

СОДЕРЖАНИЕ

ЮБИЛЯРЫ ОТРАСЛИ

Полвека на гребне волны 2

МАТЕРИАЛЬНАЯ БАЗА СТРОИТЕЛЬСТВА

Л.С. БАРИНОВА, В.В. МИРОНОВ, К.Е. ТАРАСЕВИЧ.
Современное состояние и перспективы развития производства
листового стекла в Российской Федерации 4

Л.С. КУРАШ. Белорусский «Нерудпром» – 10 лет
в новых экономических условиях 7

МАТЕРИАЛЫ, КОНСТРУКЦИИ

А.П. ОСОКИН, З.Б. ЭНТИН, Л.А. ФЕДНЕР, С.Н. ЕФИМОВ,
А.Б. САМОХВАЛОВ. Бетоны на специальных цементах 9

В.Н. СТРОКИНОВ, С.С. КОВАЛЕВ. Рулонные материалы
для плоских кровель: дороже, дешевле или долговечнее 13

В.Ф. АНДРЕЕВ. Система модульного домостроения «Переславль» 14

В Научно-техническом совете Госстроя России 15

АСБЕСТОЦЕМЕНТ И ЭКОЛОГИЯ

И.Г. ЛУГИНИНА, А.И. ВЕЗЕНЦЕВ, С.М. НЕЙМАН, В.В. ТУРСКИЙ
Л.Н. НАУМОВА, Л.Л. НЕСТЕРОВА. Оценка эмиссии хризотил-асбеста
из асбестоцементных изделий под действием погодных факторов 16

Н.С. МАНАКОВА, С.В. КАШАНСКИЙ, Э.Г. ПЛОТКО,
К.П. СЕЛЯНКИНА, Н.П. МАКАРЕНКО. Использование асбестоцемента:
эколого-гигиенические аспекты 19

ЕХРОМix – для тех, кто производит и применяет сухие смеси 21

ТЕХНОЛОГИИ, ОБОРУДОВАНИЕ

В.Н. МАКАРОВ, О.В. СУВорова, А.Н. ЗАХАРЧЕНКО,
И.В. МАКАРОВА. Совершенствование технологии
минерального волокна на основе шлаков цветной металлургии 22

П.В. НЕДЕЛЬКО, А.М. КОЗЛОВ, Ю.С. ДОДИН.
Модернизация механизмов многоковшового экскаватора 23

РЕЗУЛЬТАТЫ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Т.Н. ДУБИНА, Т.И. БЛИЗГАРЕВА. Структура и свойства
полимерных композиций на основе карбамидных смол 25

В.С. УТКИН, Ж.В. КОШЕЛЕВА. Об оценке качества
строительных материалов в зависимости от числа образцов 26

Г.П. КОМЛЕВА, В.Г. КОМЛЕВ, А.В. КОСТРОВ.
Использование отходов производства при изготовлении
тротуарной плитки 28

Ю.Н. КАСАТКИН. Старение и структурная долговечность
битумоцементных материалов в конструкции 30

Л.С. СТРЕЛЕНЯ. К оценке растекаемости строительного раствора 34

Конгресс в поддержку Чтения 36

Главный редактор
РУБЛЕВСКАЯ М.Г.

Зам. главного редактора
ЮМАШЕВА Е.И.

Редакционный совет:

РЕСИН В.И.

(председатель)

ТЕРЕХОВ В.А.

(зам. председателя)

БАРИНОВА Л.С.

БУТКЕВИЧ Г.Р.

ВОРОБЬЕВ Х.С.

ГОРОВОЙ А.А.

ГУДКОВ Ю.В.

ЗАБЕЛИН В.Н.

ЗАВАДСКИЙ В.Ф.

КАМЕНСКИЙ М.Ф.

СИВОКОЗОВ В.С.

УДАЧКИН И.Б.

ФЕРРОНСКАЯ А.В.

ФИЛИППОВ Е.В.

ФОМЕНКО О.С.

ШЛЕГЕЛЬ И.Ф.

Учредитель журнала:

ООО РИФ «Стройматериалы»

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

Редакция
не несет ответственности
за содержание
рекламы и объявлений

Авторы

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

Редакция

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

Перепечатка

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

Адрес редакции:

Россия, 117218, Москва,
ул. Кржижановского, 13
Тел./факс: (095) 124-3296
124-0900

E-mail: rifsm@ntl.ru

http://www.ntl.ru/rifsm

© ООО РИФ «Стройматериалы», журнал «Строительные материалы», 2001

Полвека на гребне волны

Продукция красноярского предприятия ОАО «Волна» известна в Сочи и Санкт-Петербурге, в Якутии и Башкирии и десятках других регионов России, Белоруссии, Монголии, Словении и других странах. В ноябре 2001 г. ОАО «Волна» отмечает свое 50-летие.

История завода началась с Постановления Совета министров СССР от 23 марта 1948 г., когда было принято решение о строительстве шиферного завода в Красноярске. Технический проект был разработан Государственным Всесоюзным институтом «Гипроцемент».

Первая очередь Красноярского шиферного завода — одна линия — введена в эксплуатацию 4 ноября 1951 г. В течение 1952–53 гг. были введены в строй еще три линии. В те годы завод производил только волнистые кровельные листы, его проектная мощность составляла 100 млн условных плиток шифера.

С вводом в строй в 1955 г. технологической линии по выпуску асбестоцементных труб проектной мощностью 1015 км труб условного диаметра расширился ассортимент предприятия. Технология позволяла выпускать трубы длиной до 4 м.

Стремительное развитие энергетики потребовало производства соответствующих материалов. В 1957 г. на Красноярском шиферном заводе одна технологическая линия была перепрофилирована на выпуск плоского прессованного шифера для облицовки оросителей градирен.

Такое расширение ассортимента привело к смене названия и в 1957 г. предприятие было переименовано в Красноярский комбинат асбестоцементных изделий.

Технический прогресс, постоянно растущие требования к качеству изделий обуславливали необходимость регулярной замены устаревшего оборудования, совершенствования технологий производства и роста производительности труда. В 1969–1972 гг. были модернизированы технологические линии производства волнистых кровельных листов; в 1973–1976 гг. заменены технологические линии по выпуску асбестоцементных труб новым отечественным и импортным оборудованием. Переоснащение позволило существенно повысить производительность и качество продукции.

Новый этап работы предприятия начался в январе 1991 г. и связан со строительством нового завода по производству волнистых асбестоцементных листов профиля 51/177 (СЕ) на оборудовании австрийской фирмы «Фойт». Первая продукция на новом заводе была получена в мае 1993 г. Переоснащение производства охватило и оба старых завода.

В это же время в 1992 г. Красноярский комбинат асбестоцементных изделий был преобразован в АО «Волна».

В настоящее время ОАО «Волна» состоит из трех заводских комплексов. Первый производит асбестоцементные трубы, плоские листы, шифер СВ, мелко-размерные формы. На втором заводе окрашивают шифер и плиты, используя импортные компоненты. Третий завод выпускает шифер СЕ европейского стандарта.

В производстве асбестоцементных листов профиля СВ-40/150 и СЕ-51/177 применяется прокладочный способ, что обеспечивает получение листов длиной до 5 метров и с ровной поверхностью, при покраске которых получается гладкая, матовая поверхность, не уступающая по внешнему виду широко рекламируемым сейчас кровельным материалам, например, металлочерепице.

Линия по выпуску асбестоцементных плоских прессованных листов позволяет изменять толщину листа от 3 до 50 мм и больше, получать листы высокой прочности, повышенной морозостойчивости с идеальной гладкой поверхностью.

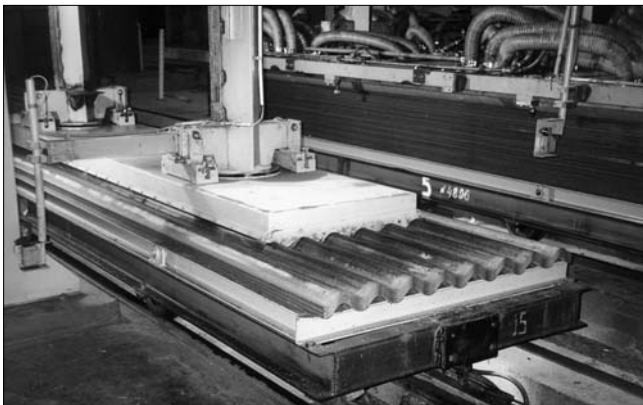
Продукция ОАО «Волна» соответствует европейским строительным стандартам качества, а ее экологическая безопасность подтверждена гигиеническим и радиационным сертификатами, сертификатом соответствия Госстроя РФ. Все материалы, производимые ОАО «Волна» входят в перечень асбестоцементных материалов и конструкций, разрешенных к применению в строительстве (гигиенические нормативы ГН 2.12/2.2.1.1009–00).



Бригада Вайшли В.А. — постоянный победитель производственного соревнования. Фото 1989 г.



Здание заводоуправления ОАО «Волна» отделано только материалами собственного производства



Технологическая линия по производству волнистых асбестоцементных листов оснащена высокоэффективным оборудованием

Основные виды продукции ОАО «Волна»:

- кровельные листы различных профилей и размеров;
- плоские прессованные и непрессованные листы;
- фасадные плиты «Краскоolor» (цветные) и «Красстоун» на основе плоских прессованных листов собственного производства с посыпкой из минеральной крошки;
- фасонная кровельно-облицовочная плитка;
- доборные элементы для комплектной кровли;
- трубы напорные и безнапорные;
- скорлупы для трубопроводов.

Важнейшие качественные показатели: высокая морозостойкость, пожаробезопасность, высокая стойкость к биологическому воздействию, устойчивость к воздействию химически агрессивных сред и солнечной радиации, хорошая шумоизолирующая способность, низкая теплопроводность, способность не накапливать статическое электричество.

На предприятии осваивают производство современных материалов. Среди них волокнисто-цементные плиты для навесных фасадов «Красстоун» и «Краскоolor».

Плиты «Краскоolor» окрашиваются на новой автоматической окрасочной линии. Девять базовых цветов краски на акриловом связующем позволяют создавать материалы необходимых оттенков.

Гарантийный срок службы в условиях эксплуатации открытой атмосферы умеренного и холодного климата – 12 лет. Общий срок эксплуатации не менее 30 лет.

Основой облицовочных плит «Красстоун» служит волокнисто-цементная прессованная высокопрочная плита. На предварительно тонированную основу с помощью акрилового связующего наносят натуральную каменную крошку (гранит, мрамор, змеевик, кварц). Плиты «Красстоун» выпускают на полуавтоматической линии производительностью 3,5 тыс. м² в месяц.



Фасонная кровельная плитка, как и вся продукция ОАО «Волна», позволяет обеспечить высокие декоративные качества сооружений



Фасадные плиты «Красстоун» широко используются при отделке зданий различного назначения как в Красноярске, так и за его пределами

Гарантийный срок службы в условиях эксплуатации открытой атмосферы умеренного и холодного климата – 9 лет. Общий срок эксплуатации не менее 30 лет.

Пятьдесят лет назад на заводе преобладал ручной труд. В настоящее время практически все производство автоматизировано. Высокоэффективное производственное оборудование, установленное в цехах предприятия, обеспечивает высокое качество производимой продукции. Характерным признаком материалов комбината является долговечность. Срок эксплуатации составляет 50 лет, гарантия предприятия – 10 лет.

Специалисты ОАО «Волна» строго следят за качеством продукции, которое обеспечивается использованием только безопасных сортов асбеста и специальной марки цемента, строгим соблюдением технологического регламента.

Залогом эффективной работы предприятия всегда был коллектив – руководители, инженерно-технический персонал, рабочие. Работники комбината неоднократно получали правительственные награды, грамоты и др. В настоящее время на предприятии работает 850 человек – дружный коллектив единомышленников-профессионалов.

Завод славится трудовыми династиями. Самая известная династия завода – семья Кофановых (28 человек), общий трудовой стаж которых составляет 275 лет. В настоящее время из семьи Кофановых на заводе работают внуки родоначальников – Татьяна Васильевна Терехова и Зоя Васильевна Овчинникова и правнук Денис Валерьевич.

Полвека на службе строительству – впечатляющая дата, немало было сделано за этот срок: постоянно совершенствовалась технология производства и соответственно ей – качество продукции. Предприятие неоднократно отмечено наградами, почетными грамотами, дипломами, среди которых Золотая медаль Красноярской ярмарки (1996 г.) и Золотая звезда качества (1993 г., Мадрид).

ОАО «Волна» обладает значительным производственным потенциалом. Четко обозначены перспективы его развития: организация новых высокорентабельных производств, среди которых: производство сухих смесей, а также базальтового волокна, развитие безотходного производства, поиск новых партнеров. Потенциал для дальнейшего развития есть, а значит, развитие будет продолжаться!



Россия, 660019, Красноярск
ул. Мусоргского, дом 15
Тел.: (3912) 34-0836, 36-0896
Факс: (3912) 34-0829

Internet: www.krwave.com

Л.С. БАРИНОВА, канд. хим. наук, заместитель Председателя Госстроя России,
В.В. МИРОНОВ, старший научный сотрудник, К.Е. ТАРАСЕВИЧ, зав. отделом
ОАО «Центр информации и экономических исследований
в стройиндустрии» – ВНИИЭСМ (Москва)

Современное состояние и перспективы развития производства листового стекла в Российской Федерации

Производство листового стекла в Российской Федерации в 2000 г. было сосредоточено на девяти предприятиях, шесть из которых выпускают оконное стекло по устаревшей технологии вертикального вытягивания стекла (ВВС), а три – по общепринятой в мировой практике технологии формования ленты стекла на поверхности расплавленного металла (флоат-процесс).

В отечественной практике требования к качеству листового стекла определяются ГОСТ 111–90 «Стекло листовое. Технические условия». Предусмотрено восемь марок листового стекла (М1–М8), различающихся требованиями к внешнему виду (допустимому количеству и размерам пороков) и оптическим характеристикам.

Предусмотренные ГОСТ 111–90 области применения складывались в реалиях плановой экономики и в настоящее время фактически не соответствуют существующей практике. Производство современных видов изделий из листового стекла (стеклопакетов, стекол с покрытиями, многослойных стекол) требует использования стекла марок М1–М3; в противном случае качество продукции перестает соответствовать потребностям современного рынка.

Качество производимого в России листового стекла всецело зависит от технологии производства. Стекло марок М5, М6 и М8, производимое по технологии ВВС, в настоящее время неконкурентоспособно даже на внутреннем рынке как по качеству, так и по энергозатратам, которые достигают 13,4–14,7 МДж/кг сваренного стекла, в то время как на отечественных предприятиях, использующих флоат-процесс, энергозатраты не превышают 7,3–7,5 МДж/кг (за рубежом – 6,7–7,1 МДж/кг).

По данным Госкомстата России, в 2000 г. производство строительного и технического стекла составило 40,8 млн м² (здесь и далее в натуральном исчислении), а термически полированного – 67,9 млн м².

В общем выпуске строительного и технического стекла 94–95% приходится на долю оконного стекла, остальное – стекло литое и прокатное листовое или профилированное, стеклоблоки и другие виды продукции.

Производство листового стекла Госкомстатом России учитывается в двух позициях: «стекло строительное и техническое» (в том числе «стекло оконное») и «стекло термически полированное». Вследствие этого появляется возможность двойного толкования формулировки ГОСТ 111–90 применительно к стеклу оконному полированному марки М4, что отечественными производителями используется в полной мере: ОАО «Саратовстекло» относит стекло марки М4 к стеклу оконному, а ОАО «Салаватстекло» – к стеклу термически полированному*. Доля стекла марки М4 в общем объеме производства на этих предприятиях составляет 60% и более.

Наши оценки показали, что в 2000 г. реально было произведено 54,2 млн м² термически полированного стекла (марок М1–М3 и М7) и 54,5 млн м² оконного стекла (марок М4–М6 и М8).

Для нормализации статистического учета производства листового стекла, по нашему мнению, целесообразно вместо двух позиций – «стекло строительное и техническое» и «стекло термически полированное» – использовать одну – «стекло листовое» с выделением отдельной строкой стекла, производимого по флоат-технологии.

В настоящее время в Российской Федерации около 50% мощностей

по производству оконного стекла методом ВВС остановлены и частично разуконплектованы, еще до 30% мощностей, по сути, находятся в стадии «умирания».

Техническое состояние систем ВВС (около 100 единиц) характеризуется практически полным физическим и моральным износом, их работоспособность поддерживается лишь благодаря проведению восстановительных ремонтов.

По данным Госкомстата России, из предприятий, оснащенных системами ВВС, в 2000 г. работали АО «Ирбитский стекольный завод» (Свердловская обл.) и ТОО «МАСТ» (Челябинская обл.), реализующие свою продукцию на местных рынках, а также ЗАО «Символ», ОАО «Гусевский стекольный завод им. Дзержинского» (Владимирская обл.), АО «Кварцит» (Брянская обл.) и ОАО «Востек» (Тверская обл.), географическое расположение которых по отношению к регионам с высокой строительной активностью наиболее благоприятно.

