 \text{ ч} / \text{год}$; $\Pi = 1,42 \text{ р.} / \text{кВт} \cdot \text{ч}$; $Z = 4,32 \cdot 10^4 \text{ р.} / \text{год}$; $a = 10\%$; $C_{ф.э} = 1,67 \cdot 10^6 \text{ р.}$; $K_M K_\theta K_n = 0,5$; $\eta = 0,505$.

По формулам (4), (9) и (10) получим $B_1 = 2,087 \cdot 10^6$, $B_2 = 221,436$, $B_3 = 787,69$. Тогда:

$$Z_0 = 4,32 \cdot 10^4 + 2,087 \cdot 10^6 q^{-1} + 221,44q + 787,69q^2.$$

Из (12) получим приближенное значение $q'_{opt} = 5,051 \text{ м}^3 / (\text{м}^2 \cdot \text{мин})$ и в соответствии с (13) $q_{opt} = 6,747 \text{ м}^3 / (\text{м}^2 \cdot \text{мин})$.

Общие затраты Z_0 при q_{opt} в соответствии с (11) составляют $Z_0 = 1,115 \cdot 10^5 \text{ р.} / \text{год}$.

Для расчета, приведенного выше, использовали приблизительные цены на фильтровальные установки, а также тарифы, по которым работает ЗАО ПКФ «Воронежский керамический завод», на 1 января 2008 г.

При разделении аэрозолей с образованием сжимаемого осадка на несжимаемом зернистом цилиндрическом слое зависимость $\Delta P = f(\tau)$ примет вид уравнения (12), в котором μr_n и $\mu r'_0$ заменяют соответственно на \bar{r}_n и \bar{r}'_n и получают:

$$\Delta P = r_n w R_{n,n} \ln R_{n,n} / R_{n,e} + [1/2 \bar{r}'_0 (1-s) w R_{n,n} \ln(2w x_n \tau / R_{n,n} + 1)]^{1/(1-s)}.$$

Тогда

$$\Theta = B'_2 q + B'_3 q^m \ln^m(B'_4 q + 1),$$

где $B'_2 = 1/60 Q 10^{-3} \eta^{-1} \Phi K_M K_\theta K_n \Pi \bar{r}_n R_{n,n} \ln R_{n,n} / R_{n,e}$; $B'_3 = (1/60 \cdot 1/2 \bar{r}'_0 m^{-1} R_{n,n})^m Q \cdot 10^{-3} \eta^{-1} \Phi K_M K_\theta K_n \Pi$; $B'_4 = 2/60 x_n R_{n,n}^{-1}$; $m = 1/(1-s)$.

В этом случае уравнение (11) примет вид:

$$Z_0 = Z + B'_1 q^{-1} + B'_2 q + B'_3 q^m \ln^m(B'_4 q + 1);$$

$$dZ_0/dq = B'_1 q^{-2} + B'_2 + B'_3 [q^m \ln^{m-1}(B'_4 q + 1) B'_4 / B'_4 q + 1 + m q^{m-1} \ln^m(B'_4 q + 1)] = 0.$$

Последнее уравнение трансцендентное, и способ последовательных уточнений приближенного решения здесь оправдан еще в большей мере, чем при анализе зависимости (12), к которой применимы альтернативные методы: разложение правой части на множители, использование формулы Кардана, ввод вспомогательных величин и т. д. Поэтому

$$q_{opt} = q'_{opt} - \frac{dZ_0/dq'_{opt}}{d^2Z_0/dq'^2_{opt}},$$

где

$$dZ_0/dq'_{opt} = B'_1 q'^2_{opt} + B'_2 + B'_3 \times [q'^m_{opt} m \ln^{m-1}(B'_4 q'_{opt} + 1) / (B'_4 q'_{opt} + 1) + m q'^{m+1}_{opt} \ln(B'_4 q'_{opt} + 1)].$$

Тогда:

$$d^2Z_0/dq'^2_{opt} = 2B'_1 q'^{-3}_{opt} + B'_3 m [q'^m_{opt} \ln^{m-1}(B'_4 q'_{opt} + 1) \times [-B'_2 / (B'_4 q'_{opt} + 1)^2] + q'^m_{opt} (m-1) \ln^{m-2}(B'_4 q'_{opt} + 1) \times [B'_4 / (B'_4 q'_{opt} + 1)]^2 + m q'^{m-1}_{opt} \ln^{m-1}(B'_4 q'_{opt} + 1) \times B'_4 / (B'_4 q'_{opt} + 1) + q'^{m-1}_{opt} m \ln^{m-1}(B'_4 q'_{opt} + 1) \times B'_4 / (B'_4 q'_{opt} + 1) + (m-1) q'^{m-2}_{opt} \ln^m(B'_4 q'_{opt} + 1)].$$

Особый интерес представляет определение q_{opt} при обеспыливания газа зернистыми слоями с постепенным закупориванием пор, так как именно этот процесс наиболее распространен при использовании зернистых слоев с несвязанной структурой. В этом случае из уравнений (5) и (6) получаем:

$$\Theta = N \Phi K_M K_\theta K_n \Pi = Q / 10^3 \eta \Phi K_M K_\theta K_n \Pi / (A - C \tau)^2.$$

Вводим:

$$B''_2 = Q \cdot 10^{-3} \eta^{-1} \Phi K_M K_\theta K_n \Pi,$$

$$B''_3 = (1/1_n)^{1/2},$$

$$B''_4 = x_n / \pi l_c (B_0 / N_n)^{1/2} \tau_{max},$$

Тогда:

$$\Theta = B''_2 / (B''_3 - B''_4 q^{1/2})^2.$$

По аналогии с (11) имеем:

$$Z_0 = Z + B''_1 q^{-1} + B''_2 / (B''_3 - B''_4 q^{1/2})^2. \quad (14)$$

Поскольку для зернистых слоев с несвязанной структурой стоимость фильтрующего материала не превыша-

ет 20% стоимости аппарата, из уравнения (4) получим:

$$B_1' = 5 \cdot 10^{-2} a C_{ф.э} q_0.$$

Значение q_{opt} , как и ранее, определим из соотношения:

$$dZ_0/dq = B_1'' q^{-2} + B_2'' B_4'' q^{-1/2} / (B_3'' - B_4'' q^{-1/2})^3 = 0$$

и уточним по формуле:

$$q_{opt} = (q'_{opt} - dZ_0/dq'_{opt}) / d^2 Z_0 / dq'^2_{opt} = \\ = [-B_1'' q'^2_{opt} + B_2'' B_4'' q'^{-1/2}_{opt} / (B_3'' - B_4'' q'^{-1/2}_{opt})^3] / \\ / \{ 2 B_1'' q'^{-3}_{opt} + [(B_3'' - B_4'' q'^{1/2}_{opt}) (-1/2 B_2'' B_4'' q'^{-3/2}_{opt}) - \\ - 3 B_2'' B_4'' q'^{-1/2}_{opt} (-1/2 B_4'' q'^{-1/2}_{opt})] / (B_3'' - B_4'' q'^{1/2}_{opt})^4 \}.$$

Как показано выше, нахождение корней производной Z'_0 в формуле (11) сводится к решению уравнения (12). Наиболее целесообразно решать уравнения такого вида методом простой итерации, используя уравнение:

$$q_{i+1} = (B_1 q_i^2 - B_2) / 2 B_3.$$

Однако при найденных значениях B_1, B_2, B_3 этот процесс оказывается расходящимся, так как в заданном интервале изменения q справедливо соотношение $(B_1 q^2 - B_2) / 2 B_3 \geq 1$.

Поэтому значения Z_0 рационально минимизировать циклическим вычислением этой величины при изменении q с достаточно мелким шагом Δq и сортировкой получаемых значений на минимум.

На рисунке приведены рассчитанные по формулам (13) и (14) зависимости $Z_0 = f(q)$ применительно к условиям тонкой очистки газовых технологических сред и обеспыливания высокотемпературных отходов газов.

Как следует из рисунка, в широком диапазоне изменения коэффициентов B_i , охватывающем наиболее актуальные сферы применения зернистых слоев, значения

q_{opt} определяются относительно узкой областью (выделенные зоны). Это позволяет конкретизировать рекомендации по выбору q_{opt} .

Рассмотренный способ позволил определить оптимальную область использования зернистых слоев расчетным путем или в случае необходимости прогнозировать результаты за пределы факторного пространства и отказаться от сложных и дорогостоящих экспериментов, используемых обычно при эмпирическом решении вопроса.

Следует отметить, что экономически предпочтительная область q_{opt} в отдельных случаях может не совпадать со специфическими и доминирующими требованиями производства (минимальная поверхность фильтрации, использование особо дефицитного фильтровального материала, искусственное повышение значений \bar{r}_n и r'_0 путем предварительного напыления вспомогательного порошка для снижения проскока и т. д.).

Однако в большинстве случаев значения q_{opt} , найденные по предложенной методике, обеспечивают минимальные общие затраты на обеспыливание газов.

Список литературы

1. Горемыкин В.А. и др. Энергосберегающее пылеулавливание при производстве керамических пигментов по сухому способу / Под ред. В.А. Горемыкина и Ю.В. Красицкого. Воронеж: Воронежский гос. ун-т, 2001. 296 с.
2. Машиностроение. Энциклопедия / Ред. совет: К.В. Фролов (пред.) и др. М.: Машиностроение. Машины и аппараты химических и нефтехимических производств. Т. IV.
3. Krasovickij J.V. et al. Aerodynamische Verfahren zur Erhöhung der Leistungserzeugung der Entstaubung, Monographie. Vilnius: Technika, 2006. 352 s.

8000

23-25 ОКТЯБРЯ

СОЧИ, ПЛОЩАДЬ МОРВОКЗАЛА

XXII СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ ВЫСТАВКА

«СТРОИТЕЛЬСТВО И БЛАГОУСТРОЙСТВО.»

ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ. ЭКОЛОГИЯ»

«КЛИМАТИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ»

XVII СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ ВЫСТАВКА

«СОВРЕМЕННЫЙ ДОМ И КОТТЕДЖ. ДИЗАЙН ИНТЕРЬЕРА»



При поддержке:
Администрации г. Сочи



Союза Строителей (работодателей) Кубани



ТПП г. Сочи

ВЫСТАВОЧНАЯ КОМПАНИЯ «СОЧИ-ЭКСПО ТПП г. СОЧИ», Тел./факс: (8622) 620-524, 642-333, 647-555, (495) 745-77-09, E-mail: stroyka@sochi-expo.ru; www.sochi-expo.ru

Г.И. БЕРДОВ, д-р техн. наук, заслуженный деятель науки и техники РФ,
 В.Н. ЗЫРЯНОВА, канд. техн. наук, А.Н. МАШКИН, инженер,
 Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин);
 В.Ф. ХРИТАНКОВ, канд. техн. наук,
 Новосибирский государственный аграрный университет

Нанопроцессы в технологии строительных материалов

Традиционным методом улучшения свойств строительных материалов и технической керамики является изменение их состава и совершенствование режимов технологических процессов. Резервы этого метода во многом уже исчерпаны. Поэтому актуальным является использование нанотехнологий. Они успешно применяются в электронике, радиотехнике и др. Освоен производственный выпуск нанопорошков металлов, оксидов, нитридов. Размеры частиц порошков сопоставимы с размерами атомов и молекул [1]. Такие порошки имеют огромную удельную поверхность, малую насыпную плотность. Они трудно компактируются, а полученные из них высокотемпературным спеканием образцы по свойствам близки к образцам, изготовленным из порошков, имеющих принятые в производстве размеры частиц.

Вместе с тем на основе анализа технологии строительных материалов и технической керамики можно выделить ряд процессов, развивающихся в объемах, сопоставимых с размерами атомов и молекул. Будем называть их нанопроцессами. К их числу относятся межфазные взаимодействия в композиционных материалах, адсорбционные и ионообменные процессы при взаимодействии твердого тела с жидкостью (гидратация вяжущих веществ, коррозионное разрушение материалов и т. д.), процессы при синтезе и спекании керамических материалов.

Рассмотрим эти процессы, их влияние на свойства строительных материалов и технической керамики, возможности их использования для прогнозирования и улучшения свойств таких материалов.

Межфазное взаимодействие в композиционных материалах. Искусственные каменные строительные материалы представляют собой системы, в которых частицы наполнителей объединены в прочную структуру посредством вяжущего вещества. Такая система представляет собой композиционный материал, свойства которого определяются как свойствами наполнителя и вяжущего вещества, так и результатами их возможного взаимодействия.

Таблица 1

Состав	$S, \text{ м}^2/\text{г}$	$T_{\text{нач}}$	$T_{\text{окисл}}$
Ненаполненная смола	0	125	390
30 мас. % волластонита	0,48	145	404
50 мас. % волластонита	0,8	175	408
55 мас. % волластонита	0,88	180	415
30 мас. % диопсида	0,99	166	414
50 мас. % диопсида	1,65	188	400
60 мас. % диопсида	1,98	195	393

При оценке влияния минеральных наполнителей на механическую прочность композиционных материалов необходимо учитывать упругие свойства компонентов. Основная часть прилагаемой нагрузки будет приходиться на компонент, имеющий большее значение модуля упругости. Это особенно должно проявляться в случае полимерного связующего, имеющего относительно малое значение модуля упругости.

При введении минерального наполнителя энергетическое воздействие его поверхности будет оказывать существенное влияние как на контактную зону, так и на само вяжущее вещество. В случае полимерных связующих это будет проявляться в упрочнении структуры полимера [2, 3]. В случае неорганических вяжущих веществ химический состав наполнителя и энергетическое воздействие поверхности его частиц будут оказывать влияние на гидратацию вяжущего вещества, а также на состав, структуру и свойства продуктов гидратации.