Флоат-технология производства полированного и оконного стекла реализована в ОАО «Саратовстекло» и ОАО «Салаватстекло», полированного и автомобильного – в ОАО «Борский стекольный завод». Производственные мощности этих предприятий загружены практически полностью. Предприятия оснащены как отечественными флоат-линиями (ОАО «Саратовстекло» и ОАО «Салаватстекло»), так и линией итальянского производства, введенной в эксплуатацию в 2000 г. в ОАО «Борский стекольный завод». Стекло, изготавливаемое в ОАО «Борский стекольный завод», практически полностью используется для получения высокотехнологичных изделий.

Кроме того, в ОАО «СИС» (Саратовский институт стекла) действу-

* Стекло марки М4, не соответствующее требованиям стандарта, ОАО «Салаватстекло» реализует как марку М5.

ет полупромышленная флоат-линия мощностью 2,5 млн м² в год. На ней производится окрашенное в массу светотеплопоглощающее стекло, по качеству соответствующее марке М1, и архитектурно-строительное стекло. Подобные линии модели ЛТФ мощностью 5,5–8,5 млн м² в год предлагает ОАО «Стекломаш» (Орловская обл.). Судя по рекламным материалам, такие линии удовлетворяют требованиям ISO 9000.

Всего в Российской Федерации по флоат-технологии выпускается около 80% листового стекла, причем его доля постоянно растет. В 2000 г. объем производства термически полированного стекла составил 82,4 млн. м², а листового стекла, полученного по технологии ВВС, – 21,9 млн. м². Полный переход на флоат-процесс в обозримом будущем сдерживается лишь низкой инвестиционной активностью, хотя на отечественном строительном рынке ощущается нехватка листового стекла, а цены на стекло различных марок, производимое по различным технологиям и, следовательно, различающееся по качеству, практически одинаковы. Значительное количество флоат-стекла довольно низкого качества ввозится из Республики Беларусь.

Сложившаяся в настоящее время на российском строительном рынке ситуация со стеклом прогнозировалась еще в 80-е годы, когда было запланировано строительство флоат-линий на Чумайтлинском (Республика Удмуртия), Гусевском (Владимирская обл.), Улан-Удэнском (Республика Бурятия), Анжеро-Судженском (Кемеровская обл.), Чагодощенском (Вологодская обл.) и Мишеронском (Московская обл.) стекольных заводах. На Чумайтлинском и Улан-Удэнском стекольных заводах строительство флоат-линий мощностью соответственно 18 и 21 млн. м² в год было начато, однако сейчас оно находится в стадии консервации.

Появились сообщения о намерении некоторых предприятий, расположенных в Московской области, построить флоат-линии. В их числе АО «БАМО-Стройматериалы» (г. Солнечногорск), ОАО «Лыткаринский завод оптического стекла» (г. Лыткарино) и консорциум ОАО «Мосавтостекло» – ОАО «Раменский ГОК» (г. Раменское).

В рамках разработки Госстроем России подпрограммы «О приоритетных направлениях развития промышленности строительных материалов и стройиндустрии на 2001–2005 годы» региональными органами власти внесены следующие предложения:

- завершить строительство флоат-линии на Чумайтлинском стекольном заводе в 2003 г. (необходимые инвестиции – 210,5 млн руб.*);
- произвести реконструкцию АОТ «Ирбитский стекольный завод» (Свердловская обл.) с вводом в 2005 г. мощностей по производству 10 млн м² флоат-стекла в год (необходимые инвестиции – 580 млн руб., в том числе собственные средства – 140 млн руб.);
- ввести в эксплуатацию в 2003 г. ОАО «Кемеровостекло» с мощностями по производству 13 млн м² в год флоат-стекла (необходимые инвестиции – 959,5 млн руб., в том числе собственные средства – 192 млн руб.).

По мнению специалистов отрасли, в восточных регионах России новую флоат-линию наиболее целесообразно построить в АОТ «Сибстекло» (Кемеровская обл.). Для этого предприятия имеется готовый проект, разработанный институтом «Гипростекло» (Санкт-Петербург).

Ввод в эксплуатацию даже некоторых из перечисленных предприятий радикально изменит всю структуру производства и продажи листового стекла, что автоматически приведет к прекращению работы многих из ныне действующих

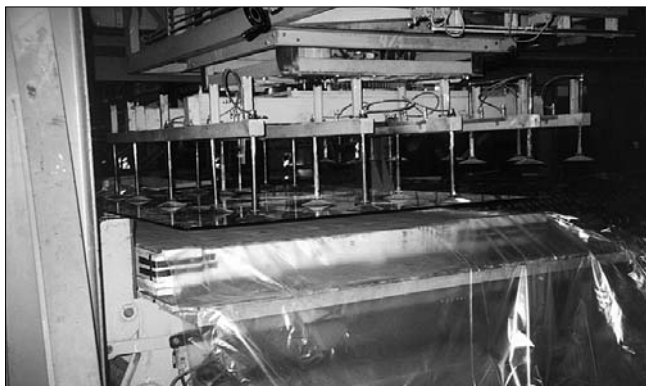
предприятий, оснащенных линиями ВВС.

Следует отметить, что ввод в эксплуатацию новых флоат-линий в России тормозится не только отсутствием инвестиций, но и лоббистской деятельностью как отечественных производителей стекла, отнюдь не заинтересованных в появлении новых конкурентов, так и зарубежных поставщиков из Германии, Франции, Финляндии, Великобритании, надеющихся на восстановление существовавшей до августа 1998 г. емкости рынка и получение сверхвысоких прибылей от экспорта.

Наблюдаются и протекционистские меры региональных властей по отношению к расположенным на их территории старым стекольным заводам, которые в обмен на обязательство не сокращать промышленно-производственный персонал получают подряды на поставку стекла для местных строительных и ремонтных организаций, как правило, тоже полностью зависимых.

В странах СНГ собственное производство флоат-стекла имеется в Украине: ГП «Пролетарий» (Луганская обл., г. Лисичанск) – две технологические линии и ПО «Автостекло» (Донецкая обл., г. Константиновка) – одна технологическая линия. Выпуск стекла на этих предприятиях был начат еще в 70-е годы, и технический уровень производства соответствует этому периоду. Потенциальными инвесторами рассматривается возможность реконструкции одного из этих предприятий с выходом на российский рынок.

В Республике Беларусь в 1997 г. введена в эксплуатацию в ОАО «Гомельстекло» флоат-линия мощностью 21 млн. м² в год, оснащенная отечественным оборудованием. Аналогичная линия эксплуатировалась в Киргизии на Токмаковском стекольном заводе, однако в настоящее время она остановлена, и предприятие намерено ее продать.



Участок упаковки листового стекла, выпускаемого на отечественной флоат-линии, ОАО «Саратовстекло»



Пульт управления линией по производству стекла с низкоэмиссионным покрытием Sun Coatings Inc, установленной на пушкинском «Заводе архитектурного стекла»

* Здесь и далее в ценах 2000 г.

Помимо способа производства качество листового стекла определяется качеством исходного сырья, в частности кварцевого песка, содержание которого в шихте достигает 73%. В песке, используемом для производства флоат-стекла, содержание оксидов железа не должно превышать 0,09%, а в песке, применяемом для производства стекла по технологии ВВС, — 0,2%.

Как правило, небогатое кварцевое сырье не удовлетворяет требованиям производства флоат-стекла, однако некоторые предприятия все же используют небогатый песок, что затрудняет соблюдение заданных технологических режимов и придает стеклу зеленоватый оттенок.

В настоящее время в России 75% производимого обогащенного кварцевого песка поставляет ОАО «Раменский ГОК» (Московская обл.). Этого количества едва хватает для производства термически полированного стекла. Потребность же в обогащенных кварцевых песках отрасли в целом (включая производство тарного и других видов стекла) в несколько раз выше, однако притока инвестиций в эту область, несмотря на имеющиеся месторождения, не наблюдается.

ОАО «Салаватстекло» получает кварцевый песок приемлемого качества по бартеру из Казахстана, расплавляясь листовым стеклом — до 3 млн. м² в год.

В общем объеме продаж строительного и технического стекла на российском рынке преобладает отечественная продукция. Ее доля, составлявшая в 1998 г. 94,7%, возросла до 97,6% в 1999 г. и до 98,1% в 2000 г. Импортируется строительное и техническое стекло в основном из Китая и Украины.

В последние годы экспорт строительного и технического стекла из России постоянно возрастал — с 3,0% общего объема внутреннего производства в 1998 г. до 8,1% в 1999 г. и до 12,4% в 2000 г. Основные экспортеры оконного стекла — ОАО «Востек» и ОАО «Гусевский стекольный завод им. Дзержинского». Больше всего стекла поставляется в Великобританию.

Доля отечественной продукции в общем объеме продаж термически полированного стекла в 1998 г. составляла 95,3%, в 1999 г. — 97,8%, в 2000 г. — 94,9% (без учета импорта из Республики Беларусь). Наибольшее количество термически полированного стекла поставляла на российский рынок Украина, высококачественное стекло с селективными покрытиями импортировалось из Финляндии, Польши и США.

Экспорт термически полированного стекла в 1998 г. находился на уровне 27,7% общего объема производства, в 1999 г. — 24,3%, в 2000 г. — 27,6%. Крупнейший экспортер термически полированного стекла — ОАО «Борский стекольный завод», на долю которого приходится более 50% общего объема экспортных поставок; до 30% стекла поставляет ОАО «Саратовстекло» и до 20% — ОАО «Салаватстекло». По объему импортируемого из России термически полированного стекла лидирует Турция.

Необходимо подчеркнуть, что практика использования способа производства стекла в качестве идентификационного признака таможенной классификации (ТН ВЭД) нередко приводит к ошибкам в идентификации товарных групп 7003, 7004 и 7005, тем более что пошлины и акцизы для них одинаковы.

Высокую долю отечественной продукции в общем объеме продаж листового стекла в России нельзя расценивать как позитивный фактор, поскольку наличие на товарных рынках до 10–15% высококачественной импортной продукции не только не наносит ущерба национальным производителям, но и стимулирует их к повышению качества собственной продукции.

На отечественном рынке ощущается постоянная нехватка стекол марок M1 и M2. Наиболее высококачественные разновидности этих марок, выпускаемые фирмами Pilkington, Sant-Goban, Glaverbel, в том числе стекло, окрашенное в массу и с различными тепло- и светоотражающими покрытиями традиционно импортировались в нашу страну.

В последние годы в России организуется промышленное производство подобных стекол. Так, в АОТ «ЗАС» (Завод архитектурного стекла в г. Пушкин, Санкт-Петербург — дочернее предприятие ОАО «Борский стекольный завод») введены в эксплуатацию вакуумная линия непрерывного действия фирмы Sun Coatings Inc. (США) мощностью 1,5 млн м² стекла в год для нанесения покрытий и линия для изготовления стеклопакетов мощностью 700 тыс. м² в год.

Перспективы развития стекольной промышленности связывают прежде всего с полным вытеснением технологии ВВС флоат-процессом, причем в отечественных условиях, наряду с мощными производствами, должны получить распространение предприятия небольшой мощности, оснащенные так называемыми мини-флоат-линиями.

Расширяются масштабы промышленной переработки стекла и про-

изводства высокотехнологичных изделий — строительного триплекса, закаленных стекол, стекол с оксидными и металлическими покрытиями, в том числе многослойными, обладающими избирательной отражающей способностью к различным частям солнечного спектра.

В настоящее время все более актуальной становится проблема расширения производства отечественных стеклопакетов для массового жилищного строительства. Действующие нормативы термического сопротивления светопрозрачных ограждений, регламентированные Изменением № 4 СНиП II-3-79* «Строительная теплотехника», обуславливают невозможность применения для большинства регионов Российской Федерации однокамерных стеклопакетов из обычного стекла. Между тем недостаточный объем производства энергосберегающих стекол в Российской Федерации и сложность изготовления высокотехнологичных стеклопакетов, к тому же весьма дорогостоящих, определяют преимущественное распространение в массовом строительстве стеклопакетов с двумя или тремя стеклами либо конструкций типа стекло + однокамерный стеклопакет.

Высокоэффективные стеклопакеты, в том числе на основе энергосберегающих стекол, теплоизоляционных стекол с заполнением пространства между ними аргоном, так называемых рефлект-флоат-стекол с односторонней просматриваемостью, фото- и электрохромных стекол, ввиду их высокой стоимости и невозможности применения в массовом жилищном строительстве, будут выпускаться в ограниченных объемах — их доля в общем объеме производства стеклопакетов, по нашим оценкам, составит не более 5%.

Преобладающее в России двойное остекление окон в спаренных или отдельных переплетах, отличающееся крайне низкой энергоэффективностью, в ближайшие годы должно быть заменено в рамках проводимой в нашей стране жилищной реформы, предполагающей введение оплаты за отопление по фактическому расходу тепла. По нашей оценке для этого потребуется 1,2–1,3 млрд м² стеклопакетов, при изготовлении которых будет использовано до 3 млрд м² листового стекла.

Нет сомнений в том, что даже при существующем уровне инвестиционной активности отмеченные тенденции устройства светопрозрачных ограждений вызовут резкое повышение спроса на листовое стекло.

Белорусский «Нерудпром» – 10 лет в новых экономических условиях

ОАО «Нерудпром» является одним из крупнейших поставщиков нерудных строительных материалов (НСМ) в Республике Беларусь. Основным акционером общества является государство – 83%, что типично для горных предприятий республики. В состав «Нерудпрома» входят три карьера, разрабатывающих месторождения песчано-гравийных пород, и карьер «Ленинское», выпускающий штукатурные пески (табл. 1). Имеется резервное песчано-гравийное месторождение «Минское» с объемом запасов 50,5 млн. м³.

Геологические условия месторождений и технология разработки во многом сходны (табл. 2).

На месторождениях встречаются обводненные участки, которые разрабатываются драглайнами Э-2503 с ковшем емкостью 3 м³. Горная масса укладывается в штабель. Из штабеля сырье после уменьшения влажности до 8%, обычно через

двое суток, отгружается мехлопатами в самосвалы и доставляется на ДСЗ. Содержание илистых и глинистых частиц в песчано-гравийной массе колеблется от 5 до 12%. При незначительном (до 5%) содержании глинистых частиц влажность снижается до 4–6% в течение суток.

Вскрышные породы сложены глинами, суглинками и супесями, мощность их на всех карьерах не превышает 8 м. Вскрышу разрабатывают мехлопатами Э-2503 и ЭКГ-5 одним уступом и перемещают самосвалами грузоподъемностью 12–30 т во внутренние отвалы. Высота отвалов достигает 10 м.

Добычу полезного ископаемого производят мехлопатами ЭКГ-5 и Э-2503, доставляют до ДСЗ самосвалами БелАЗ-7540 грузоподъемностью 30 т. Технологический автотранспорт наемный. На карьерах встречаются прослой глины, которые вынимаются селективно. На карьере «Кириши» для

выемки прослоя глины более 2 м создается дополнительный уступ.

Переработка горной массы на ДСЗ осуществляется с 2–3 стадиями дробления. Емкость приемных воронок ДСЗ составляет 30–90 м³, что соответствует 2–6 емкостям самосвалов. Над приемной воронкой установлена колосниковая решетка, на которой отделяются негабаритные валуны.

Технологическая схема переработки песчано-гравийных материалов на ДСЗ «Заславль» в упрощенном виде выглядит следующим образом.

Горная масса размером 0–450 мм из приемного бункера пластинчатым питателем П2-12-90 подается на неподвижный колосниковый грохот, где выделяется продукт 150–450 мм, направляемый на первичное дробление в щековую дробилку СМД-110 с приемным отверстием 600×900 мм.

Продукт 0–150 мм ленточным конвейером В-1000 транспортируется на первичное грохочение на виброгрохоты ГИЛ-52 с ячейкой 20 мм. Подгрохотный продукт 0–20 мм направляется на вторичное грохочение с промывкой, где происходит выделение гравия 5–20 мм с выдачей его на открытый склад. Надгрохотный продукт 20–150 мм подается ленточным конвейером В-800 в конусную дробилку среднего дробления КСД-1750, где объединяется с продуктом первичного дробления и затем направляется на третичное дробление в конусную дробилку КМД-1750. Продукт дробления 0–20 мм транспортируется на грохочение с промывкой на виброгрохотах ГИЛ-52 и корытных мойках К-14, где выделяется щебень 5–20 мм с выдачей на склад. Фракция крупнее 20 мм при помощи таких же виброгрохотов ГИЛ-52 направляется на додробление в дробилку мелкого дробления (т. н. «кольцо»). После промывки на грохотах и в корытных мойках песок и отсев дробления фракции 0–5 мм в виде пульпы сливается в зумпф, откуда землесосом ГРТ 1600/50 откачивается либо на отделение классификации песка, где выделяется песок высшего класса фракции 0,14–5 мм, либо транспортируется на карту намыва, откуда реализуется экскаваторами или погрузчиками как песок I класса.

Почти вся продукция ОАО «Нерудпром» отгружается в автотранспорт, так как ни на одном из карьеров нет железнодорожной ветки.