Так, введение в качестве наполнителей природных силикатов кальция обеспечивает упрочнение структуры и повышение свойств композиционных материалов на основе ненасыщенных полиэфирных смол. Рассмотрим, например, композиционные материалы, содержащие в качестве полимерного связующего ненасыщенную полиэфирную смолу на ортофталевой основе марки S280E. Отвердителем служил раствор пероксида метилэтилкетона в диметилфталате; наполнителями – природные силикаты: волластонит Синюхинского месторождения и диопсид Слюдянского месторождения. Средний размер частиц, определенный седиментационным методом, составлял, мкм: волластонит – 14,9; диопсид – 9. Удельная поверхность порошков, определенная по методу Клячко–Гуревича, была равна, $\text{м}^2/\text{г}$: волластонит – 1,6; диопсид – 3,3.

Дериватографический анализ, выполненный на приборе Q-1500 в интервале 20–700°C, показал, что введение наполнителей приводит к изменению температуры начала разложения полимера ($T_{\text{нач}}$) и его окислительной деструкции ($T_{\text{окисл}}$) (табл. 1). Так как удельная поверхность порошков значительно различается, что может иметь существенное значение при межфазном взаимодействии полимер–наполнитель, в таблице приведены значения суммарной поверхности частиц наполнителя, содержащихся в 1 г композиционного материала ($S, \text{ м}^2/\text{г}$).

Введение волластонита и диопсида приводит к существенному повышению температуры начала разложения ненасыщенных полиэфирных смол в составе композиционного материала.

Энергетическое воздействие поверхности твердого тела проявляется в случае композиционных материалов (растворов, бетонов), когда используются неорганические вяжущие вещества, при этом значительную роль играет химический состав наполнителя.

Таблица 2

Порода-наполнитель	Прочность при сжатии, МПа		Коэффициент водостойкости	Усадка, %
	Твердение в воздушной среде	Твердение в воздушно-влажной среде		
Диопсидовая	68,5	81,5	1,19	0,03
Тремолитовая	52,8	44,7	0,89	0,02
Серпентинитовая	50,1	46,1	0,92	0,04
Цеолитовая	58,2	67,5	1,16	0,05

Таблица 3

Состав	Волластонит	Диопсид	Известняковая мука	ρ , г/см ³	$R_{сж}$, МПа	$R_{сж, влаж.}$, МПа	$R_{изг}$, МПа	W, %	K
1	20	–	–	1,22	7,97	2,72	4,6	25,7	0,34
2	30	–	–	1,19	6,24	1,94	3,4	27,1	0,31
3	40	–	–	1,21	5,01	2,02	2,73	27,7	0,4
4	–	20	–	1,21	7,23	2,64	4,1	26,3	0,37
5	–	30	–	1,21	5,23	2,14	2,84	28,1	0,41
6	–	40	–	1,21	3,99	1,82	2,13	30,6	0,46
7	–	–	20	1,19	7,27	2,8	4,04	26,2	0,38
8	–	–	30	1,19	6,65	2,18	3,35	26,4	0,33
9	–	–	40	1,15	4,67	1,6	2,96	29,5	0,43
10	–	–	–	1,22	9,93	3,82	6,36	21,5	0,39
11	15	15	–	1,21	5,56	2,14	3,01	28,9	0,39

Так, для растворов и бетонов предпочтительными в качестве крупных заполнителей являются известняк и другие карбонатные породы [4–6]. В этом случае обеспечивается лучшее срастание продуктов твердения цемента с заполнителями.

Для магнизиальных вяжущих веществ рассматриваемый эффект установлен В.И. Верещагиным с сотрудниками [7]. В состав вяжущих веществ вводили дисперсные природные силикаты (диопсид, тремолит, серпентинит, цеолит). Соотношение природного силиката и каоуческого магнезита составляло 70:30. Затвердителем являлся раствор $MgCl_2$. В продуктах твердения рентгенофазовым анализом установлено наличие вводимых в состав силикатов и модифицированного тригидроксиоксида магния, более устойчивого к действию воды, чем пентагидроксиоксид. MgO и $Mg(OH)_2$ в продуктах твердения отсутствовали.

Очень важным результатом, полученным в работе [7] при дифференциально-термическом анализе, является смещение эндоэффектов в более высокотемпературную область (при разложении пентагидроксиоксида и тригидроксиоксида – на 50–70°C). Это показывает воздействие поверхности наполнителя (природного силиката) на гидратацию, структурообразование и упрочнение структуры образующихся гидратов. Свойства получаемых магнизиальных вяжущих веществ, по данным работы [7], приведены в табл. 2.

Рассматриваемый эффект повышения свойств продуктов гидратации вяжущих веществ проявляется и в случае гипсовых смесей. В работе использованы кальцийсодержащие минеральные добавки: волластонит Алтайского месторождения, диопсид Слюдянского месторождения, а также известняковая мука. Средний размер частиц этих минеральных добавок, определенный

методом лазерной гранулометрии, составлял у волластонита, диопсида и известняковой муки соответственно, мкм: 28,8; 38,6; 8,7; удельная поверхность, м²/г: 0,355; 0,201; 0,641.

Добавки вводились в количестве 20; 30 и 40 мас. % (табл. 3). Исследовано также совместное действие добавок волластонита и диопсида. В качестве контрольного принят состав, не содержащий минеральных добавок. Водотвердое отношение во всех случаях составляло 0,6 [8, 9].

У исследованных составов по общепринятым методикам определяли: среднюю плотность (ρ), водопоглощение (W), предел прочности при сжатии ($R_{сж}$), предел прочности при изгибе ($R_{изг}$), предел прочности при сжатии образцов, насыщенных водой ($R_{сж, влаж.}$). По полученным результатам рассчитывали коэффициент водостойкости (K) как отношение предела прочности при сжатии образцов, насыщенных водой, к пределу прочности сухих образцов (табл. 3).

По результатам термического анализа можно отметить, что температура эндоэффектов на дериватограммах приблизительно одинакова. Вместе с тем прослеживается тенденция к повышению температуры разложения при введении минеральных добавок, особенно волластонита.

Методом Горовица–Метцгера [10] определены значения энергии активации гидратации исследованных смесей. В отличие от систем с полимерным связующим эти значения практически одинаковы для различных составов (около 100 кДж/моль), что близко к величине изменения энтальпии в результате реакции термического разложения двуводного гипса.

Адсорбционное взаимодействие в системе твердое тело–жидкость. Такое взаимодействие, являющееся важнейшей составной частью гидратационного тверде-

ния вяжущих веществ, заслуживает пристального внимания с точки зрения рассматриваемых нанопроцессов.

Поверхность твердых тел, даже в простейших случаях (монокристаллические образцы), крайне не однородна. Различные участки поверхности — грани, ребра, углы обладают неодинаковыми свойствами. У поликристаллических образцов различна ориентация отдельных кристаллов. В случае цементного клинкера, глины ситуация дополнительно осложняется их полиминеральностью, наличием примесей, образованием твердых растворов.

Тем не менее на основе анализа литературных данных и полученных экспериментальных результатов можно выделить следующие основные процессы, протекающие при взаимодействии силикатных материалов с водой и водными растворами электролитов, разделив их на две группы.

1. Контактное взаимодействие твердого тела с водой:
 - смачивание поверхности твердого тела;
 - заполнение пор и капилляров материала вследствие действия капиллярных сил;
 - образование заряженных слоев на границе раздела фаз.
2. Собственно взаимодействие твердого тела с водой:
 - адсорбция растворителя и растворенного вещества на поверхности твердого тела;
 - растворение твердого тела с образованием истинных или коллоидных растворов;
 - гидролиз соединений, образующих твердое тело;
 - ионообменное взаимодействие твердого тела с жидкой средой.

Рассматриваемые материалы гидрофильны, легко смачиваются водой, которая проникает в поры и капилляры твердых частиц. При образовании двойного электрического слоя на поверхности твердого тела поверхность приобретает в случае цемента и глины отрицательный заряд вследствие частичной поверхностной диссоциации оводненных силикатов.

Вода, адсорбированная на поверхности твердого тела, значительно отличается по своим свойствам от объемной воды. Вследствие напряженности водородных связей область измененной структуры воды может иметь значительную протяженность [11]. Расстояния, на которые действуют поверхностные силы твердого тела, изменяющие структуру и свойства воды, уменьшаются при снижении гидрофильности подложки и повышении температуры.

Исследование адсорбционных пленок на поверхности слюды показало, что их толщина может составлять от десятых долей до 2 мкм. В таких пленках происходит увеличение степени упорядоченности распределения молекул и структурных полиэдров, что приводит к изменению плотности воды и других ее свойств [12].

Вследствие изменения структуры воды в адсорбционном слое изменяются и ее свойства. Температурный минимум объема (максимальная плотность) воды, адсорбированной на поверхности слюды при толщине слоя 0,6 мкм, сдвигается в область отрицательной температуры и расположен в интервале -10 — -20°C [13].

Изменение структуры воды обуславливает кинетические препятствия для ее кристаллизации. Следствием упорядоченности молекул воды в тонких пленках является возрастание их теплопроводности по сравнению с объемной фазой. При уменьшении толщины пленки от 1 до 0,05 мкм теплопроводность возрастает от $\sim 0,6$ до $65 \text{ Вт}/(\text{моль}\cdot\text{К})$, то есть в 100 раз [14].

Аналогичный рост наблюдается и у другой полярной жидкости — этилового спирта, но отсутствует у неполярных жидкостей — четыреххлористого углерода и трансформаторного масла.

Из особенностей строения и свойств воды в наноразмерных слоях на поверхности дисперсных твердых

веществ следует как минимум два практически важных вывода: возможность прогнозирования свойств дисперсных веществ (глин, цемента и др.) и пути повышения морозостойкости строительных материалов.

Перевод воды из адсорбированного (пленочного) состояния в объемное может быть осуществлен нагреванием системы. Для этого может быть использовано высокочастотное электрическое поле или обычный термический нагрев. Изменение при этом свойств суспензии (электрической емкости системы, ее теплопроводности и др.) легко фиксируется и хорошо коррелирует со свойствами дисперсного вещества и получаемых из него строительных материалов. Это обеспечивает основу управления технологическими процессами при получении строительных материалов (бетона, кирпича, силикатных блоков и др.).

Ранее [15, 16] был разработан ряд экспресс-методов определения и прогнозирования свойств глин: минерального типа, дообжиговых и обжиговых характеристик изделий из них по теплофизическим характеристикам концентрированных суспензий. Длительность испытаний составляет не более 30 мин. Методы экспресс-оценки и прогнозирования опробованы в производственных условиях и получили положительную оценку. Результаты прогнозирования подтверждены промышленными испытаниями.

Разработан метод и приборы для экспресс-контроля активности цемента (приборы серии «Рапид») [17].

Отдельно рассмотрим вопрос о морозостойкости строительных изделий.

Морозостойкость строительных материалов во многом определяется их пористой структурой, заполняемой водой. Плотность воды составляет $0,998 \text{ г}/\text{см}^3$ при 20°C , $1 \text{ г}/\text{см}^3$ при 4°C , плотность льда (гексагональная структура) при 0°C равна $0,917 \text{ г}/\text{см}^3$ [18]. Таким образом, увеличение объема при замерзании составляет около 9%. Это является основной причиной разрушения строительных материалов при испытании на морозостойкость, когда их поры и капилляры заполнены водой или раствором электролита.

Вместе с тем при таких испытаниях обнаруживаются на первый взгляд парадоксальные результаты.

Так, в работе [19] исследован мелкозернистый бетон и бесцементные вяжущие, содержащие в качестве наполнителя шлак ТЭЦ. Образцы имели прочность при сжатии 45–85 МПа, водопоглощение — 9,3 мас. %.

Образцы, предварительно насыщенные 5% раствором NaCl, выдерживали при комнатной температуре $+20^{\circ}\text{C}$ в течение 4 сут в воде. После насыщения часть образцов (контрольные) испытывали на сжатие (через 2 ч после извлечения из воды), а остальные взвешивали и помещали в холодильную камеру, где замораживали до температуры -50°C . Оттаивание образцов после замораживания осуществлялось в воде. Через определенное число циклов образцы снова взвешивали и испытывали на сжатие. После 5 циклов прочность образцов снизилась на 6%; после 10 циклов возросла на 12%, коэффициент морозостойкости составил 1,2.

Аналогичные результаты получены при исследовании гипсовых отделочных смесей. Исследованный состав содержал, мас. %: гипсовое вяжущее 70–82; тонкомолотый известняк 15–25; гашеную известь 3–5; кроме этого — комплексную добавку на основе метилцеллюлозы и другие органические добавки [20].

В результате испытаний на морозостойкость выявлено, что после 35 циклов замораживания-оттаивания прочность при изгибе исследованного состава возрастает на 12%, при сжатии снижается не более чем на 5%. При этом ИК-спектры образцов, прошедших испытание на морозостойкость, и спектры контрольных образцов не имеют существенных отличий.