Таблица 1

Карьер	Проектная мощность, тыс. м ³	Содержание гравийно-валунного материала, %	Объем работ, тыс. м ³		Объем запасов, млн. м ³
			Добычных	Вскрышных	
Заславль, участки:	900	23,15	612,7	336,1	9,4
Векшичи	350	25,67	265,1	66	7,6
Кириши	550	21,13	347,6	270,1	1,8
Крапужино	750	25,64	436,2	215,5	4,3
Волма	550	17,58	452,7	42,3	8,6
Ленинское	100	4,1	39,3	18,4	6,6

Примечание: данные за 2000 г.

Таблица 2

Карьер	Мощность полезного ископаемого, м	Мощность вскрышных пород, м	Длина фронта работ, м	Расстояние транспортировки, м		Отвалы	
				Полезн. ископ.	Вскрыш. пород	Емкость, м ³	Высота, м
Заславль, участки:							
Векшичи	15–20	5–6	до 100	0,6–1	0,5–1	70	до 10
Кириши	10–15	6–8	до 150	4–5	0,5–1	150	то же
Крапужино	10–16	4–6	до 200	1,5–2	0,5–1	150	то же
Волма	10–15	1–3	до 100	0,5–4	0,5–1	50	то же
Ленинское	15–20	1	до 50	1,5	–	–	–

Таблица 3

Показатели	Период			
	1990	1991	1999	2000
Производство нерудных строительных материалов, тыс. м ³ , в том числе	5283	4994	1622	1457
щебня,	506	479	149	149
в т. ч. фракция 5–20 мм			86	96
гравия	712	685	154	162
песка строительного, включая	3633	3531	1266	1133
высший класс			357	263
I класс			693	712
II класс			216	158
Песчано-гравийная смесь	301	186	52	13
Освоение произв. мощности, %	100	100	70,5	63,3
Среднесписочная численность ППП	481	486	329	322
Производительность труда, м ³ /чел	11	10,2	4,93	4,52
Расход электроэнергии, тыс. кВт·ч	16306	16542	6225	6246
Уд. расход электроэнергии, кВт·ч/м ³	3,1	3,3	3,8	4,3
Рентабельность			9,1	1,5

Таблица 4

Статьи затрат	Затраты по предприятиям, %			
	Заславль	Крапужино	Волма	«Нерудпром»
Наемный автотранспорт	22,2	26	25,3	21,8
Электроэнергия	10,5	6,2	6,9	7,7
Амортизация	5,8	5,6	6,1	5,1
Материалы и запчасти	5,7	5,2	6,1	5,7
Топливо	7,4	6,3	5,7	7,5
Заработная плата	11,4	12,6	11,9	14,5
Соцстрах и пенсионный фонд	4,4	5	4,6	5,7
Налоги	1	1	1	1,1
Налоги на вредные выбросы, землю и добычу	1,6	2,7	1,6	1,7
Рекультивация	18,8	23,9	28	20,2
Текущий и капитальный ремонт	5,8	1,8	1,9	3,8
Прочие расходы	5,4	3,7	0,9	5,2

Лишь незначительная (до 2%) часть продукции перевозится автосамосвалами из ДСЗ «Заславль» на железнодорожную станцию «Беларусь» (до 10 км), где отгружается в отдаленные регионы республики (Брест, Гомель и др.).

Основным потребителем продукции (85%) является Минск. Расстояние перевозки самосвалами в основном находится в пределах 30 км. При этом стоимость продукции удваивается.

Предприятия работают круглый год, в одну или две смены с плановыми остановками для ремонтных работ. В настоящее время изучается целесообразность перехода всех или части предприятий на сезонный режим работы.

Объем производства ОАО «Нерудпром» за десятилетие снизился в 3,6 раза (табл. 3), хотя в среднем по республике производство нерудных строительных материалов сократилось в 5 раз. Продукция продается в основном по фиксированным ценам. Предприятие стремится производить более глубокую переработку минерального сырья, повышая рентабельность производства. Изменяется структура продукции: сократились поставки песчано-гравийной смеси с 5,7 до 0,9%, увеличивается доля щебня несмотря на уменьшение содержания гравийно-валунного материала, в частности, мелких фракций. Начат выпуск новой продукции – песка для водяных фильтров фракции 1–2 мм, для производства которого смонтирована дополнительная технологическая линия.

Структура себестоимости за последнее десятилетие претерпела изменения (табл. 4). Более 20% затрат приходится на долю автоперевозок, что типично для песчано-гравийных карьеров, на которых расстояние транспортировки сырья до ДСЗ по мере развития горных работ увеличивается. Затраты по заработной плате, если исключить стоимость перевозок, составляют около 20%, что соответствует доперестроечному периоду. Значительно возросли затраты по рекультивации отработанных площадей. Основные направления рекультивации – лесопосадки, зоны отдыха с водоемами. О качестве воды, которая скапливается на некоторых отработанных участках карьеров можно судить, в частности, по такому факту: в водоеме, образовавшемся на территории карьера «Кирши», уже несколько лет гнездятся лебеди и выводят птенцов.

Технологическое оборудование изношено. Однако производимые амортизационные отчисления и низкая рентабельность производства не дают возможность не только произ-

водить реконструкцию, но даже заменять самые изношенные агрегаты.

В настоящее время предприятиям ОАО «Нерудпром» приходится преодолевать не только традиционные для горных предприятий трудности, но и возникшие в связи с изменением геополитической ситуации и законодательства (отвод земель, охрана окружающей среды, получение запасных частей из России и др.).

Данные табл. 4 показывают, что от 20 до 25% всех затрат составляют внутрикарьерные перевозки, которые растут из года в год, в связи с этим в последние годы ОАО «Нерудпром» начало создавать установки по предварительному обогащению горной массы в выработанном пространстве карьера. Такая

полустационарная установка создана на карьере «Векшичи», однако в течение ряда лет она превратилась в установку полного цикла и выпускает все виды продукции.

В карьере «Ваньковщина» ДСЗ «Волма» в 1999 г. была смонтирована установка по выделению песка из песчано-гравийной смеси. Благодаря снижению объема перевозок части сырья с 4 до 0,5 км установка окупилась в течение года. В текущем году проведена реконструкция этой установки с выделением также и гравия, то есть сортировочная установка реализует на месте в карьере 80% продукции, что также помогает предприятию удерживать производство в пределах положительной рентабельности.

А.П. ОСОКИН, д-р техн. наук, проф., З.Б. ЭНТИН, д-р техн. наук, проф.
(ЗАО «Научно-технический центр»); Л.А. ФЕДНЕР, канд. техн. наук, проф.,
С.Н. ЕФИМОВ, канд. техн. наук, А.Б. САМОХВАЛОВ, канд. техн. наук
(Московский автомобильно-дорожный институт (технический университет))

Бетоны на специальных цементах

Создание бетонов с заданными свойствами основывается на применении специальных цементах. Конструкции и сооружения из таких бетонов отличаются, прежде всего, высокой долговечностью, что делает затраты на их эксплуатацию минимальными. Неэффективное применение цементах общестроительного назначения вместо специальных цементах нередко является причиной дефектов и разрушения бетонов.

В основе получения специальных цементах лежат требования к химико-минералогическому, вещественному и зерновому составу и целому ряду физико-механических свойств (сроки схватывания, водоотделение, прочность при изгибе и сжатии в различном возрасте и др.).

ЗАО «Научно-технический центр» совместно с МАДИ (ТУ) разработаны, изучены и поставлены на производство такие разновидности

специальных цементах, как безусадочный, белый морозостойкий и особотонкий цемент «ИНТРАЦЕМ». Эти цементах могут найти применение в различных областях строительства, в первую очередь в транспортном строительстве и при ремонтно-восстановительных работах.

Бетоны на безусадочном портландцементе

Одним из недостатков твердеющих цементных систем является проявление ими деформаций усадки с появлением мелких разветвленных трещин, которые впоследствии выступают в качестве одной из причин развития деструктивных процессов в цементном камне. Величина линейной усадки бетона находится обычно в пределах 0,3–0,45 мм/м, однако в зависимости от вида цемента, состава бетона, условий твердения эта величина может быть и большей. При изготовлении предварительно напряженных конструкций усадка приводит к потере напряжений в арматуре, а связанная с явлением усадки необходимость в устройстве температурно-усадочных швов является существенным недостатком бетонных и железобетонных покрытий автомобильных дорог, аэродромов, длинномерных конструкций и др.

Использование безусадочного цемента в бетонах транспортного назначения позволит, например, повысить водонепроницаемость тоннельной обделки, избежать трудоемких и дорогостоящих работ по устройству многослойной гидроизоляции на мостах, путепроводах, уменьшить количество температурно-усадочных швов. Перспективным является применение этого цемента для строительства и ремонта резервуаров, очистных сооружений, гидротехнических сооружений и др.

Безусадочный портландцемент, предназначенный для транспортного строительства, получают на основе портландцементного клинкера, расширяющегося компонента и гипса. По назначению такой цемент подразделяется на «дорожный», т. е.

Таблица 1

Показатель	Значение для безусадочного цемента			
	дорожного		гидроизоляционного	
	кл. 32,5	кл. 42,5	кл. 32,5	кл. 42,5
Прочность при сжатии, МПа, не менее, в возрасте:				
2 сут	–	14	–	14
7 сут	22	–	22	–
28 сут	38	48	38	48
Прочность при изгибе, МПа, не менее, в возрасте:				
2 сут	–	4	–	4
7 сут	4,5	–	4,5	–
28 сут	5,5	6	5,5	6
Равномерность изменения объема (по Ле-Шателье), мм, не более	10			
Сроки схватывания:				
начало, мин, не ранее	120		30	
конец, час, не позднее	10		8	
Водоотделение, %, не более	25			
Усадка цемента, %	не допускается			
Линейное расширение*, %, при водном твердении, не более, в возрасте				
2 сут	0,1/0,15			
28 сут	0,2/0,3			
Линейное расширение*, %, при воздушно-влажном твердении, не более, в возрасте				
2 сут	0,05/0,1			
28 сут	0,15/0,2			
Морозостойкость, циклов, не менее	300			
Водонепроницаемость, атм, не менее	–		10	
Тонкость помола: удельная поверхность, м ² /кг, не менее	280		320	
* над чертой – значения для сульфоферритного цемента, под чертой – для сульфоалюминатного цемента				

Таблица 2

Состав бетона, кг/м ³				Содержание добавок ³ , % от массы цемента		Плотность смеси, кг/м ³ , через 30 мин после изготовления	Показатель удобоукладываемости смеси, определенный через 5 мин после изготовления, метод испытания	Содержание вовлеченного воздуха через 30 мин после изготовления, % по объему	Предел прочности при сжатии, МПа, в возрасте, сут				Марка по морозостойкости ⁴
Ц	П ¹	Щ ²	В/Ц	С-3	СНВ				1	3	7	28	
475	815	980	170 0,36	0,8	0,03	2440	О.К. – 16 см ГОСТ 10181–2000	3,8	6	35,2	46,4	56,1	F300
504	1514	–	192 0,38	0,8	0,03	2210	Глубина погружения конуса – 40 мм ГОСТ 5802–86	5,1	1	22,1	40,4	47,9	F300

Примечания: ¹ песок кварцево-полевошпатовый, М_к = 2,23 (ГОСТ 8736–93)
² щебень гранитный фр. 5–20 мм (ГОСТ 8267–93)
³ добавки: суперпластификатор С-3 (ТУ 6-36-0204229-625) и воздухововлекающая добавка СНВ (ТУ 13-0281078-75–90)
⁴ по второму базовому методу определения морозостойкости ГОСТ 10060–95

предназначенный для конструкций транспортных сооружений, и гидроизоляционный.

В зависимости от вида расширяющегося компонента безусадочный цемент подразделяется на сульфоалюминатный и сульфоферритный. Содержание расширяющегося компонента в цементе находится в пределах 5–20 мас. %. Допускается введение в цемент при помоле доменного гранулированного шлака в количестве до 10%. Массовая доля оксида магния в клинкере не должна превышать 5%, массовая доля SO₃ должна составлять 3–6%. Для «дорожного» безусадочного цемента, кроме этого, ограничивается содержание минерала С₃A в клинкере: оно не должна превышать 7 мас. %.

Безусадочный цемент для транспортного строительства, выпускаемый согласно ТУ 5732-003-24089832–98, характеризуется классами прочности 32,5 и 42,5. Физико-механические показатели цемента должны удовлетворять требованиям, представленным в табл. 1.

Безусадочный цемент на основе сульфоферритного клинкера (СФ-цемент) позволяет получать бетоны с маркой по морозостойкости не менее F300 (второй базовый метод ГОСТ 10060–95), по водонепроницаемости – не ниже W10.

Примеры составов и свойств тяжелого и мелкозернистого бетонов на сульфоферритном безусадочном цементе приведены в табл. 2. Для изготовления тяжелого и мелкозернистого бетонов применялся безусадочный СФ-цемент, полученный на основе специального портландцементного клинкера Спасского цементного завода. Соотношение специального портландцементного клинкера, сульфоферритного расширяющегося компонента и гипса составляло (по массе): 100:5:3,2. Расчетное содержа-

Таблица 3

Показатели	Белый цемент ОАО «Щуровский цемент»	«Супербелый» портландцемент фирмы «Aalborg Portland»
Содержание минерала, С ₃ A, %	5	4–5
Удельная поверхность, м ² /кг	470	360–440 (по Блейну)
Нормальная густота, %	27,5	–
Сроки схватывания, мин:		
начало	220	75–120
конец	330	–
Активность (28 сут), МПа	44 (ГОСТ 310.4–81)	65–77 (EN 196)

ние С₃A в портландцементном клинкере – 2,9%. Показатели стандартных физико-механических свойств безусадочного СФ-цемента следующие: НГЦТ – 24,25%, начало схватывания – 3 ч 45 мин, конец схватывания – 4 ч 45 мин, удельная поверхность – 320 м²/кг, распыл стандартного конуса при В/Ц=0,39–113 мм; активность – 50,7 МПа.

Ряд испытаний (прочность в отдаленные сроки, деформации усадки, трещиностойкость, сульфатостойкость, водонепроницаемость) показал, что бетоны на безусадочном СФ-цементе на основе специального портландцементного клинкера Спасского цементного завода являются особо коррозиестойкими и могут быть рекомендованы для использования в особо трудных условиях, например, для ремонтно-восстановительных работ по возобновлению разрушенного коррозией поверхностного слоя бетона таких тонкостенных железобетонных сооружений, как плавучие доки. Этот цемент рекомендуется также для изготовления защитных бетонных покрытий при возведении новых транспортных и гидротехнических сооружений, для водонепроницаемых бетонов тоннельной обделки, строительства под-

земных паркингов, фундаментов и конструкций мостов, путепроводов, строительства дорожных одежд, очистных сооружений и др. [1, 2].

Морозостойкий белый цемент и цветные цементы на его основе

Белый цемент как строительный материал необходим для раскрытия архитектурных возможностей бетона. Большинство белых цементов, однако, содержит повышенное количество алюминатной фазы и поэтому они неморозостойки. Выпуск белого цемента с малым содержанием алюминатной фазы представляет собой сложную инженерную задачу, которая до недавнего времени российской цементной промышленностью не решалась. Усилиями специалистов цементного производства и ЗАО «Научно-технический центр», фирмы «ЦЕМИСКОН» проблема выпуска белого морозостойкого цемента в промышленных масштабах была решена, и в 1999 г. на предприятии ОАО «Щуровский цемент» была выпущена опытная партия этого цемента.

В ОНИЛ «Цемент» МАДИ (ТУ) проведено изучение строительно-технических свойств бетона на белом морозостойком цементе

Таблица 4

№ состава	Состав бетона, кг/м ³				Содержание добавки С-3, % от массы цемента	Плотность смеси, кг/м ³ через 30 мин после изготовления	Осадка конуса, см, через время после изготов- ления, мин			Твердение в нормальных условиях				ТВО по режиму 2+3+6+3 ч., t _{изотерм} =-80°C			ТВО по режиму 3+3+8+3 ч, t _{изотерм} =-60°C		
	Ц	П	Щ	В В/Ц			Предел прочности, МПа			Марка по морозо- стойкости*	Предел проч- ности, МПа		Марка по морозо- стойкости*	Предел проч- ности, МПа		Марка по морозо- стойкости*			
							5	30	60		1 сут	7 сут		28 сут	1 сут		28 сут	1 сут	28 сут
	1	266	710	1184			195 0,73	-	2355	8	5	2	7,9	13,3	22,9	F100	9,5	18,6	F75
2	303	650	1215	200 0,66	-	2368	10	6	3	11,1	18,6	28,5	F150	13,7	23,5	F100	-	-	-
3	300	712	1230	162 0,54	0,8	2404	14	5	2	20,1	28,4	38,2	F200	21	30,8	F150	22,5	37	F200
4	393	646	1141	210 0,53	-	2390	12	8	4	16,4	24,5	36,4	F200	21,4	30,2	F150	20,6	33,8	F200

* по первому базовому методу ГОСТ 10060-95

Таблица 5

№ состава	Состав бетона, кг/м ³			Плотность смеси, кг/м ³	Кэфф. уплотнения	Водопогло- щение, %	Предел прочности при сжатии, МПа		Марка по морозо- стойкости*
	Ц	П	В В/Ц				сразу после ТВО	в возрасте 28 сут.	
1	560	1560	165 0,29	2285	0,95	5	41,1	47	F200
2	556	1550	164 0,29	2270	0,94	5,5	40,2	45,8	F200
3	544	1516	160 0,29	2220	0,91	8	20	26,3	F100

* по второму базовому методу ГОСТ 10060-95

и оценена возможность его использования для изготовления изделий и конструкций с повышенными требованиями к морозостойкости.