Таблица 4

Раствор	рН раствора			Выход ионов Ca^{2+} в раствор после кипячения, ммоль/г
	Исходного	После взаимодействия с цементом		
		до кипячения	после кипячения	
FeCl_3	0,8	2,45	6,25	7,5
AlCl_3	2	4,05	6,2	5,5
$\text{Cr}(\text{NO}_3)_3$	2,25	4,25	3,9	4,15
NaCl	7,4	12,3	–	0,93
NaNO_3	6	12,2	12,8	0,8
Na_2SO_4	6,8	12,35	12,3	0,85
Контроль H_2O	7,2	12,3	12,1	0,9
HCl	1,5	10,55	10,8	1,15
H_2SO_4	1,25	6,9	9,06	0,6

Такие результаты могут быть связаны с состоянием воды на поверхности пор в строительных материалах. Пленочная вода, толщина слоя которой составляет около 0,2 мкм, при охлаждении не будет превращаться в лед. Таким образом, при диаметре пор и капилляров 0,5 мкм и менее вода в них замерзнуть не будет. При большем диаметре пор и капилляров часть воды, исключая пленочную, замерзает, создавая давление в порах, это давление будет возрастать по мере увеличения размеров пор и капилляров. Критическим случаем является диаметр пор, при котором увеличение объема вследствие замерзания воды равно общему объему пленочной воды. Это соответствует, как показывают расчеты, диаметру пор 2–5 мкм в зависимости от вида материала, т. е. толщины слоя пленочной воды. В этом случае будут развиваться напряжения, не компенсируемые слоем пленочной воды. При меньшем размере пор при замерзании воды будут возникать напряжения. Однако если напряжения не достигают предела прочности материала, они будут способствовать его уплотнению и упрочнению при проведении циклов замораживания-оттаивания.

Следует учесть также, что возникающее давление в соответствии с принципом Ле-Шателье будет препятствовать кристаллизации воды [18].

Таким образом, преобладание пор диаметром менее 2–5 мкм будет способствовать повышению морозостойкости материала. Такое формирование пористой структуры может быть обеспечено за счет состава материала и технологических режимов.

Ионообменное взаимодействие в системе твердое тело–жидкость. Применительно к вяжущим веществам представления об ионообменном взаимодействии используются в основном при анализе изоморфных замещений в структуре клинкерных минералов, осуществляемых при синтезе цемента. Вместе с тем ионообменные процессы происходят и при гидратации цемента.

Вода, применяемая для затворения вяжущих веществ, представляет собой раствор, содержащий естественные примеси солей, либо специально введенные добавки для регулирования свойств цементных смесей.

Способность ионов, содержащихся в твердом теле, к обмену с ионами из растворов солей зависит от концентрации; зарядов и размеров обменивающихся ионов; энергии связи и стерической доступности ионов твердого тела.

При оценке возможности обмена ионов между твердым телом и раствором следует учитывать правила изоморфных замещений, установленные А.Е. Ферсманом.

Большой интерес представляет гетеровалентный ионный обмен. Он осуществляется в порядке рядов, соответствующих диагоналям периодической системы Менделеева.

Компенсация зарядов обеспечивается за счет количества обменивающихся ионов и сопровождается возникновением вакансий в кристаллической решетке или внедрением в нее добавочных катионов. Ионы с большими зарядами легче входят в кристаллическую решетку, чем ионы меньших зарядов взамен многозарядных.

В табл. 4 приведены данные об изменении рН раствора и выходе в него ионов Ca^{2+} при кипячении навески 1 г портландцемента в 50 мл раствора в течение 1 ч.

Выход ионов Ca^{2+} в растворы солей может быть связан с гетеровалентным ионным обменом. Трехзарядные катионы из раствора замещают ионы Ca^{2+} в твердом теле, которые переходят в раствор.

В случае индивидуальных минералов C_2S и C_3S также происходит интенсивный обмен ионов Ca^{2+} на трехзарядные катионы из раствора. Это приводит к глубокому изменению структуры материала, исчезновению исходных кристаллических фаз, появлению рентгеноаморфного состояния.

Ионный обмен между цементом и раствором соли будет приводить к появлению вакансий в кристаллических решетках клинкерных минералов и их гидратов. Это, в свою очередь, будет облегчать диффузионные процессы, вследствие чего возможно интенсивное увеличение прочности цементного камня при твердении.

Таким образом, с точки зрения повышения прочности цементных материалов, более полной реализации потенциальных возможностей цемента целесообразно в качестве добавок использовать соли с трехзарядными катионами.

Введение компонентов из растворов солей, включающее адсорбционное и ионообменное взаимодействие между твердым телом и раствором, может быть эффективно использовано для повышения свойств технической керамики.

Обработкой в растворах солей с последующим спеканием можно на один-два порядка повысить электросопротивление алюмооксидной и форстеритовой керамики, снизить в несколько раз диэлектрические потери, повысить структурную стабильность и механическую прочность стеатитовой керамики и т. д.

Твердофазный синтез материалов. Процессы синтеза цемента, технической керамики весьма энергоемки, длительны, требуют использования высокотемпературных режимов и дорогостоящего оборудования. Между тем, как показывает термодинамический анализ, твердофазные реакции образования основных кристаллических фаз строительных и технических керамических материалов (силикатов, алюминатов, титанатов, цирко-

натов и т. д.) из оксидов могут протекать уже при комнатной температуре ($\Delta G < 0$) [21]. Эти реакции экзотермичны, их тепловой эффект велик и мало зависит от температуры. В случае их инициирования при низкой температуре они сопровождаются большим выделением теплоты, что способствует дальнейшему развитию этих реакций.

В соответствии с уравнением Аррениуса $k = \text{Вexp}(-E/RT)$ увеличение константы скорости реакции k может быть достигнуто либо путем повышения температуры T , либо за счет снижения энергии активации E . Последнее реализуется в каталитических реакциях.

Константа скорости реакции, как и химическое сродство, является скалярной величиной. В соответствии с принципом симметрии Кюри макроскопическое явление в какой-либо системе не имеет больше элементов симметрии, чем вызвавшая его причина, т. е. тесная связь возможна только между явлениями, имеющими одинаковую тензорную размерность. Это следует учитывать при анализе методов интенсификации химических реакций при получении строительных и технических керамических материалов. Так, трудно ожидать непосредственного увеличения скорости реакции твердофазного синтеза вследствие действия таких векторных величин, как напряженность электрического, магнитного полей, векторный тепловой поток и т. д. Однако пристального внимания заслуживает действие высокочастотных электрических полей. Изменение химического потенциала вещества вследствие его поляризации в электрическом поле невелико, например для титаната свинца составляет около $7 \cdot 10^{-5}$ Дж/моль. Высокочастотное поле вызывает активацию прежде всего наиболее дефектных участков структуры вещества. В то же время именно эти участки твердого тела являются наиболее реакционноспособными. Таким образом, высокочастотное электрическое поле воздействует на кинетику твердофазной реакции, которая будет развиваться вначале, в наноразмерных участках объема твердых тел.

Экспериментально исследовано действие высокочастотного (ВЧ) электрического поля с частотой 40,68 МГц и максимальной выходной мощностью 40 кВт на синтез титаната свинца, цирконата свинца, пьезоэлектрического твердого раствора титанат-цирконат свинца, сверхпроводящих фаз, клинкерных минералов, на термическое разложение твердых тел [21–23]. Полученные результаты показывают, что ВЧ-поле оказывает существенное влияние на кинетику твердофазных реакций. Так, при взаимодействии оксидов свинца и титана одинаковая степень синтеза достигается при термическом нагреве в течение 1 ч при температуре 600°C и действии ВЧ-поля в течение 20 мин на смесь, нагретую до 300°C.

Образование однородной, мелкокристаллической микроструктуры керамики ВК95-1 при воздействии ВЧ-поля при спекании обеспечивает повышение ее механической прочности и плотности. Так, прочность образцов при статическом изгибе, прошедших обработку ВЧ-полем, повышается с 360 до 390 МПа, а плотность керамики — с 3670 до 3750 кг/м³.

Таким образом, тщательное исследование и использование нанопроцессов в технологии строительных материалов и технической керамики открывает новые возможности повышения свойств материалов, совершенствования технологических процессов.

Список литературы

1. Дракин С.И. и др. Кальций // Химическая энциклопедия. Т. 2. М.: Химическая энциклопедия, 1990. С. 293–294.
2. Козик В.В. и др. Исследование свойств полимерных композиционных материалов на основе полиэфир-

ной смолы и диоксида // Химия и химическая технология. 2004. Т. 47. Вып. 1. С. 112–115.

3. Бородина И.А. и др. Влияние силикатного наполнителя на структуру и механическую прочность композиционных материалов // Экология и ресурсосберегающие технологии в строительном материаловедении: Международный сборник научных трудов. Новосибирск: НГАУ, РАЕН, 2005. С. 49–54.
4. Боженов П.И. и др. Влияние природы заполнителей на прочность растворов // Бетон и железобетон. 1961. № 3. С. 120–122.
5. Баженов Ю.М. Технология бетона. М.: Изд-во АСВ, 2002. 500 с.
6. Гордон С.С. Структура и свойства тяжелых бетонов на различных заполнителях. М.: Стройиздат, 1969. 151 с.
7. Верещагин В.И. и др. Водостойкие смешанные магнетиальные вяжущие // Стекло и керамика. 1997. № 11. С. 33–37.
8. Бердов Г.И. и др. Изменение структуры и свойств гипсовых смесей при введении кальцийсодержащих природных соединений // Известия вузов. Строительство. 2006. № 8. С. 26–28.
9. Бердов Г.И. и др. Влияние природных минеральных добавок на свойства гипсовых смесей // Известия вузов. Строительство. 2006. № 9. С. 9–12.
10. Шкарина А.В. и др. Изучение кинетики процессов разложения гидратированных оксидатов в неизотермическом режиме дериватографическим методом // Журнал физической химии. 1968. Т. XLII. № 11. С. 2832–2837.
11. Дерягин Б.В. и др. Свойства тонких слоев воды вблизи твердых поверхностей // Связанная вода в дисперсных системах. Вып. 5. М.: МГУ. 1980. С. 4–13.
12. Киселев А.Б. и др. Экспериментальное изучение структуры пленочной воды на поверхности слюды // Известия вузов. Физика. 1972. № 6(109). С. 158–160.
13. Русаков А.И. и др. Возникновение тонких граничных слоев в системах жидкий раствор–вода // Поверхностные силы в тонких пленках и устойчивость коллоидов. М.: Наука. 1974. С. 51–56.
14. Мецик М.С. Свойства пленок воды между пластинами слюды // Поверхностные силы в тонких пленках и устойчивость коллоидов. М.: Наука. 1974. С. 189–194.
15. Бердов Г.И. и др. Новые методы экспресс-анализа дисперсных материалов. Красноярск, 1992. 161 с.
16. Толкачев В.Я. и др. Адсорбционно-термометрические методы исследования дисперсных систем. Красноярск: Компьютерные технологии, 2002. 270 с.
17. Бердов Г.И., Аронов Б.Л. Экспрессный контроль и управление качеством цементных материалов. Новосибирск: НГУ, 1992. 252 с.
18. Маленков Г.Г. и др. Вода // Химическая энциклопедия. Т. 1. М.: Советская энциклопедия, 1988. С. 394–397.
19. Павленко С.И. и др. Композиционные вяжущие из минеральных отходов промышленности // Изв. вузов. Строительство. 2000. № 12. С. 48–51.
20. Парикова Е.В. и др. Влияние минеральных и органических добавок на свойства сухих гипсовых строительных смесей // Строит. материалы. 2005. № 9. С. 8–10.
21. Бердов Г.И. и др. Термодинамический анализ химических реакций образования минералов в системе $\text{MgO-Al}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2$ // Тр. Новосибирского госуд. архит.-строит. ун-та. 2001. Т. 4. № 4(15). С. 46–50.
22. Бердов Г.И. и др. Влияние высокочастотного электрического поля на термическое разложение твердых веществ // Известия Сибирского отд. АН СССР. Серия химич. наук. 1985. № 11. Вып. 4. С. 75–78.
23. Бердов Г.И. Интенсификация синтеза титаната и цирконата свинца действием высокочастотного электрического поля // Известия Сибирского отд. АН СССР. Серия химич. наук. 1985. № 11. Вып. 4. С. 79–82.

В издательстве «Стройматериалы» Вы можете приобрести дайджесты и специальную литературу

Тематические дайджесты серии «Совершенствование строительных материалов»

Дайджест «**Ячеистые бетоны – производство и применение**» (Часть 1). В настоящее время он выпущен на CD. В 2005 г. издана Часть 2.

Дайджест «**Кровельные и изоляционные материалы**» включает статьи по темам: битумные, битумно-полимерные, полимерные материалы, гидроизоляция сооружений, жесткие кровли и др.

Дайджест «**Керамические строительные материалы**» (выпущен на CD) содержит информацию по следующим направлениям: отраслевые проблемы, сырьевая база, оборудование и технология, контроль качества, ограждающие конструкции.

Дайджест «**Современные бетоны: наука и практика**» содержит более 100 статей по тематическим разделам: исследование составов и свойств бетонов, исследования технологических аспектов производства бетонов, заполнители для бетонов, коррозия бетона, технология и оборудование, применение бетона и др.



Специальная литература

Учебное пособие «Практикум по технологии керамики»

Авторы – коллектив ученых РХТУ им. Д.И. Менделеева.

Рассмотрены основные методы отбора проб, испытаний сырьевых материалов, контроля и исследования технологических процессов, а также определения свойств готовой продукции, применяемые в керамической, огнеупорной и смежных отраслях промышленности. Пособие может быть использовано не только как учебное, но и в качестве полезного руководства для инженеров заводских и научно-исследовательских лабораторий.



Монография «Производство деревянных клееных конструкций»

Автор – заслуженный деятель науки России, доктор техн. наук Л.М. Ковальчук.

В книге рассмотрены основные вопросы технологии изготовления ДКК, показаны области их применения, описаны материалы для их изготовления. Особое внимание уделено вопросам оценки качества, методам испытаний, приемке и сертификации клееных конструкций. В книге приведен полный перечень отечественных и зарубежных нормативных документов, регламентирующих производство и применение ДКК.



Книга «О безопасности асбестоцементных материалов и изделий»

Авторы – канд. техн. наук С.М. Нейман, доктор хим. наук А.И. Везенцев, канд. мед. наук С.В. Кашанский.