Характеристики белого цемента приведены в табл. 3, там же приведены типичные характеристики его зарубежного аналога – датского «супербелого» порландцемента фирмы «Aalborg Portland». Как видно из представленных данных, белый цемент ОАО «Щуровский цемент» уступает зарубежному аналогу в активности, но по всем показателям соответствует требованиям ГОСТ 10178-85 (п. 1.14), предъявляемым к цементам для транспортных сооружений.

Примеры составов бетонов общестроительного назначения на белом цементе и показатели их физико-механических свойств приведены в табл. 4. Из представленных данных видно, что на белом цементе ОАО «Щуровский цемент» можно получать бетонные смеси и бетоны общестроительного назначения классов по прочности на сжатие В15–В25.

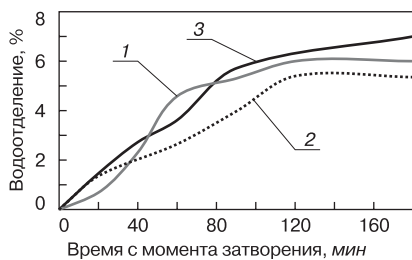
Сохраняемость удобоукладываемости бетонных смесей – средняя (согласно «Рекомендациям по подбору состава бетонов» к ГОСТ 27006-86). Наилучшие результаты при тепловлажностной обработке бетонных смесей на рассматриваемом цементе достигаются при использовании «мягкого» режима со скоростью подъема температуры не более 15 °С/ч и температурой изотермического прогрева не выше 60 °С.

Поскольку в отечественной практике производства мелкоштучных бетонных изделий (тротуарная плитка, бортовой камень) все большее место занимает технология вибропрессования, рассматриваемый белый цемент был испытан в мелкозернистых вибропрессованных бетонах, при изготовлении которых была смоделирована распространенная заводская технология. Мелкозернистый бетон изготовлялся из сверхжестких смесей марки по удобоукладываемости СЖ 3 (ГОСТ 7473-94). После уплотнения образцы подвер-

гались тепловлажностной обработке по режиму 2+2+6+4 ч с изотермической выдержкой при 50 °С.

Известно, что в тонкостенных и мелкоштучных изделиях наиболее частый дефект производства состоит в недоуплотнении их отдельных частей, что не только снижает прочностные показатели бетона, но и существенно ухудшает его морозо- и солейстойкость, водонепроницаемость, истираемость. В связи с этим для заформованных бетонных смесей определялся коэффициент уплотнения по значениям теоретической и фактической плотности. Составы мелкозернистых бетонных смесей и физико-механические характеристики вибропрессованных бетонов на белом цементе приведены в табл. 5.

Различия в показателях средней плотности и прочности мелкозернистого бетона составов 1, 2, 3 табл. 5 объясняются разницей в значении коэффициента уплотнения. Смесь состава № 1 была заформована сразу после изготовления, смесь состава № 2 –



Водоотделение суспензий «ИНТРАЦЕМА» (состав Ц:В=1:2): 1 – без добавки; 2 – добавка С-3 – 0,8% от массы цемента; 3 – добавка С-3 – 1% от массы цемента.

через 10 минут, смесь состава № 3 – через 20 минут. Следует отметить, что смесь состава № 3 была хуже уплотнена из-за быстрого загустевания.

В производственных условиях были выполнены опытно-промышленные работы по изготовлению на основе белого морозостойкого цемента ОАО «Щуровский цемент» тротуарной плитки из мелкозернистого бетона по технологии вибропрессования. В ходе работ были проведены подборы дозировок различных минеральных пигментов для получения цветной плитки. Было использовано 5 пигментов: желтый, красный, черный, коричневый, зеленый. В результате установлено, что расход пигмента при использовании белого морозостойкого цемента может быть снижен на 30–50% при сохранении и улучшении цветовой гаммы. Коэффициент уплотнения смеси в заводских условиях составил 0,96, средняя прочность изделий после ТВО – 43 МПа, марка по морозостойкости F200 (второй базовый метод ГОСТ 10060–95).

Испытания подтвердили, что разработана технология получения морозостойкого белого цемента и морозостойких цветных цементов на его основе. Бетоны на этих цементах могут быть рекомендованы для изготовления тротуарной плитки, борто-

вого камня, малых архитектурных форм. Белый и цветные морозостойкие цементы могут также применяться для внешней отделки зданий, фасадных балок мостов и путепроводов, изготовления элементов обстановки пути, при строительстве городских автомагистралей.

Особотонкий цемент («ИНТРАЦЕМ»)

Возможности цементных материалов не будут в полной мере использованы, если не удастся освоить производство и применение специальных цементов с особо подобранным гранулометрическим составом, в том числе особотонких цементов. В отличие от рядовых цементов, имеющих средний размер зерен 40–50 мкм, средний размер зерен ультратонкого цемента – менее 10 мкм.

Особотонкий цемент «ИНТРАЦЕМ», являющийся отечественной разработкой, не уступает по своим строительно-техническим свойствам зарубежным аналогам: MICRODUR (ФРГ) и SPINOR (Франция).

Особотонкий цемент применяется в виде водной суспензии, которая инъецируется в грунт, в тело восстанавливаемого материала, в трещины кирпичной кладки, бетонных и железобетонных конструкций, за счет чего обеспечивается повышение прочности, несущей способности, водонепроницаемости. Для такого цемента важна, поэтому, способность образовывать нераслаивающиеся водные суспензии, что необходимо для глубокого проникновения внутрь ремонтируемого слоя или укрепляемого грунтового массива. Для уменьшения водоцементного отношения и снижения вязкости суспензий в них вводятся добавки ПАВ.

Типичные кривые водоотделения цементно-водных суспензий «ИНТРАЦЕМА» состава Ц:В=1:2 показаны на рисунке.

Вязкость суспензий, содержащих суперпластификатор С-3, определенная на вискозиметре Энглера, составляет 4–5 сек, тогда как вязкость чистой воды – 2 сек.

Следует отметить, что введение в суспензию С-3 в количестве 1 мас. % цемента незначительно уменьшает вязкость по сравнению с дозировкой 0,8%, приводя одновременно к увеличению водоотделения. Оптимальная дозировка С-3 для суспензий «ИНТРАЦЕМА», таким образом, не должна превышать 0,8 мас. % цемента.

Прочность затвердевших суспензий при хранении в воде в возрасте 7–10 суток достигает 3 МПа, что вполне достаточно для выполнения ими своих функций.

«ИНТРАЦЕМ» рекомендуется использовать для глубинного укрепления и предотвращения просадки грунтов, санации различных сооружений, исторических памятников, восстановления несущей способности фундаментов, подпорных стенок, инъецирования каналов предварительно напряженных конструкций.

Список литературы

1. Осокин А.П., Энтин З.Б., Феднер Л.А., Пушкарев И.С. Особо-коррозионноустойчивый цемент для ремонтно-восстановительных работ. // Цемент и его применение, 2000. № 5, С. 35–38.
2. Осокин А.П., Энтин З.Б., Феднер Л.А. Цементы для транспортного строительства. Научно-практическая конференция «Скоростные автомагистрали в мегаполисах». Тезисы докладов. М., 7–8 сентября 1999. С. 75–76.

МЯГКАЯ КРОВЛЯ

Полимерные мембраны

Продажа Обучение Шефмонтаж

Россия, 614060, Пермь, ул. Крупской, дом 34
 Телефон: (3422) 905-944, 909-717 Факс: (3422) 905-943
 E-mail: gsp-inzhener@permonline.ru

Представительства:

ПРАГМА 300

Россия, Пермь

РЕПАНОЛ ФК

Германия

ИНЖЕНЕР



Москва (095) 430-29-29, Ижевск (3412) 78-53-30

Рулонные материалы для плоских кровель: дороже, дешевле или долговечнее

В жесткой конкурентной борьбе, которая развернулась на «кровельном рынке» России, в настоящее время сложно выбрать наиболее подходящий материал. Каждый потенциальный подрядчик старается преподнести заказчику только положительные стороны «своего» материала и отрицательные стороны материала конкурента.

Ниже приведены результаты локального технико-экономического сравнения устройства и эксплуатации кровель с использованием трех основных видов рулонных кровельных материалов (РКМ):

- битумных (Б);
- битумно-полимерных (Б-П);
- полимерных (П).

Стоимость РКМ и кровельных услуг принята средней по крупным продавцам и строительным организациям для июня 2001 г. в Перми (табл. 1). Для других регионов эти показатели могут иметь другое значение.

Для расчетов принято:

- битумный материал – рубероид – укладывается в 4 слоя; дополнительно используется битум;
- битумно-полимерные материалы – линокром (стеклоизол) – укладываются в 1 слой, унифлекс (рубитекс) – 1 слой; при укладке используются битум, керосин, газ-пропан;
- полимерные материалы – элон – 1 слой, мастика КСП-М.

По сборникам ЕНиР определена трудоемкость выполнения кровли.

При значительной разнице в трудоемкости, стоимость кровельных работ на практике больше коррелирует со стоимостью материалов, а не с расчетной трудоемкостью. Прежде всего это объясняется тем, что на устройство кровли из полимерных материалов требуется более квалифицированный и высокооплачиваемый персонал, чем для кровель из битумных РКМ.

Другой серьезный фактор – это большое предложение услуг по битумным РКМ и очень маленькое по полимерным при неизменном спросе. Монтаж полимерных РКМ требует высокой культуры производства, которой сложно добиться при нестабильности строительной отрасли за последние 10 лет.

Средняя стоимость (с материалами) стандартного набора кровельных работ приведена в табл. 1. Это единовременные затраты на устрой-

Таблица 1

Вид материала	Трудоемкость устройства кровли		Средняя стоимость устройства кровли (с материалами)*		Затраты на устройство и эксплуатацию кровли за 25 лет		Соотношение затрат на устройство и эксплуатацию кровли за 25 лет по данным 1997 г. [1], %
	чел./ч на 100 м ²	%	р/м ²	%	р/м ²	%	
Битумный	32,2	100	190	100	1210	100	100
Битумно-полимерный	16,5	51	280	144	960	79	81
Полимерный	11,9	37	320	164	520	43	48

* Возможное отклонение ±50 р/м²

Таблица 2

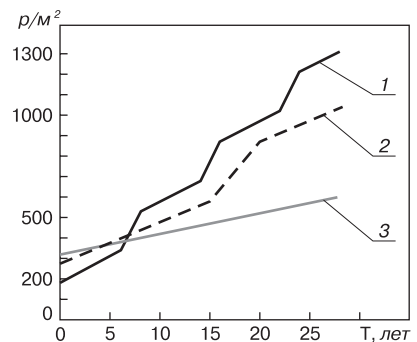
Вид материала	Ориентировочная стоимость затрат на текущий ремонт, р/м ²	Средняя периодичность проведения текущего ремонта, лет	Средняя периодичность проведения капитального ремонта, лет	Прогнозируемая долговечность РКМ, лет
Битумные	50	2	8	5–10
Битумно-полимерные	100	5	15	10–15
Полимерные	100	10	30	25–30

ство кровли. Однако кровлю, как и все здание необходимо эксплуатировать, то есть нести определенные затраты на текущие и капитальные ремонты. На здании капитального характера кровля в процессе эксплуатации претерпевает несколько капитальных ремонтов.

Исходя из имеющихся нормативных и фактических данных по периодам проведения текущих и капитальных ремонтов кровель (табл. 2) составлен график затрат (см. рисунок) на устройство и эксплуатацию плоской кровли из РКМ разных типов.

Рассматривая весь объем затрат на устройство и эксплуатацию кровли в течение 25 лет (табл. 1), очевидно, что эти затраты обратнопропорциональны единовременным затратам на устройство кровли из разных типов РКМ.

Проведенный краткий сравнительный анализ технико-экономических показателей по применению в плоских кровлях разных типов РКМ на одной территории в дискретный момент времени вместе с тем имеет более широкий аспект. Аналогичные сравнительные исследования 1997 г. [1] очень хорошо коррелируют с данными 2001 г. (табл. 1). Это свидетельствует о неизменности тенденции.



Суммарные затраты на устройство и эксплуатацию кровель из рулонных материалов: 1 – битумных; 2 – битумно-полимерных; 3 – полимерных.

Вывод: при подборе вида РКМ для проектирования мягкой кровли экономически выгодно применять:

- битумные РКМ на зданиях со сроком службы не более 6–8 лет;
- битумно-полимерные РКМ на зданиях со сроком службы не более 15 лет;
- полимерные РКМ на зданиях со сроком службы более 15 лет.

Литература

1. Ковалев С.С. Мягкая кровля. Как сделать ее долговечной? // Пермские строительные ведомости. 1997. № 3. С. 22–23.

Система модульного домостроения «Переславль» Объемно-модульные здания для малоэтажного строительства

Развитие рынка малоэтажного строительства поставило целый ряд проблем, которые необходимо решать в срочном порядке. Прежде всего речь пойдет об экономии, снижении затрат на строительство малоэтажного строительства, о соблюдении современных ужесточенных норм (СНиПов), повышении качества строительства и о применении новых материалов, отвечающих современным требованиям.

Решение этих вопросов потребовало развития новых, нестандартных для России, строительных технологий и применения современных строительных материалов.

До недавнего времени в России технология заводского изготовления комплектов домов не распространялась далее панельного домостроения и мобильных зданий временного характера. Однако в других странах уже зарождалась новая технология заводского изготовления зданий, т. е. основные этапы возведения дома переносились на завод (кроме устройства фундаментов, хотя и здесь происходят существенные изменения). Особая роль в этом процессе принадлежит стандартизации в изготовлении отдельных конструкций здания: ферм, основания внутренних и наружных стен, перекрытия, унификация узлов и деталей.

Какие же преимущества имеют технологии заводского изготовления перед традиционными методами строительства? Это прежде всего:

- значительное сокращение сроков возведения домов (до 90% заводской готовности);
- существенное снижение затрат (до 60%) в сравнении со строительством таких же домов, но при возведении по другим технологиям;
- высокое качество монтажных и отделочных работ, которые контролируются стандартами предприятия и ОТК, а отсюда снижение брака;
- возможность одновременного ведения монтажных и отделочных операций;
- высокая производительность труда, массовое применение профессионального пневмо- и электроинструмента, стенов, нестандартных подъемно-транспортных средств и т. д.;
- радикальное уменьшение брака, количества строительного мусора, возможности хищений, простоев и т. д.

Сферой применения технологии домостроения заводского изготовления, в основном, является строительство в сложных климатических районах и гидрогеологических условиях, в которых ведение земляных работ затруднено или невозможно, а время отведенное на возведение здания строго определено. Тот, кто еще готов упорствовать по вопросу приемлемости североамериканских и западноевропейских строительных технологий в России, пусть сравнит степень освоения Аляски и Чукотки и условия жизни в этих районах. Здания заводского изготовления находят широкое применение и в других более благоприятных районах.

В то же время диапазон применения этих зданий значительно шире. Это — офисные и административные здания, школы, детские сады, больницы и т. д.

Пионерами в области производства модульных зданий заводского изготовления в России является ОАО «Дом вашей мечты» (ОАО «ДВМ»), которое было создано в г. Переславле-Залесском в 1999 г. как управляющая компания для организации производства объемно-мо-

дульных зданий. ОАО «ДВМ» подготовило проект производства объемно-модульных зданий и в апреле 2000 г. создало завод объемно-модульных зданий (ООО «ЗОМЗ»).

С мая текущего года ООО «ЗОМЗ» приступило к серийному выпуску модельных зданий различного назначения, обеспечивающих достойный уровень комфорта при умеренной цене.

Здание разбивается на несколько модулей, которые изготавливаются на заводе с готовностью 86%, т. е. с готовой отделкой, смонтированным инженерным оборудованием (отопление, вентиляция, сантехника, водопровод, канализация, слаботочные системы и т. д.). Это позволяет сдать «под ключ» объект в течение 2–3 недель в зависимости от числа модулей в здании.

Производство представляет собой поточную линию, оборудованную специальными стендами, транспортными технологическими тележками, подъемно-транспортным оборудованием, грузозахватными приспособлениями. Кроме того, широко используются специальные стеллажи, шаблоны, инвентарь, лестницы, подмости, тележки, столы раскроя.

В основу технологии заложен индустриальный принцип поточной линии с использованием передвижных платформ (технологических тележек), которые проходят до 20 постов на 10 участках. На них последовательно осуществляется сборка, монтаж, отделка модуля из предварительно выполненных на стендах точно выверенных заготовок и узлов. На рабочих местах применяется только механизированный пневмо- или электроинструмент. Все заготовки и материалы подаются в зону монтажа при помощи электропогрузчиков или кран-балок, управляемых с пола.

Завод рассчитан на выпуск ~1000 модулей в год. Размеры модуля: по длине до 11,5 м, по ширине до 4,3 м и высоте до 3,5 м.

Модули перевозятся на место их монтажа на специальном низкорамном полуприцепе с высотой платформы не более 900 мм на расстояние до 2000 км, а также на железнодорожных платформах. При отправке модулей по железной дороге модуль изготавливается шириной не более 3,15 м.

Монтаж модулей производится на подготовленный предварительно фундамент в последовательности, определенной в проекте производства работ. Первый модуль ставится на место и крепится к обвязочному брусу фундамента, второй модуль ставится на расстоянии 10–15 см и после установки подтягивается специальным винтовым стяжным устройством к первому модулю. Стык между модулями заделывается герметиком, утепляется и закрывается наружной отделкой. На монтаже используется кран грузоподъемностью не менее 20 т.

Построенные таким образом дома полностью соответствуют строительным нормам и правилам (СНиП) РФ. ООО «ЗОМЗ» получил техническое свидетельство на систему объемно-модульного домостроения «Переславль», а также сертификат соответствия на изготавливаемые модули.

Опыт работы над заказом по выпуску домов, предназначенных для ликвидации последствий наводнения в г. Ленске, показал, что при хорошей организации работ и поставке материалов возможен выпуск по 6 модулей при 2-сменной работе. Заводом за очень короткий срок — один месяц — выпущено и отгружено в Ленск более 60 индивидуальных домов из двух модулей общей площадью по 59,8 м² каждый.

В Научно-техническом совете Госстроя России

В сентябре 2001 г. в Апрелевке Московской обл. состоялось выездное заседание Научно-технического совета Госстроя России, рассмотревшее ряд вопросов организации и расширения производства эффективных строительных материалов.

К проведению заседания было приурочено заседание Совета директоров ведущих институтов отрасли.

В центре внимания собравшихся были разработки ЗАО научно-производственной фирмы «Стройпрогресс – Новый век». В течение последних пяти лет фирмой совместно с ведущими институтами строительного комплекса выполнен значительный объем научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, получивших внедрение в промышленности. Освоен выпуск около 30 новых видов эффективных строительных материалов и изделий. Опытно-промышленное внедрение получили более 40 разработок подпрограммы «Стройпрогресс» Федеральной Целевой научно-технической программы «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития науки и техники гражданского назначения».

Промышленное производство пористого гравия из расплава металлургического шлака в объеме 100 тыс. м³ в год освоено на Новолипецком металлургическом комбинате. Выпуск ВНВ освоен на 7 це-

ментных заводах и на 4 региональных помольных установках.

Разработаны и внедрены новые технологии по производству сухих смесей для отделочных и кладочных работ производительностью 5 и 10 тыс. м³ в год, технологические линии стеновых изделий из ячеистого бетона для выпуска 10 тыс. м³ изделий в год, освоены производство быстромонтируемых армодеревянных конструкций для индивидуальных жилых домов шатрового типа производительностью 100 комплектов домов в год, мини-технология по производству высококачественной строительной теплоизоляции на основе супертонких базальтовых волокон и др.

Уделялось внимание экологическим проблемам, в частности, созданы технологии по переработке техногенных отходов металлургической, химической, деревообрабатывающей и горнодобывающей промышленности.

Результаты работ фирмы неоднократно экспонировались и отмечались на российских и международных выставках, ярмарках. ЗАО НПФ «Стройпрогресс – Новый век» получено 42 патента Российской Федерации на новые технологии производства строительных материалов и изделий.

Заседание в своем решении рекомендовало продолжить работы по созданию новых материалов, по материалосберегающим и эконо-

мичным технологиям с активным использованием современных информационных систем и средств массовой информации.

Управлению стройиндустрии Госстроя России рекомендовано:

- учитывать при формировании годового плана действий проведение совместных «круглых столов», семинаров, научно-технических совещаний по вопросам реализации приоритетных направлений развития производства строительных материалов, изделий и конструкций, способствовать проведению маркетинговой деятельности, а также патентной защиты интеллектуальной собственности научно-исследовательских организаций;
 - ЗАО НПФ «Стройпрогресс – Новый век» совместно с Управлением стройиндустрии Госстроя России активизировать работу с Миннауки России по созданию базы данных новых и перспективных технологий по новым социально значимым технологиям для последующего трансфера их в регионы России.
- Признано целесообразным проведение Управлением стройиндустрии Госстроя России координационной деятельности по отбору и проведению экспертизы наиболее значимых разработок научно-исследовательских организаций и рекомендации их регионам России для внедрения в производство.

Немецкая фирма «HÄNDLE GmbH»

Предлагаем кирпичным заводам свое глиноперерабатывающее и формовочное оборудование, которое проработало не более трех лет на заводах Германии, Голландии, Швейцарии и других стран Европы.

На всем предлагаемом оборудовании перед продажей производится:

- замена быстроизнашивающихся частей на новые;
- проверка всех узлов и деталей;
- испытание оборудования по программе нового;
- предоставляется годовая гарантия.

Оборудование реализуется в связи с закрытием нескольких заводов в Европе по стратегическим соображениям крупных фирм.

Цена предлагаемого оборудования составляет около 60–65% от цены нового.

Ознакомиться с предлагаемым оборудованием можно по каталогу в Москве и аналогичным работающим оборудованием на заводах России.

Поездка для осмотра оборудования за счет покупателя.

Заявки просим направлять по факсу:

в Москве (095) 249-54-41, в Германии (49-7041) 891-232

E-mail: haendle_rb@mtu-net.ru или S.Fiedler@haendle.com



И.Г. ЛУГИНИНА, А.И. ВЕЗЕНЦЕВ, доктора техн. наук, С.М. НЕЙМАН, В.В. ТУРСКИЙ, кандидаты техн. наук, Л.Н. НАУМОВА, Л.Л. НЕСТЕРОВА, инженеры (Белгородская государственная технологическая академия строительных материалов)

Изменение свойств хризотил-асбеста в асбестоцементных изделиях под действием цементного камня и погодных факторов

Попытки запретить применение асбестоцементных материалов основываются на том, что их считают источниками поступления асбеста в воздух окружающей среды. Это объясняют коррозией эксплуатируемых асбестоцементных листов и присутствием вблизи их поверхности асбестовых волокон. Зарубежные авторы выдвигают гипотезу, что под влиянием погодных воздействий из листов вымывается, выветривается, выщелачивается «более слабая» цементная матрица и в воздух окружающей среды выходят свободные асбестовые волокна с начальными свойствами.

Противники применения асбестоцементных материалов в строительстве не учитывают ряд факторов: — метод оптической микроскопии, применяемый для подсчета волокон в пробах воздуха, не позволяет проводить их идентификацию, поэтому к асбестовым волокнам относят все волокнистые материалы, содержащиеся в воздушной среде;

- асбестовые волокна, как и другие минеральные частицы, постоянно присутствуют и мигрируют в атмосфере, в том числе рядом с асбестоцементными изделиями;
- асбестоцементные изделия состоят не из свободных волокон асбеста, а из композиционного материала, в котором всего 5–7 мас. % асбеста скреплено матрицей из прочного цементного камня.

С учетом названных факторов применение асбестоцемента не должно вызывать опасений, однако для подтверждения этого необходимо показать, какие частицы выделяются с поверхности асбестоцементных изделий в процессе их эксплуатации.

Разработана лабораторная методика непосредственного наблюдения за появлением продуктов деструкции асбестоцемента под действием замораживания-оттаивания (самого жесткого погодного фактора). Исследуемые образцы помещали в закрытую стеклянную кассету, что исключало потерю деструктиро-

ванных частиц и присадку к ним загрязнений извне [1]. Торцы свежеспиленных асбестоцементных образцов покрывали водо- и морозостойкой краской. Это исключало подсос воды в торцы, их расслоение и выкрашивание под действием воды, замораживания-оттаивания, случайных ударов.

Для ускорения эмиссии продуктов деструкции с поверхности образцов в настоящей работе по сравнению с [1] повысили жесткость морозного воздействия. Образцы претерпевали два цикла попеременного замораживания-оттаивания в сутки; температуру замораживания увеличили с -15 до -20°C ; общее количество циклов замораживания-оттаивания составило 150 вместо 100; водонасыщение образцов проводили перед каждым циклом, а не один раз на 25 циклов.

С целью упрощения методики подготовки препаратов для наблюдения в световой микроскопе и повышения чистоты экспериментов продукты деструкции наносили не на осветляемые фильтры, а на стеклянные пластинки, как при обычных петрографических исследованиях.

Для просмотра препаратов использовали световой микроскоп с повышенной разрешающей способностью NU-2E фирмы «Карл Цейсс ЙЕНА». Исследования вели в проходящем свете с анализатором и без анализатора и с применением иммерсионного объектива, обеспечивающего увеличение $625\times$ и $1250\times$. Также использовали растровый электронный микроскоп BS-301 фирмы «Tesla».

Визуальные наблюдения за состоянием образцов через стекло кассеты не выявили нарушений лицевой поверхности в виде шелушения и каверн. На обратной стороне

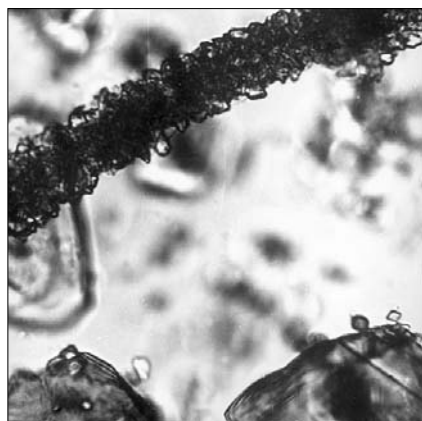


Рис. 1. Волокно хризотил-асбеста, обросшее кристаллами кальцита, из образца асбестоцемента, прослужившего 35 лет в кровле и подвергнувшегося дополнительно 25 циклам замораживания-оттаивания в лабораторных условиях; увеличение $500\times$, без анализатора

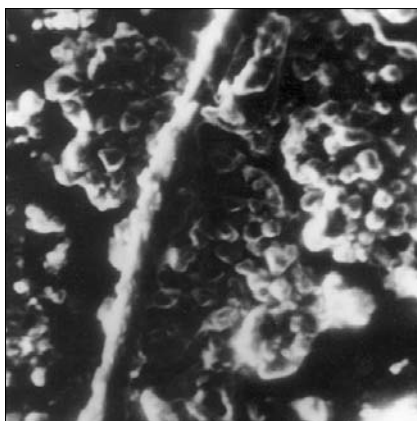


Рис. 2. Волокно хризотил-асбеста, покрытое продуктами гидратации клинкерных фаз, из образца кровельного асбестоцементного изделия, выдержанного в естественных условиях Белгорода в течение двух лет; увеличение $500\times$

некоторых образцов были обнаружены свисающие асбестовые волокна. Это, вероятно, является следствием меньшего уплотнения тыльной стороны при формировании асбестоцементного полотна.

В стеклянных кассетах появлялось незначительное количество продуктов деструкции и оно не зависело от возраста образцов и числа циклов замораживания—оттаивания. Отмеченные факторы свидетельствуют о медленном развитии дефектов в асбестоцементных материалах в процессе эксплуатации. Это подтверждается длительной (более 50 лет) службой асбестоцементных листов при очень малом (доли мм) изменении их толщины. В исследованиях проявилось защитное влияние окрашивающего слоя: образцы 28-суточного возраста с нанесенной на лицевую поверхность краской при всех циклах замораживания—оттаивания дали наименьшее количество продуктов деструкции.

В световом микроскопе установлено, что деструктурированные частицы представлены продуктами гидратации клинкерных минералов и их карбонизации: гидросиликатами кальция, портландитом, кальцитом, а также остатками негидратированных клинкерных минералов, гематитом, полевым шпатом и кварцем. Волокнистых частиц обнаружено по 1–2 волокна на поле наблюдения (менее 1% от общей массы дисперсных частиц). Практически все волокна частично или полностью покрыты продуктами гидратации и последующей карбонизации клинкерных минералов

(рис. 1). Некоторые волокна видны как свободные, но поверхность их в основном неровная. По-видимому, неровности — те же продукты гидратации клинкерных минералов, которые не просматриваются из-за малой величины и недостаточной разрешающей способности использованного микроскопа.

В растровом микроскопе все обнаруженные волокна асбеста были покрыты продуктами гидратации клинкерных минералов (рис. 2).

Результаты микроскопических исследований дают основание пересмотреть высказанную зарубежными авторами гипотезу об эмиссии с поверхности эксплуатируемого асбестоцемента свободных асбестовых волокон. Отвергнуть эту гипотезу можно после доказательства того, что видимые как свободные волокна асбеста также покрыты продуктами гидратации клинкерных минералов и имеют нарушенную поверхность. Для этого необходимо исследовать волокна в микроскопах с повышенной разрешающей способностью. До проведения таких исследований нами изучено влияние погодных и экологических факторов на свойства чистого асбеста. Эти исследования особенно важны с учетом обнаруженных в ряде работ, в том числе в нашей [1], нераспушенных отдельных асбестовых волокон и их агрегатов в микротрещинах и порах асбестоцементных изделий.

Пробы крюда и товарного хризотил-асбеста А-5-65 Баженовского месторождения подвергали воздействию погодных факторов в натур-

ных и лабораторных условиях. Во дворе частного дома в Белгороде, в недоступном для посторонних людей месте, в течение 6 месяцев пробы асбеста находились на открытой площадке. В лабораторных условиях на асбест воздействовали более агрессивной средой: в течение 24 ч асбест выдерживали в растворе, близком по составу «кислотному дождю» (0,5% раствор H_2SO_4). Для всех проб асбеста изучали поверхностные свойства (по величине электрокинетического потенциала ζ) и дифракционные характеристики. На основе последних определяли межплоскостные расстояния (d , Å) и параметры элементарной ячейки волокон (a и b , c и β , Å).

Электрокинетический потенциал рассчитывали с учетом разности потенциалов, возникающей на входе и выходе в ячейке с порцией мокрых асбестовых волокон при протекании через нее под разным давлением дистиллированной воды. Дифракционные характеристики изучали на рентгеновском дифрактометре ДРОН-3. Для исследования использовали порошки из асбестовых волокон длиной 40–60 мкм, полученные растирием пробы асбеста в агатовой ступке. Препараты приготавливали непосредственно из порошков, уложенных в кювету дифрактометра, и в виде ориентированных волокон, получаемых из водной суспензии порошков на предметном стекле.

Установлено изменение всех изучаемых характеристик асбеста под действием погодных факторов (см. таблицу). Больше влияние погод-

Виды асбеста и погодных факторов	Длина волокон, см	Поверхностные свойства и дифракционные характеристики волокон			
		ζ , мВ	d , Å	a , Å	b , Å
Крюд					
С начальными свойствами	1,5–3,8	+16	1,533	5,328 5,311	9,228 9,198
После обработки «кислотным дождем»	1,5–3,8	-6,06	1,537 1,532 1,528	5,324 5,307	9,222 9,192
После выдержки в натуральных условиях	1,5–3,8	+11,99	–	–	–
Товарный асбест марки А-5-65					
С начальными свойствами	0,4–2,1	+24	1,533 1,537	5,32 5,311	9,22 9,198
После обработки «кислотным дождем»	0,4–2,1	-16	1,533 1,537 1,528	5,32 5,311 5,29	9,22 9,198 9,168
После выдержки в натуральных условиях	0,4–2,1	-5,7	–	5,32 5,3 5,29	9,22 9,18 9,168

ных факторов на товарный асбест мы объясняем его развитой удельной поверхностью. В круче волокна плотно упакованы в агрегаты и в меньшей степени подвергаются воздействию окружающей среды.

Уменьшение электрокинетического потенциала может быть объяснено выщелачиванием ионов магния с поверхности хризотил-асбеста под действием погодных факторов. Изменение дифракционных характеристик хризотил-асбеста свидетельствует о начале нарушений в октаэдрическом бруситовом слое его структуры. Оба результата, дают достаточно оснований для вывода о действительно происходящих изменениях в поверхностном слое и структуре хризотил-асбеста под действием погодных факторов. Таким образом, оказывается, что если волокна асбеста, находящиеся на поверхности асбестоцемента, в его порах и дефектных плоскостях не прореагируют с новообразованными гидратами клинкерных минералов, то их поверхность и структура изменятся от воздействия погодных факторов.

В выполненной работе впервые наглядно показано, что в процессе эксплуатации асбестоцемента с его поверхности в абсолютном боль-

шинстве эмитируют не чистые асбестовые волокна, а волокна, покрытые продуктами гидратации клинкерных минералов и продуктами их последующей карбонизации. Установлено также изменение поверхностных свойств и параметров кристаллической решетки чистых асбестовых волокон под действием погодных факторов. Все это позволяет говорить о снижении биологической активности волокон хризотил-асбеста в эксплуатируемых асбестоцементных материалах. Косвенные доказательства этого вывода имеются — отсутствие канцерогенных свойств у продуктов гидратации клинкерных минералов, доказанные в экспериментах меньшая биологическая активность асбестоцементной пыли по сравнению с асбестовой [2] и снижение биологической активности за счет выщелачивания ионов магния с поверхности асбеста [3]. И, наконец, у волокон асбеста с продуктами гидратации клинкерных минералов и последующей их карбонизации изменяются седиментационные характеристики; такие волокна не способны витать и попадать в органы дыхания человека.