Представлены исторические и технические сведения о производстве и свойствах хризотил-асбеста и асбестоцемента. Показано, что добыча и использование хризотил-асбеста, разрешенного к применению Конвенцией № 162 ВОЗ, возможны без вреда для человека. Охарактеризованы опасные свойства многих волокнистых заменителей хризотил-асбеста, альтернативных материалов и изделий на их основе. Книга предназначена для повышения квалификации работников асбестовой и асбестоцементной отрасли с целью проведения разъяснительной работы среди потребителей асбестоцементной продукции, строителей, работников проектных институтов, руководителей городов и регионов.



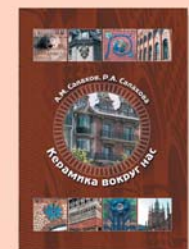
Книга «Керамика вокруг нас»

Авторы – канд. техн. наук А.М. Салахов, Р.А. Салахова.

Керамика представлена как искусство и как продукт тонкой технологии. Показано, что свойства керамических изделий определяются химическим, минералогическим и гранулометрическим составом исходных компонентов, а также технологическими параметрами их переработки.

Подробно рассмотрены глинистые минералы как основа керамического сырья. Проведено сравнение микроструктуры и минералогического состава различных видов обожженных керамических изделий, изготовленных как несколько веков назад, так и в наши дни.

Книга предназначена специалистам предприятий, производящих керамические материалы, ученым-материаловедам, преподавателям, аспирантам и студентам вузов технологических и архитектурно-строительных специальностей. Будет полезна архитекторам и проектировщикам, работающим в области жилищного и гражданского строительства.



Альбом «Малозэтажные дома. Примеры проектных решений»

Авторы – академик РААСН Л.В. Хихлуха,

Альбом включает разделы: «Односемейные жилые дома», «Многоквартирные жилые дома», «Эстетические качества жилища», «Градостроительные группы». Предназначен для архитекторов, специалистов, занятых вопросами жилищного строительства, для органов исполнительной власти в области архитектуры и строительства, а также для частных застройщиков; может быть использован как методическое пособие для студентов вузов.



Для приобретения специальной литературы обращайтесь в издательство «Стройматериалы»
Тел./факс: (495) 976-22-08, 976-20-36 E-mail: mail@rifsm.ru www.rifsm.ru

НОВОСТИ КОМПАНИЙ

Корпорация «ТехноНИКОЛЬ» обеспечит современными кровельными материалами Центральную Россию

В начале июля 2008 г. состоялось торжественное открытие второй линии завода «Крома» (г. Рыбинск), входящего в корпорацию. Завод станет единственным в Ярославской и близлежащих областях предприятием, производящим битумно-полимерные материалы. Производственная мощность завода «Крома» – 25 млн м² различных видов кровельных и гидроизоляционных материалов. В ассортименте предприятия представлено более 100 марок продукции.

Рыбинский завод «Крома» был основан в 1935 г. для производства мягких кровельных материалов – различных видов рубероида и пергамина. В настоящее время завод является крупнейшим в регионе производителем мягких кровельных покрытий, изоляционных и прокладочных материалов нового поколения. Наплавленные кровельные материалы изготавливаются из окисленного модифицированного битума на стекло- и полимерных осно-

вах, что обеспечивает им высокую надежность и долговечность. Гарантийный срок службы такой кровли составляет 15–20 лет. Материалы выпускаются либо с покрытием полимерной пленкой (для гидроизоляции и нижних слоев кровельного ковра), либо с покрытием крупнозернистой посыпкой (для верхних слоев кровельного ковра). Постоянный трехступенчатый контроль технологических параметров позволяет выпускать высококачественную продукцию, востребованную рынком, соответствующую всем стандартам и нормам, применяемым на территории Российской Федерации.

Открытие второй линии завода позволит не только увеличить объем производства, но и поднять его на принципиально новый технологический уровень. Продукция поставляется в Северо-Западный, Северный, Центральный регионы РФ, а также в Белоруссию, Украину и Молдавию.

Собственная информация

Новая производственная линия сухих смесей IVSIL

Компания «Ивсил Евро Трейд» ввела в эксплуатацию дополнительную производственную линию на своей основной площадке в Раменском районе Московской области. Линия представляет собой новый завод вертикальной компоновки и обеспечивает полный цикл производства строительных смесей объемом до 100 тыс. т в год. Новое оборудование функционирует в привязке к первой линии завода. Основная задача нового завода – обеспечение производственных возможностей активно растущей компании (прирост объемов продаж компании в 2007 г. составил более 90%). С вводом новой линии совокупная производственная мощность составит до 200–220 тыс. т в год. Новая линия позволяет существенно оптимизировать также внутренние временные и производственные ресурсы, усилить качест-

венную составляющую процесса и отвечает всем необходимым требованиям, предъявляемым к современным заводам по производству ССС. В комплект оборудования, поставленного компанией «Вселуг», входят: электронная система управления, обеспечивающая автоматизированную подачу и взвешивание всех сыпучих компонентов; линия по растариванию и подаче в силоса сырьевых компонентов, поставляемых в мешках и биг-бэгах; высокоскоростной смеситель объемом 1200 л; роторная фасовочная машина и современная система аспирации, что очень важно для сохранения окружающей среды. Новая линия будет специализироваться на производстве сухих строительных смесей на основе гипсового вяжущего.

По материалам компании «Ивсил Евро Трейд»

Новая линия по производству силикатных материалов

В июле 2008 г. ООО «Силикатстрой» (г. Дзержинск Нижегородской области) ввел в эксплуатацию вторую линию по производству силикатных материалов. Инвестиции предприятия в установку технологической линии составили более 1 млн евро.

В номенклатуру выпускаемых изделий входят: силикатный кирпич, полнотелые и пустотелые блоки, пазогребневые блоки различных размеров и форм. Основными отличительными характеристиками выпускаемой продук-

ции являются идеальные углы, формы и грани. Оборудование для новой линии приобретено у компании Lasco (Германия). Новая линия является второй, которую «Силикатстрой» заказал у этой немецкой компании. Производительность гидравлического прессы КСП-801-1, который является основным элементом новой технологии, составляет 4,2 тыс. шт. силикатного кирпича полуторного формата в час. Новое оборудование позволит расширить ассортимент продукции завода.

По материалам компании «Силикатстрой»

Доля «торговых марок-паразитов» среди утеплителей достигает на российском рынке 30%

По данным Ассоциации «Росизол», практически во всех регионах РФ присутствует теплоизоляция на основе стекловолокна с не соответствующими заявленным свойствами. В регионах Сибири и Дальнего Востока ее доля на рынке доходит до 30%.

Испытания одного из таких утеплителей проведены лабораторией ОАО «Теплопроект». Установлено, что волокно утеплителя хрупкое, при изгибе ломается. После

распаковки материал не восстанавливается до первоначальных размеров, фактическая толщина составляет 50–60% от номинальной.