Следовательно, имеющиеся высказывания о необходимости ограничений в применении асбестоце-

мента в строительстве нельзя считать обоснованными.

С учетом большой важности полученных на основе разработанной нами методики данных о виде и свойствах продуктов деструкции асбестоцемента считаем возможным рекомендовать эту методику для оценки санитарной и экологической безопасности применения в строительстве асбестоцементных и других строительных материалов.

Список литературы

1. *Везенцев А.И., Нейман С.М., Наумова Л.Н.* Эмиссия хризотил-асбеста из асбестоцементных изделий // Безопасность труда в промышленности. 1998. № 1. С. 40–44.
2. *Пылев Л.Н., Коган Ф.М., Кулагина Т.Ф.* О канцерогенной активности асбестоцементной пыли // Гигиена труда и профзаболевания. 1988. № 7. С. 55–57.
3. *Пылев Л.Н., Васильева Л.Н., Стадникова Н.И., Зубакова Л.Е., Везенцев А.И., Кричари Г.А., Бахтин А.И., Нуриева Е.М., Сергеевко С.А.* Влияние поверхности волокон асбеста на его биологическую активность // Гигиена и санитария. 1998. № 3. С. 28–31.



СПЕЦИАЛЬНОЕ КОНСТРУКТОРСКОЕ БЮРО СКБ СТРОЙПРИБОР

Россия, 454084, Челябинск, а/я 17544 Тел./факс (3512) 93-66-13, 93-66-85

Представительства: в Москве – тел.: (095) 174-78-01, в Санкт-Петербурге – тел.: (812) 430-20-65



ИПС-МГ4+
измеритель прочности бетона
методом ударного импульса

ИПА-МГ4
измеритель защитного слоя

ПОС-МГ4
измеритель прочности бетона
методом отрыва со скалыванием

ИПЦ-МГ4
измеритель активности цемента



ПСО-МГ4
измеритель адгезии
методом отрыва дисков

ИТП-МГ4
измеритель теплопроводности

ВЛАГОМЕР-МГ4
универсальный измеритель
влажности строительных материалов

ВИБРОТЕСТ
измеритель параметров вибрации



RAYNGER
семейство бесконтактных ИК-термометров
с широким набором сервисных функций

BOSCH
семейство строительных лазеров: даль-
номеры, нивелиры, уклонометры, уровни



Термометры, термогидрометры, угломеры,
обнаружители электропроводки и многое другое

Использование асбестоцемента: эколого-гигиенические аспекты

Производство и применение асбестоцементных материалов и изделий в России насчитывает вековую историю. В нашей стране никогда не было запрета на использование асбеста и асбестосодержащих материалов. Существуют отдельные ограничения на их использование в гражданских целях.

Широкое распространение асбестоцементных материалов и изделий предполагает возможность загрязнения асбестом окружающей среды и неблагоприятного влияния на здоровье населения.

Екатеринбургским медицинским научным центром проведены исследования по оценке эмиссии волокон хризотил-асбеста из асбестоцементных кровельных материалов при проведении строительных работ и в процессе их эксплуатации в Уральском регионе, для которого характерны значительные сезонные перепады температур в условиях повышенного загрязнения окружающей среды агрессивными газами.

Замеры запыленности воздуха рабочей зоны и сопутствующих вредных веществ при различных операциях с асбестоцементными материалами были проведены при строительстве жилых зданий и ремонте шиферной кровли в Екатеринбурге в зоне дыхания работаю-

щих. Параллельно проводился отбор проб для определения счетных концентраций респираторных волокон асбеста и дисперсно-морфологического состава витающей пыли.

Для изучения процессов эмиссии волокон асбеста в атмосферный воздух из асбестоцементных изделий, в качестве объектов исследований, выбраны города Первоуральск и Екатеринбург. Город Первоуральск расположен в зоне влияния промышленных выбросов медеплавильного комбината, что обуславливает наличие в атмосферном воздухе высоких концентраций кислотных газов (диоксидов серы и углерода, сероводорода и фтористого водорода) в несколько раз превышающих ПДК и выпадение кислотных дождей.

В Екатеринбурге основной источник загрязнения атмосферного воздуха – автотранспорт, удельный вес которого в совокупном объеме загрязнений достигает 70%, а в Первоуральске – 30%. Для оценки влияния автотранспорта на загрязнение атмосферы исследования проводились в пригородах.

Для изучения загрязнения внутренних помещений были выбраны здания различных периодов постройки 30–90-х гг. При их строительстве асбестосодержащие материалы использовались для устройства

кровли, внутренней и наружной отделки, теплоизоляции а также для устройства вентиляции и мусоропроводов.

Пробы воздуха внутри помещений отбирали в местах наибольшего скопления людей: коридорах, холлах, аудиториях, раздевалках, на лестничных площадках. Исследования проводили в теплый и холодный периоды года.

При монтаже и ремонте крыш сложного профиля, выполнении узлов примыкания, подготовке листов к установке, проводятся резка, подгонка, сверление с помощью высокоскоростного электроинструмента (дисковые пилы, абразивные круги, дрели).

Как показали проведенные исследования, все эти операции сопровождаются генерацией высокодисперсных асбестосодержащих аэрозолей дезинтеграции с преобладанием зернистых частиц асбестосодержащей пыли различной интенсивности (табл. 1). Количество респираторных волокон не превышало 30,1% от числа всех волокон.

Замеренные уровни запыленности при сверлении, монтаже новых и демонтаже старых кровельных материалов, как по максимально разовым концентрациям, так и усредненным показателям, были ниже ПДК асбестоцемента (6 мг/м³). В то же время операции по резке и подгонке кромок листов и шифера высокоскоростным инструментом, а также погрузки боя старого шифера для вывоза его на полигон промышленных отходов сопровождались повышенным пылеобразованием.

Наряду с асбестосодержащей пылью в воздух рабочих мест, при изученных операциях, могут выделяться аэрозоли Cr₂O₃ и едких щелочей, элиминирующих из асбестоцементных изделий. Соединения трехвалентного хрома найдены только в пробах, отобранных при сверлении шифера в следовых концентрациях (8,3±0,6)·10⁻⁴ мг/м³). Едкие щелочи в воздухе рабочей зоны ни при одной из операций не обнаружены. Содержание SiO₂ кристаллического в пыли не превышало 2,5%.

При изучении эмиссии асбеста из асбестоцементных кровельных материалов установлено, что неза-

Таблица 1

Операция	Средняя концентрация	
	массовая, мг/м ³	счетная, волокон/мл
Сверление:		
плита	0,8	0,05
шифер	0,6	0,07
Резка:		
плита	15,6	0,76
шифер	9,5	0,73
Подгонка кромки листа:		
плита	24,9	1,84
шифер	15,2	0,67
Снятие старого шифера	1,4	0,07
Укладка нового шифера	1,3	0,06
Погрузка старого шифера	43,6	1,76
Фооновая запыленность	0,04	0,012

Таблица 2

Место отбора	Концентрация в зоне дыхания, $\times 10^{-3}$, вол./мл
Екатеринбург	7,3 \pm 2,3
Пригород	1,6 \pm 0,6
Первоуральск	3,9 \pm 1,3*
Пригород	0,8 \pm 0,4

* различия статистически значимы ($P < 0,05 - 0,001$) между соответствующими городом и пригородом

Таблица 3

Годы застройки	Количество проб		Концентрация в зоне дыхания, $\times 10^{-3}$, вол./мл
	отобранных	положительных	
1930	28	24	3,5 \pm 0,6
1950–1970	130	61	2,7 \pm 0,4
1980–1990	56	47	3,1 \pm 0,4

висимо от времени года счетные концентрации волокон асбеста, замеренные в атмосферном воздухе населенных мест над асбестоцементной кровлей и в зоне дыхания человека не превышали ПДК асбестосодержащей пыли для атмосферного воздуха населенных мест (0,06 вол./мл).

Загрязнение атмосферного воздуха агрессивными кислотными газами не оказывает существенного влияния на процессы эмиссии волокон хризотил-асбеста. Концентрации, замеренные в воздухе над кровлями в Екатеринбурге и Первоуральске, были практически одинаковы.

Для изучения вклада эмиссии волокон хризотил-асбеста из фрикционных материалов автотранспортных средств, интенсивность которого значительно выше в черте города, проведено сопоставление концентраций волокон в городах и пригородах.

При сопоставлении результатов определения волокон асбеста в атмосферном воздухе в зоне дыхания человека (на высоте 1,5 м) вблизи зданий с шиферной кровлей (50 м) установлено, что более высокие концентрации волокон хризотил-асбеста обнаружены в городах, по сравнению с пригородными районами (табл. 2), что также подтверждает возможность влияния автотранспорта на увеличение числа волокон асбеста в атмосферном воздухе и некоторое усиление эмиссии под влиянием кислотных газов.

Результаты изучения воздуха внутренних помещений общественных зданий показали, что в 38% случаев волокнистые частицы не обнаружены. В положительных пробах концентрации волокнистых частиц достигали 0,004 вол./мл, что на порядок ниже ПДК (0,06 вол./мл).

При сравнении загрязнения воздуха общественных зданий в разные

периоды года установлено, что концентрации волокнистых частиц не зависят от сезона года.

Загрязнение наружного атмосферного воздуха кислотными газами также не оказывает существенного влияния на процессы эмиссии респираторных волокнистых частиц из асбестоцементных изделий внутри общественных зданий.

Доступные нам литературные данные о влиянии срока эксплуатации асбестоцементных изделий на величину эмиссии волокон хризотил-асбеста в окружающую среду крайне противоречивы. Наши исследования показали, что срок эксплуатации общественных зданий не вносит существенного вклада в интенсивность эмиссии респираторных волокнистых частиц (табл. 3).

Таким образом все изученные операции сопровождаются выделением в воздух рабочей зоны высоко-

дисперсных асбестосодержащих аэрозолей дезинтеграции, однако содержание волокнистых частиц в них незначительно (0,9–3,2%), из которых респираторных волокон всего 12,9–30,7%.

Следует помнить, что применение абразивных инструментов для обработки асбестоцементных материалов ведет к увеличению запыленности.

Таким образом, в ходе экологогигиенических исследований, проведенных центром, по оценке эмиссии волокон хризотил-асбеста из асбестоцементных материалов при проведении строительных работ и эксплуатации асбестоцементных материалов и изделий, показали, что они не являются сколь угодно значимым источником загрязнения атмосферного воздуха и воздуха общественных зданий волокнами хризотил-асбеста.

Выходит в свет новая книга

НПООО «Стринко» (Минск, Белоруссия) завершает издание книги «Сухие строительные смеси: материалы и технологии». Авторский коллектив – канд. хим. наук, зав. лабораторией технологии полимерных материалов УП «Институт БелНИИС» Е.А. Урецкая и канд. техн. наук, доцент, зав. кафедрой «Строительные материалы и изделия» БГПА Э.И. Батяновский.

В книге приводятся данные о минеральных вяжущих, наполнителях и химических добавках, используемых при производстве сухих

смесей. Большое внимание уделяется оптимизации составов смесей и механизму взаимодействия в системе «вяжущее – минеральный наполнитель – химические добавки». Представлена информация о модифицированных сухих смесях, методах их испытаний, технологиях и средствах механизации при производстве штукатурных, ремонтных, гидроизоляционных и других видов работ.

В книге рассматриваются различные технологии формирования бетона повышенной долговечности из

сухих бетонных смесей и описаны условия использования этих технологий в монолитном строительстве для круглогодичного ведения работ.

Книга рассчитана на инженерно-технических работников предприятий промышленности строительных материалов, а также научных, проектных и строительных организаций.

Издание готовится к выходу в свет в конце сентября 2001 г. тиражом 1000 экземпляров.

Телефон в Минске: (10-375-17) 264-79-45

EXPO*Mix*

для тех, кто производит и применяет сухие смеси

Международная конференция современных технологий сухих смесей в строительстве **MixZUILD** впервые собрала специалистов в апреле 1999 г. Во 2-й международной научно-технической конференции «Современные технологии сухих смесей в строительстве **MixZUILD** в 2000 г. приняло участие более 200 специалистов из России, Германии, Швейцарии, Франции, Великобритании, Норвегии, Польши, Латвии, Литвы и стран СНГ. За это время конференция стала одной из крупнейших в Восточной Европе и странах СНГ по тематике сухих строительных смесей.

С 4 по 6 декабря 2001 г. в Санкт-Петербурге пройдет 3-я Международная научно-техническая конференция «Современные технологии сухих смесей в строительстве **MixZUILD**». Организаторами Конференции выступили Госстрой России, Администрация Санкт-Петербурга, Петербургский государственный университет путей сообщения и Академический научно-технический центр «Современные технологии сухих смесей в строительстве «АЛИТ» при поддержке Российской академии архитектуры и строительных наук, Российского научно-технического общества строителей, дирекции Международного строительного форума «Интерстройэкспо». Информационный спонсор мероприятия — журнал «Строительные материалы».

Научная программа включает в себя участие в пленарных заседаниях и круглых тематических столах по следующим основным вопросам:

- технико-экономические показатели и область применения сухих строительных смесей;
- сырье для производства сухих смесей;
- оборудование и заводы для производства сухих смесей;
- методы и оборудование для оценки качества сухих смесей и растворов на их основе;
- применение сухих смесей в строительстве;
- сухие смеси для малярных работ;
- механизация переработки сухих смесей на объектах строительства;
- нормативная база для производства и применения сухих смесей;
- современная ситуация на рынке сухих смесей;
- экология применения и производства сухих строительных смесей.

Работа семинаров будет проходить по двум секциям: — «Производство сухих строительных смесей: оборудование и материалы»;

- «Применение сухих строительных смесей: технологии и средства механизации».

Запланировано проведение Всероссийского совещания производителей и разработчиков сухих строительных смесей по подготовке государственного стандарта «Смеси сухие строительные. Методы испытаний». Участникам Конференции будет представлена первая редакция нового ГОСТа «Смеси сухие строительные. Классификация», разработанного в АНТЦ «АЛИТ» по поручению Госстроя России.

Одновременно с конференцией пройдет 2-я Международная специализированная выставка «**EXPO*Mix***—2001. Сухие смеси, бетон и растворы». В работе выставки «**EXPO*Mix***—2000» участвовало 24 фирмы из Франции, Германии, США, Финляндии, Италии, Белоруссии, России. Экспозицию составляла продукция известных концернов Lafarge Aluminates, Clariant, Gyproc, DOW, Akzo Nobel, Hercules, Rhodia, Wamgroup, и др.

Спектр представленных материалов вызвал огромный интерес специалистов. За три дня выставку посетило более 1500 специалистов.

Целью выставки «**EXPO*Mix***—2001. Сухие смеси, бетон и растворы» является представление достижения, как в производстве сухих строительных смесей, так и товарного раствора и бетона. В каждом из этих направлений имеются собственные уникальные разработки, которые привлекут внимание специалистов и дадут новый импульс в развитии этих отраслей строительства.

В рамках выставки состоится семинар по химии бетона, где будут рассмотрены вопросы сырьевых материалов и химических добавок для модификации бетонов и растворов.

Конференция и выставка будут проходить в Таврическом дворце Санкт-Петербурга.



В.Н. МАКАРОВ, зам. директора по научной работе, О.В. СУВорова, старший научный сотрудник, А.Н. ЗАХАРЧЕНКО, ведущий инженер-технолог (Институт химии и технологии редких элементов и минерального сырья им. И.В. Тананаева Кольского научного центра Российской Академии наук), И.В. МАКАРОВА, доцент (Камский политехнический институт)

Совершенствование технологии минерального волокна на основе шлаков цветной металлургии

Для производства минеральной ваты применяется различное, преимущественно силикатное, минеральное сырье, как природное (базальт, диабаз, отчасти гранит, кварцит, доломит и некоторые другие горные породы), так и искусственное — в виде металлургических шлаков, зол от сжигания топлива, стеклобоя. Шлаковые расплавы, в частности расплавы переработки медно-никелевых руд Кольского ГМК, считаются одним из наиболее однородных видов вторичного сырья [1]. Действительно, в отличие от вскрышных пород и хвостов обогащения, для которых характерна неоднородность даже в небольших объемах продукта, шлаки каждой отдельной плавки достигают однородности, если не содержат кристаллических фаз и включений металлов или сульфидов. Однако в связи с колебаниями состава руды или концентрата, а в некоторых случаях и флюсов, химический состав шлаков может меняться во времени даже в короткие отрезки (от смены к смене).

Для количественной оценки степени однородности шлакового расплава как сырья для производства минерального волокна были проанализированы результаты оперативного опробования за два года [2]. Учитывая, что физико-химические свойства определяются не только содержанием тех или иных компонентов, но и их количественными соотношениями, а также составом и количественными соотношениями кристаллизующихся из расплава фаз, результаты химических анализов оперативных проб шлака пересчитывались по специально разработанной программе на нормативный минеральный состав.

Статистическая обработка данных показала, что технологические свойства шлакового расплава как сырья для производства минерального волокна оказываются недоста-

точно стабильными: колебания минерального состава руд и концентратов, несмотря на корректировку, находят свое отражение в его физико-химических свойствах. Это обусловлено, с одной стороны тем, что управление качеством шихты ведется с расчетом обеспечить оптимальность металлургического процесса, что не всегда соответствует оптимальности состава шлакового расплава для последующего передела, с другой — тем, что стабилизацией одного-двух параметров при корректировке шихты практически никогда не удается полностью стабилизировать остальные. В связи с тем, что физико-химические свойства шлака тесно связаны с его химическим и фазовым составом, состав шихты корректируется добавками с таким расчетом, чтобы колебания ее по главным компонентам, оказывающим максимальное влияние на свойства расплава, были минимальными. Такие колебания могут существенно менять важнейшие технологические свойства шлакового расплава как сырья для получения минерального волокна: температуру плавления и вязкость при температуре выработки.

Технологические параметры в настоящее время выбраны исходя из средних значений состава, они в каждый данный момент оказываются не оптимальными. Это, в свою очередь, отражается на качестве волокна — его толщине, ломкости, количестве корольков и других свойствах.

Анализ причин низкого качества стекловолкна и высокой его себестоимости показал, что наиболее важные из них можно объединить в две группы: физико-химические и конструктивно-технологические.

Физико-химические причины связаны с неоптимальностью и непостоянством состава шлакового расплава. Наиболее качественное минеральное волокно можно получить в системе полевые шпаты — пи-

роксены при соотношении 3:7 — 2:8. При более высоких содержаниях пироксенов снижается химическая стойкость волокон, уменьшается интервал выработки и увеличивается кристаллизационная способность расплава. При более высоких показателях содержания полевых шпатов, особенно кислых, значительно возрастает вязкость расплава, что затрудняет процесс выработки волокон. Смещение от линии полевые шпаты — пироксен в более кислую область влечет за собой появление нормативного кварца, что обуславливает возрастание вязкости расплава, а при высоких концентрациях SiO_2 — и рост температуры ликвидуса. Смещение от линии полевые шпаты — пироксен в сторону более основных составов приводит к появлению оливинов, что влечет увеличение кристаллизационной способности и вязкости расплава.

Несмотря на высокую изменчивость и большое разнообразие соотношений главных компонентов не удается выбрать такие шлаковые расплавы, которые были бы оптимальны для производства минерального волокна без корректировки. В этой связи для получения стабильных свойств расплава и, следовательно, высококачественного материала необходима корректировка состава шихты для шлаковых расплавов с таким расчетом, чтобы состав последних приближался к пироксеновому, а соотношение молекулярных количеств оксидов железа и кальция было близко к соотношению 1:1.

Учитывая высокое содержание оксида железа в шлаке, наиболее эффективна корректировка состава добавками с высоким содержанием оксида кальция и (или) щелочей. Для некоторых составов (с нормативным магнетитом) необходима и корректировка кремнеземом.

В связи с большой нестабильностью состава шлаковых расплавов переменной величиной является как

состав корректирующей добавки, так и ее количество. Поэтому представляется необходимым для оптимизации свойств шлакового расплава разработать компьютерную программу, которая позволяла бы оперативно определять обе эти характеристики.

Конструктивно-технологические причины низкого качества волокна предусматривают решение следующих задач:

- создание нового и модернизация существующего оборудования в действующих производствах для обеспечения улучшенных технологических процессов;
- создание системы контроля технологических параметров;
- разработка конструкции дозирующих устройств;
- подбор износостойких огнеупоров и оптимизация их состава;
- применение других (например, индукционного) способов плавления.

Ранее разработан алгоритм расчета важнейших технологических свойств расплавов и стекол базальтоидного состава — температуры ликвидуса и вязкости при каждой заданной температуре [3]. В соответствии с этим алгоритмом и учитывая возможность использования различных по составу корректирующих добавок, разработана программа расчета оптимального расхода корректирующих добавок для

ПЭВМ, которая позволяет, основываясь на химическом составе конкретного шлакового расплава, составе основной корректирующей добавки, рассчитать оптимальный расход последней, расход, если это требуется, кремнеземистой добавки, средний состав шлакового расплава после корректировки и его нормативный минеральный состав.

Основанная на ранее установленных взаимосвязях состава и температуры ликвидуса, состава и температуры расплава и его вязкости, программа позволяет оперативно определять необходимые технологические параметры процесса: температуру варки, температуру осветления и выработки, и тем самым улучшить качество волокна, а именно: снизить диаметр волокна, количество неволокнистых включений и увеличить выход кондиционного продукта [3].

При необходимости в программу могут быть включены блоки расчета модуля кислотности, коэффициента температурного расширения, коэффициентов поверхностного натяжения и смачиваемости расплава и др. Программа легко адаптируется к различным видам шихтовых материалов как переменного, так и постоянного химического состава.

Разработанная программа совместно с автоматическими системами управления, позволяет авто-

матизировать процесс приготовления шихты, дозировки компонентов и управления технологическими параметрами и может найти широкое применение в строительной, металлургической и стекольной промышленности. Она опробована в ГМК «Комбинат Североникель» при расчете технологических параметров получения минерального волокна, в результате чего улучшилось качество волокна: увеличилась длина, снизился диаметр в 1,5–2 раза, уменьшилась ломкость; на 20% увеличился выход кондиционной продукции за счет снижения содержания в готовых изделиях «корольков» и неволокнистых включений.

Список литературы

1. *Росинский Е.Е.* Металлургические шлаки медно-никелевой промышленности Заполярья. Л.: Наука, 1974, 277 с.
2. *Макаров В.Н., Макарова И.В., Суворова О.В.* Влияние неоднородности состава медно-никелевых шлаковых расплавов на качество минерального волокна // Цветная металлургия. 2000. № 2–3. С. 17–20.
3. Математическое описание некоторых свойств расплавов базальтового состава / В.Т. Калинин, В.Н. Макаров, О.В. Суворова, И.В. Макарова. Апатиты, КНЦ РАН, 1998, 105 с.

П.В. НЕДЕЛЬКО, главный механик (Новомосковский завод керамических материалов),
А.М. КОЗЛОВ, канд. техн. наук, Ю.С. ДОДИН, д-р техн. наук (Новомосковский институт
Российского химико-технологического университета им. Д.И. Менделеева)

Модернизация механизмов многоковшового экскаватора

Для производства кирпича на Новомосковском заводе керамических материалов (НЗКМ) используется шихта, состоящая на 80% из Новомосковской глины и на 20% из добавок. Характеристика глины: карбонатные включения размером не более 3 мм до 0,1%; пластичность по Васильеву не менее 8; влажность, не более 19%.

Характеристика добавок: засоренность крупнозернистыми включениями (в т. ч. карбонатными, пиритными) не более 1%; пластичность по Васильеву не менее 15; влажность не более 19%.

Сырье из шихтозапасника в технологический цикл подается многоковшовым экскаватором, производительность которого определяет интенсивность работы всего последующего технологического процесса. Фактическая производительность поставленного итальянской фирмой экскаватора на указанной шихте не в полной мере отвечает требованиям производства. По этой причине была поставлена задача изыскать возможность повышения производительности экскаватора за счет его модернизации без существенных конструктивных изменений.

Многоковшовый экскаватор снабжен механизмами, которые обеспечивают подъем ковшей по штабелю со скоростью V_1 и горизонтальное перемещение ковшей вдоль штабеля со скоростью V_2 (рис. 1). Таким образом, скорость ковша равна

$$V_k = \sqrt{V_1^2 + V_2^2}$$

и направлена вдоль прямолинейной траектории (пунктир на рис. 1), наклон которой зависит от соотношения этих скоростей. Наиболее рациональной будет траектория, проходящая через точки А и В (на рис. 1 точка А принадлежит левой кромке последующего ковша, точка В — правой кромке предыдущего ковша). Это возможно при условии

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{t}{b}$$

где t — шаг расположения ковшей; b — ширина ковша по режущей кромке.

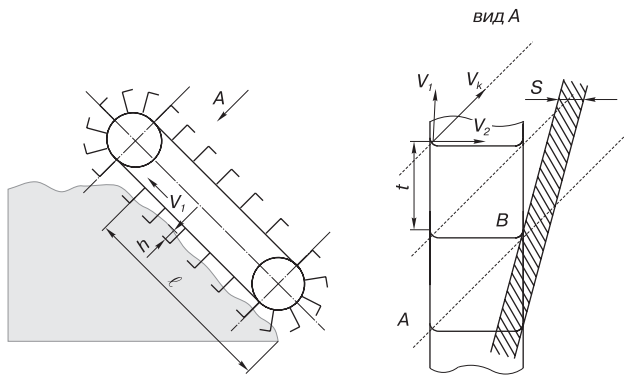


Рис. 1. Кинематика движения многоковшового экскаватора

При такой траектории ковши однократно покрывают поверхность штабеля. При

$$\frac{V_1}{V_2} < \frac{t}{b},$$

траектория имеет пологий наклон и на поверхности штабеля образуются огрехи – участки, которых ковши не касались. Для хорошо сыпучих материалов это вполне допустимо. При

$$\frac{V_1}{V_2} > \frac{t}{b},$$

ковши экскаватора неоднократно покрывают поверхность штабеля, такой режим работы используется для вязких материалов, которые необходимо срезать с поверхности штабеля. На рис. 1 заштрихованная площадь соответствует площади, срезаемой каждым последующим ковшом, ширина этой площади определяется выражением

$$S = t \cdot \frac{V_2}{V_1}.$$

Сопротивление срезу прямо пропорционально этой величине. Производительность же экскаватора равна (м³/ч)

$$Q = V_2 \cdot \ell \cdot h \cdot 60$$

где h – глубина внедрения ковша в штабель; ℓ – высота наклонной плоскости штабеля. Как видно, для повышения производительности необходимо увеличить скорость V_2 , но при этом возрастает величина S , т. е. сопротивление срезу. Для ее уменьшения следует поднять скорость V_1 .

Согласно паспортным данным для рассматриваемого экскаватора скорость $V_1 = 30$ м/мин, скорость $V_2 = 1$ м/мин, шаг расположения ковшей $t = 1$ м, ширина ковша по режущей кромке $b = 0,5$ м. Следовательно, ширина срезаемого слоя

$$S = 1 \cdot \frac{1}{30} = 0,033 \text{ м.}$$

Это обеспечивалось приводом вертикального подъема ковшей мощностью $N = 30$ кВт при $n = 1420$ об/мин. В результате модернизации электродвигатель этого механизма был заменен на аналогичный, мощностью $N = 45$ кВт при $n = 1440$ об/мин, при этом заменили и редуктор, в результате чего скорость подъема V_1 увеличилась до 45 м/мин.

При прежней ширине срезаемого слоя $S = 0,033$ м скорость горизонтального перемещения ковшей V_2 должна составлять

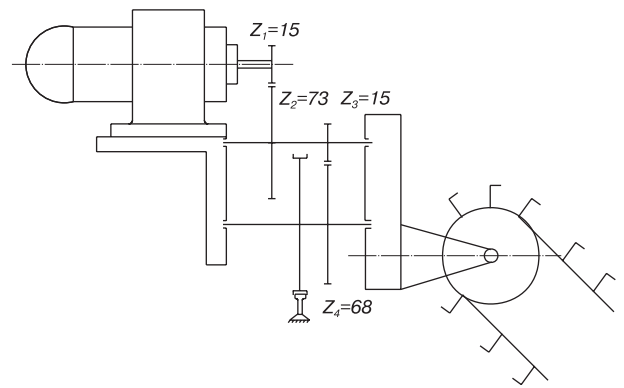


Рис. 2. Привод механизма горизонтального движения

$$\frac{S \cdot V_1}{t} = \frac{0,033 \cdot 45}{1} = 1,5 \text{ м / мин,}$$

что позволяет повысить производительность экскаватора в полтора раза. Перемещение экскаватора вдоль штабеля осуществляется двумя мотор-редукторами мощностью $N = 0,75$ кВт при $n = 25,9$ об/мин.

Кинематическая схема привода показана на рис. 2. Для увеличения скорости V_2 с 1 м/мин до 1,5 м/мин вместо указанного следует установить мотор-редуктор МЦ2С-80 с $n = 35,5$ об/мин при этом количество зубьев на быстроходной шестерне следует увеличить с 15 до 17.

Производственная модернизация многоковшового

ПРИГЛАШАЕМ ПРИНЯТЬ УЧАСТИЕ



Воронеж
14-16 ноября

Ежегодная осенняя выставка
СТРОИТЕЛЬСТВО

13-я межрегиональная выставка

Материалы, инструмент, техника, оборудование для строительства, ремонта, реконструкций, благоустройства зданий. Архитектура. Теплозащита. Энергосбережение. Коттеджное строительство.

Во время работы выставки проводятся тематические и культурные мероприятия



Выставка проводится в центре города по адресу:
пл. Детей, 1, Дворец детей и юношества

Тел/факс: (0732) 51-20-12, 77-48-36,
[Http://veta.expocity.ru](http://veta.expocity.ru), e-mail: veta@expocity.ru

Т.Н. ДУБИНА, канд. техн. наук (ЦНИИОМТП), Т.И. БЛИЗГАРЕВА, канд. техн. наук (Московский институт коммунального хозяйства и строительства)

Структура и свойства полимерных композиций на основе карбамидных смол

С целью расширения области применения строительных изделий на основе современных полимерных материалов проведены исследования по разработке композитов на основе малотоксичных и наиболее распространенных карбамидных смол.

В качестве водосвязующих наполнителей, совмещающих роль отвердителей полимера, использованы фосфогипс и гидролизный лигнин [1]. Применение указанных наполнителей приводит к некоторому повышению прочности и химической стойкости карбамидных композиций, однако задача получения стабильной структуры полностью не решается, так как гидратированный фосфогипс и лигнин сами по себе не являются водо- и химстойкими материалами [2, 3].

С целью стабилизации структуры наполненного карбамидного связующего рассмотрена возможность использования пленкообразующей добавки — иономерной полиуретановой водной дисперсии (ИПВД), полученной на основе простых или сложных олигоаминоэфиргликолей ароматических диизоцианатов сульфидирующего агента бифункциональных соединений с подвижным атомом водорода в качестве удлинителя цепи. Динамическая вязкость ИПВД составляет 0,01–0,5 Па, с содержанием сухого вещества — не менее 30%, РН = 4–4,5.

Изучение влияния ИПВД выявило увеличение жизнеспособности и повышение технологичности смеси практически без снижения прочностных характеристик связующих.

Стойкость к воздействию агрессивных сред (водные растворы кислот, солей, щелочи) определены на образцах оптимальных составов наполненного карбамидного связующего, помещенных в агрессивную среду при температуре 22+2°С, причем на 1 см² поверхности образцов приходилось по 10 мл агрессивного раствора. Продолжительность эксперимента — 6 месяцев.

Критерием стойкости полимерных композиций принят коэффициент стойкости ($K_{ст}$), определяемый отношением прочности композита после выдержки в агрессивной среде к его первоначальной прочности.

Как видно из полученных данных (см. таблицу), введение ИПВД позволило повысить стойкость композита, при этом наибольшее увеличение $K_{ст}$ наблюдается при выдерживании в растворах соли и щелочи (соответственно в 2 и 1,6 раза).