Ассоциация «Росизол» выявила на рынке стройматериалов теплоизоляцию, упаковка и названия которой имитируют популярные в России торговые марки. По данным ассоциации, только на московских строительных рынках утеплители-копии присутствуют примерно в 50% торговых точек.

По материалам Ассоциации «Росизол»

НОВОСТИ КОМПАНИЙ

**В ближайшее время
ОАО «КНАУФ гипс Псебай»
увеличит общий объем производства на 50%**

27 июня 2008 г. в поселке Псебай-1 Мостовского района Краснодарского края на ОАО «КНАУФ гипс Псебай» открыт новый завод по производству гипсового вяжущего, что явилось завершением третьего этапа модернизации производства, которая осуществляется за счет реинвестиции прибыли группы КНАУФ. Пуск в эксплуатацию нового завода позволит почти в три раза увеличить имеющиеся мощности по производству гипсового вяжущего. Технологически он отличается от уже действующего производства тем, что сушка и обжиг гипсового камня производятся во вращающейся барабанной печи.

Новый гипсовый завод обеспечит дополнительным сырьем производство гипсокартонных листов и сухих строительных смесей на основе гипсового вяжущего.

Собственная информация

В России нарастает дефицит цемента

В настоящее время на российском рынке наблюдается значительный рост потребления цемента. За период 2000–2006 гг. уровень потребления цемента в России увеличился почти на 73% и по итогам 2006 г. составил 52,3 млн т. В первую очередь это связано с интенсивным развитием строительной отрасли. Как отмечают аналитики агентства промышленной информации «Апель-Синтез», потребности в цементе для строительства только в г. Сочи к 2014 г. оцениваются в 4–5 млн т.

Однако российские производители не успевают изготовить требуемое количество цемента. Основной причиной этого является высокая степень износа оборудования на предприятиях, необходимость его модернизации,

В настоящее время на ОАО «КНАУФ гипс Псебай» проводится реконструкция и расширение производства гипсового карьера и завода гипсокартонных листов, что приведет к увеличению общего объема производства предприятия на 50%.

Запуск нового завода сухих строительных смесей, запланированный на осень 2008 г., позволит увеличить выпуск этого вида продукции почти в три раза. Всего в строительство новых заводов гипсового вяжущего и сухих строительных смесей планируется инвестировать около 21,5 млн евро.

В поселке Псебай более 700 человек трудятся на ОАО «КНАУФ гипс Псебай». В Мостовском районе кубанские предприятия КНАУФ обеспечивают до 72% бюджетных поступлений. У них наивысший показатель налоговых отчислений по итогам 2007 г. среди предприятий строительной индустрии Краснодарского края.

а также потребность в строительстве новых заводов по производству цемента. При возрастающем дефиците на российском рынке цемента заметную роль начинает играть его импорт из Турции, Египта и Китая. Учитывая спрос на продукцию и ее дефицит, Правительство РФ создает благоприятные условия для насыщения рынка импортным цементом. С января 2008 г. были отменены ввозные пошлины на цемент и изделия из цемента. Цены на российский цемент за последние годы выросли в несколько раз. В 2007 г. цемент подорожал в разных регионах страны на 80–100%.

По материалам агентства
«РосБизнесКонсалтинг»

**Полиуретановая пена теперь без летучих
изоцианатов**

Группа компаний Selena (Польша) вывела на российский рынок новое поколение полиуретановой пены, не выделяющей при применении газообразного изоцианата (MDI). В состав полиуретановых аэрозольных пен обычно входит 4, 4'-дифенилметан-диизоцианат, который вызывает раздражение слизистой оболочки дыхательной системы человека, кожи, может приводить к появлению злокачественных новообразований. Специалисты компании Selena разработали состав пены, при котором диизоцианат вступает в реакцию создания пены, но не попадает после этого в воздух. Разработка по-

лучила официальное подтверждение в шведском исследовательском институте SP Technical Research Institute of Sweden. Новый продукт получил название TYTAN O₂.

Группа Selena основана в 1993 г., производит полиуретановые монтажные пены, клеи и герметики. В настоящее время ППУ-пены производятся на заводах в Польше, Южной Корее и Бразилии; герметики — в Польше, США, Китае и Италии. Ключевым элементом стратегии группы Selena является качество. В настоящее время компания занимает четвертое место среди производителей ППУ-пен и успешно конкурирует с транснациональными корпорациями.

Собственная информация

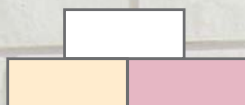
Антиасбестовые лоббисты разоблачены в Сеуле

В Сеуле прошел Всемирный конгресс, посвященный гигиене труда и охране здоровья трудящихся, организованный Всемирной организацией здравоохранения (ВОЗ) и Международной организацией труда (МОТ). В работе конгресса приняла участие делегация Международного профсоюзного движения «За хризотил».

Представители движения подвергли резкой критике деятельность IBAS (Международный секретариат по запрету асбеста), уже не один десяток лет ведущей целенаправленную кампанию по вытеснению хризотилового волокна с мирового рынка, что исключительно выгодно производителям волокон-заменителей и юридическим компаниям, наживающимся на «асбестовых» исках.

Участникам конгресса были представлены факты, подтверждающие финансирование мероприятий IBAS юридической компанией «Kazan, McClain, Abrams, Lyons, Greenwood & Harley PLC», возглавляемой Стивеном Казаном, родным братом главы IBAS Лори Казан Аллен. Лори Казан Аллен публично признала факт финансирования деятельности IBAS со стороны компании ее родственника. Деятельность адвокатских бюро, зарабатывающих на «асбестовых» исках под видом борьбы за права рабочих, уже не раз становилась предметом расследований со стороны федеральных властей США.

По материалам
Международного профсоюзного
движения «За хризотил»



Состояние и перспективы развития производства силикатного кирпича

3 декабря 2008 г.

Москва



Тематика конференции:

- Состояние и пути развития производства силикатного кирпича
- Совершенствование производства силикатного кирпича
- Возможность расширения ассортимента продукции
- Рынок технологического оборудования
- Сырьевая база
- Применение силикатного кирпича в строительстве



К проведению конференции готовится тематический номер журнала «Строительные материалы»[®] №11-2008.

Организаторы конференции: журнал «Строительные материалы»[®], ЗАО «Корпорация стройматериалов», РНТО Строителей

СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ[®]



Для участия в семинаре необходимо получить договор-заявку по факсу, электронной почте или через Интернет

Менеджер проекта – Горегляд Светлана Юрьевна
Телефон/факс: (495) 976-22-08, 976-20-36
Тел.: (926) 833-48-13, (916) 123-98-29

E-mail: mail@rifsm.ru, <http://www.rifsm.ru>
Адрес для корреспонденции:
117997, Москва, ул. Кржижановского, д. 13

«ОСЕННИЙ СТРОИТЕЛЬНЫЙ ФОРУМ-2008»

с 23 по 26 сентября 2008



КАЗАНЬ

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