Микроструктурные исследования затвердевшего модифицированного композита методом световой электронной микроскопии позволили получить общий вид поверхности (рис. 1) и обнаружить плотный контакт лигнина, покрыто-

го пленкой полиуретановой эмульсии с матрицей (рис. 2). При увеличении в 1000 раз видны поры с гексагональными и призматическими кристаллами фосфогипса (рис. 3) и участки кристаллов фосфогипса в матрице полимера, покрытые пленкой эмульсии (рис. 4). При уве-

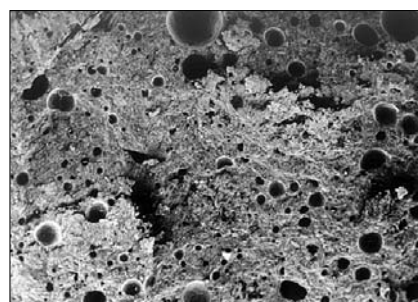


Рис. 1. Общий вид поверхности. Увеличение в 45 раз

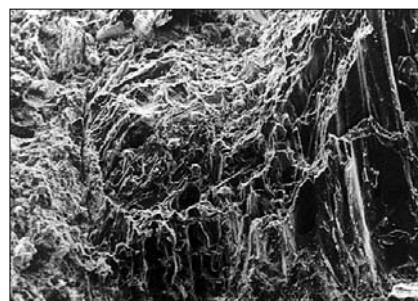


Рис. 2. Микроструктура композита. Увеличение в 450 раз

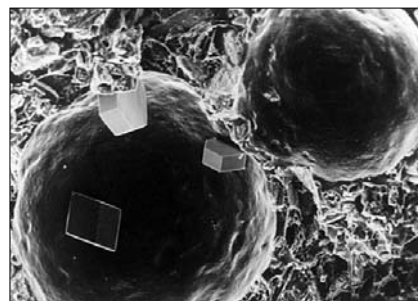


Рис. 3. Поры с кристаллами фосфогипса. Увеличение в 1000 раз

Показатели	Без добавки ИПВД	С добавкой ИПВД
Жизнеспособность смеси, мин	6	21
Прочность при сжатии, МПа	45	43
Средняя плотность, кг/м ³	1490	1485
Коэффициент стойкости ($K_{ст}$):		
H ₂ O	0,88	1,18
5% H ₂ SO ₄	0,81	0,98
5% NaOH	0,78	1,24
5% Na ₂ SO ₄	0,69	1,38

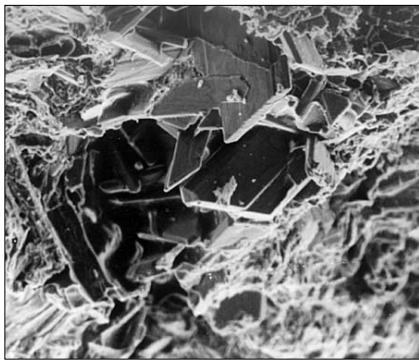


Рис. 4. Участки кристаллов фосфогипса. Увеличение в 1000 раз

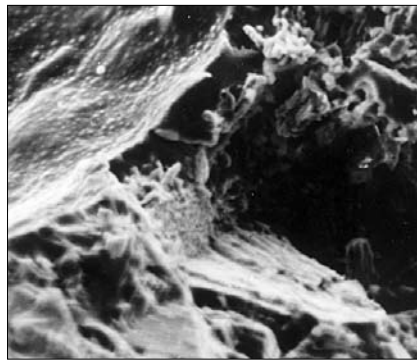


Рис. 5. Поверхность поры, покрытая пленкой ИПВД. Увеличение в 3000 раз

личении в 3000 раз (рис. 5) видна поверхность поры, покрытая полиуретановой пленкой толщиной 5 мкм.

Таким образом, введение в карбамидные связующие иономерной полиуретановой водной дисперсии

в качестве добавки позволяет получить композит плотной структуры с оптимальным наполнением и дисперсностью.

На основе модифицированного карбамидного связующего разрабо-

таны составы полимербетонов, имеющие прочность при сжатии 30–50 МПа, прочность на растяжение при изгибе 5–15 МПа, истираемость 0,045–0,1 г/см², водопоглощение 1–3%, морозостойкость соответствующую марке 200.

Список литературы

1. Дубина Т.Н., Близгарева Т.И. Влияние структурных и технологических факторов на свойства карбамидных связующих. Новосибирск.: Известия вузов. Строительство. 1996. № 4.
2. Михайлов К.В., Патуроев В.В., Крайс Р. Полимербетоны и конструкции на их основе. М.: Стройиздат, 1989.
3. Соломатов В.И., Селяев В.П. Химическое сопротивление композиционных строительных материалов. М.: Стройиздат, 1987.

Работа финансируется по Гранту фундаментальных исследований в области архитектуры и строительных наук Минобразования РФ

В.С. УТКИН, канд. техн. наук, Ж.В. КОШЕЛЕВА, аспирант (Вологодский государственный технический университет)

Об оценке качества строительных материалов в зависимости от числа образцов

Теория малой выборки является важнейшим направлением при оценке неопределенностей. В работе [1] был предложен новый метод оценки качества строительных материалов при малом количестве образцов на основе теории возможностей. Для этого была использована функция распределения возможностей (ФРВ) вида

$$\pi_x(x) = \exp\left\{-\left[\frac{(x-a)^2}{b}\right]\right\}, \quad (1)$$

где параметр a можно рассматривать как среднее значение качества, например прочности, определяемое по результатам испытания $\{X_1, X_2, \dots, X_n\}$ в виде $a = 0,5(X_{\max} + X_{\min})$. Параметр b ($b = 0,5(X_{\max} - X_{\min})/\epsilon_\alpha$, умноженный на

$$\epsilon_\alpha = \sqrt{-\ln \alpha},$$

можно по аналогии с теорией вероятностей назвать половиной ширины доверительного интервала. α называется уровнем среза или уровнем риска, которым при оценке задаются качества материалов. Если ширина доверительного интервала зависит от того, каким значением уровня риска задаются, это отражает субъективность оценки качества материала. По воле испытателя некачественный материал можно перевести в разряд качественных субъективной заменой одного значения α на другое.

Приведем пример. Пусть по результатам испытаний трех бетонных кубиков на сжатие получены значения

разрушающих напряжений, $X_{\max} = 30$ МПа, $X_{\min} = 20$ МПа. Найдем прочность бетона при сжатии, используя ФРВ [1]. Определяем параметры ФРВ

$$a = 0,5(30+20) = 25 \text{ МПа.}$$

Зададимся $\alpha_1 = 0,01$ и $\alpha_2 = 0,5$,

$$\epsilon_{\alpha_1} = \sqrt{-\ln 0,01} = 2,15 \text{ и}$$

$$\epsilon_{\alpha_2} = \sqrt{-\ln 0,5} = 0,83.$$

Тогда

$$b_1 = 0,5(30-20)/2,15 = 2,33 \text{ МПа,}$$

$$b_2 = 0,5(30-20)/0,83 = 6,02 \text{ МПа.}$$

Соответственно получим две ФРВ при различных α

$$\pi_{x_1}(x) = \exp\left\{-\left[\frac{(x-25)^2}{2,33}\right]\right\} \text{ и}$$

$$\pi_{x_2}(x) = \exp\left\{-\left[\frac{(x-25)^2}{6,02}\right]\right\}.$$

Определим, какова возможность того, что прочность бетона будет равна 23 МПа. Принимаем $x = 23$ МПа. Так как $x = 23 < a = 25$ МПа, то в обоих случаях возможность того, что прочность бетона будет 23 МПа равна 1. Необходимость этого утверждения определяет-

ся из выражения $N=1-Q$, где Q – возможность того, что прочность не равна 23 МПа. Так как $x < a$, то Q по (1) равна $\pi_{\chi}(x)$. Так, в нашем примере

$$Q_1 = \pi_{\chi_1}(23) = \exp\left\{-\left[\frac{23-25}{2,33}\right]^2\right\} = 0,48;$$

$$Q_2 = \pi_{\chi_2}(23) = \exp\left\{-\left[\frac{23-25}{6,02}\right]^2\right\} = 0,98.$$

Отсюда

$$N_1 = 1-0,48 = 0,52,$$

$$N_2 = 1-0,98 = 0,02.$$

Следовательно, возможность того, что прочность бетона равна 23 МПа, находится в интервалах $[0,52; 1]$ и $[0,02; 1]$ соответственно для принятых $\alpha_1=0,01$ и $\alpha_2=0,5$. Из приведенного примера видно, что не наложив каких-либо ограничений на выбор уровня риска α , нельзя получить надежный результат.

Мерой неопределенности в примере выступает не вероятность, а возможность в интервальном виде, где различают верхнюю \bar{P} и нижнюю \underline{P} вероятности. При этом верхняя вероятность \bar{P} при предполагаемой прочности материала, меньшей среднего значения a , равна $\bar{P} = 1 - \pi_{\chi}(x)$. А нижнее значение вероятности в этом случае равно $\underline{P} = 1 - \pi_{\chi}(x)$, где $\pi_{\chi}(x)$ принимается в виде типовой функции (1).

Чтобы избежать выявленной неоднозначности в оценке качества строительных материалов, необходимо на значения α наложить ограничительные условия. В отечественных и зарубежных литературных источниках нам не удалось найти такие условия. В связи с этим были проведены многочисленные испытания бетонных и деревянных стандартных образцов на сжатие до разрушения.

Выбирая случайным образом образцы из совокупности в виде выборок различного объема от $n = 1$ до $n = 50$ и проводя обработку результатов испытаний по теории вероятностей и теории возможностей, мы установили следующее. При малом числе образцов ($n < 10$) наблюдалась неустойчивость значений средних арифметических и среднеквадратических отклонений, определяемых методами теории вероятностей, что указывает на ее неприменимость. Тогда математическую обработку результатов испытаний провели методами теории возможностей и нашли параметры a и b функции (1). Так как b зависит от α , то значение его подбирали из построенных графиков $\bar{P} = 1$ и $\underline{P} = 1 - \pi_{\chi}(x)$ теории возможностей и графиков различных известных функций распределения теории вероятностей.

Известно [2], что по аксиоме теории возможностей все функции теории вероятностей должны находиться в интервале функций $[\underline{P}, \bar{P}]$ при любой прочности материала, то есть $\underline{P} \leq P \leq \bar{P}$. В результате обработки экспериментальных данных, построения ФРВ и функ-

n	α
2	0,64
3	0,501
4	0,402
5	0,325
6	0,262
8	0,163
9	0,122

ций распределения вероятностей удалось найти зависимость между значением α и различным числом образцов в выборках ($n = 1, \dots, 9$), которая описывается прямой в полулогарифмических осях координат $(\ln n, \alpha)$, полученной по теории наименьших квадратов в виде $\alpha = A + B \cdot \ln n$, где число образцов $n < 10$. Параметры A и B для различных пород древесины (ель, сосна, ольха) колеблются соответственно A от 0,87 до 0,89 и B от -0,33 до -0,36 при $n > 10$ $\alpha = 0$. С уменьшением числа образцов значение α увеличивается. Значения α находятся в интервале $[0, 1]$ и зависят от числа образцов $n \leq 10$.

Таким образом, при оценке качества строительных материалов значение уровня риска должно быть согласовано с объемом выборки n . Для исследованных пород древесины значения α при различном числе n образцов приведены выше.

При сравнении материалов по тому или иному показателю качества значение α принимается любое, но одно и то же, при одном и том же объеме выборки, то есть сравнение проводится всегда с одним уровнем риска.

Ограничительные условия при выборе значения уровня риска α не являются недостатком нового метода определения качества строительных материалов, так как подобная неопределенность имеет место и при больших выборках, когда применяются методы теории вероятностей, в частности интервальная оценка в виде доверительного интервала. Ширина доверительного интервала, как известно, зависит от выбора значения доверительной вероятности или уровня значимости α , и различия показателей качества могут быть существенными.

Преимущество нового метода оценки качества материала заключается в том, что он разработан и проверен экспериментально для малых по объему выборок, когда вероятностные методы неприменимы.

Список литературы

- 1 Уткин В. С. Оценка качества строительных материалов при малом числе образцов // Строит. материалы, 2001. № 1. С. 32–33.
- 2 Дюбуа Д., Прад А. Теория возможностей. Приложения к представлению знаний в информатике. М.: Радио и связь, 1990. 288 с.

**Продолжается подписка на журнал
на первое полугодие 2002 года**

ПОДПИСКУ МОЖНО ОФОРМИТЬ:

На почте, по объединенному каталогу «ПОДПИСКА-2002»

В редакции, послав заявку по телефаксу: (095) 124-3296

Через Internet. Условия подписки <http://www.ntl.ru/rifsm>

С
М

ПОДПИСНОЙ ИНДЕКС

70886

В связи с отменой налоговых льгот для средств массовой информации с 1 января 2002 г. подписная цена журнала «Строительные материалы» и расценки на размещение рекламы увеличиваются на ставку НДС.

Использование отходов производства при изготовлении тротуарной плитки

Данная работа посвящена вопросу использования таких отходов производства, как фарфоровый бой, стеклобой и пиритные огарки при изготовлении тротуарной плитки, получившей в последние годы широкое распространение для устройства покрытий пешеходных дорожек и тротуаров. Применение отходов не только является существенным резервом экономии природного сырья и расширения сырьевой базы, но и способствует оздоровлению окружающей среды.

Наряду с перечисленными материалами в работе были использованы портландцемент М400, белый портландцемент и кварцевые пески различных месторождений с модулями крупности ($M_{кр}$) равными 1,4; 2 и 3,4. Фарфоровый и стеклянный бой перед применением были предварительно измельчены до получения порошков различной дисперсности.

Приготовление цементного раствора осуществляли по общепринятой методике [1]. Отходы производства вводили вместо соответствующего количества (по массе) песка. Формовали образцы методом вибрирования. Твердение образцов происходило сначала в ванне с гидравлическим затвором (в формах над водой в течение 24 ч), затем в ванне с водой (без форм в течение 7 сут), после чего они подвергались пропариванию (3 ч). Испытания образцов на прочность, водопоглощение и истираемость проводили по стандарту [2–4].

Разработка составов масс для тротуарной плитки была начата с подбора оптимального содержания карьерных песков с различными модулями крупности. Выяснено, что наилучшие показатели по прочности обеспечивали составы, содержащие по 50% песка с $M_{кр}=3,4$ и $M_{кр}=2$; предел прочности при сжатии составил 28 МПа, при изгибе 5 МПа. Соотношение цемента и песка было равным 25:75 при водоцементном отношении 0,44.

Испытания образцов с введением в исходную смесь 5, 10, 15 и 20% пиритных огарков вместо соответствующего количества смеси песков показали, что предел прочности при

сжатии практически не изменяется, а предел прочности при изгибе сначала (10% пиритных огарков) несколько возрастает (до 6 МПа), а затем вновь снижается до 5 МПа. Наименьшим водопоглощением обладают образцы, содержащие 5% пиритных огарков; оно составляет 5% (у исходного состава 5,4%). При увеличении содержания пиритных огарков в смеси до 20% водопоглощение плавно возрастает до 7,8%. Таким образом, лучшим комплексом свойств обладают образцы, в состав которых вводится от 5 до 10% пиритных огарков. Их использование позволяет изменять окраску плитки до красно-коричневой. Истираемость образцов, содержащих 5% пиритных огарков, составила 0,08 г/см² (без огарков – 0,23 г/см²).

Добавление суперпластификатора к указанным смесям в количестве 0,5% (на сухое вещество) с целью уменьшения водоцементного отношения (с 0,44 до 0,32 при отсутствии пиритных огарков и с 0,47 до 0,41 при 20 %-ном содержании огарков)

приводит к снижению прочности. Водопоглощение образцов сначала уменьшается с 6,6% (без пиритных огарков) до 3,7% (10% огарков), а затем увеличивается до 5,3% (20% огарков). Так как существенного улучшения свойств не произошло, введение суперпластификатора было признано нецелесообразным.

Зависимость свойств образцов от содержания в них фарфорового боя показана на рис. 1–3. При введении в смеси фарфорового боя с модулями крупности 1,2 и 3,7, наблюдается различный характер изменения свойств. В случае малого модуля крупности (1, 2) прочность при сжатии и изгибе изменяется с образованием максимумов на кривых зависимости этих свойств от содержания боя в пределах от 20 до 30 %; водопоглощение прямолинейно возрастает. При введении боя с $M_{кр}=3,7$ пределы прочности при сжатии и изгибе увеличиваются, а водопоглощение уменьшается. Таким образом, лучше вводить в массы фарфоровый бой с более высоким модулем крупно-

Таблица 1

Наименование компонентов	Содержание компонентов, %				
	Номер состава				
	1	2	3	4	5
Портландцемент М400	25	25	–	–	–
Портландцемент белый М400	–	–	25	25	25
Песок карьерный $M_{кр}=2$	18,75	18,75	–	–	–
Песок карьерный $M_{кр}=3,4$	18,75	18,75	–	–	–
Песок Ташлинский $M_{кр}=1,4$	–	–	75	37,5	37,5
Фарфоровый бой $M_{кр}=3,7$	37,5	–	–	37,5	–
Стеклобой $M_{кр}=2,3$	–	37,5	–	–	37,5

Таблица 2

№ состава	Предел прочности при сжатии, МПа	Предел прочности при изгибе, МПа	Водопоглощение, %	Истираемость, г/см ²
1	32	6	4,6	0,08
2	29	7	5,7	0,13
3	20	5	6,9	–
4	35	7	5,4	0,05
5	26	5	6	0,06

сти, так как, во-первых, плитка из таких масс обладает более низким водопоглощением, во-вторых, уменьшаются затраты при дроблении боя и вводить его можно в больших количествах (до 50%).

Истираемость образцов, приготовленных из оптимальных составов, по сравнению с исходным составом, т. е. не содержащим фарфорового боя, значительно ниже: при содержании 20% боя с $M_{кр}=1,2$ она составляет $0,11 \text{ г/см}^2$, при содержании 50% боя с $M_{кр}=3,7$ равна $0,08 \text{ г/см}^2$ (без боя — $0,23 \text{ г/см}^2$). Фарфоровый бой существенно влияет на декоративные характеристики плитки, особенно при введении боя в больших количествах и с высоким $M_{кр}$. Плитка получается мраморовидной и более светлых тонов.

При замене в шихте песка ($M_{кр}=2$) соответствующим количеством стеклобоя с $M_{кр}=2,3$ увеличиваются пределы прочности при сжатии и изгибе; водопоглощение практически не изменяется (см. рис. 1–3). Истираемость образцов, содержащих 50% стеклобоя, составляет $0,13 \text{ г/см}^2$. Декоративный вид также существенно улучшается.

Наряду с обычным портландцементом М400 были исследованы составы на основе белого цемента М400 с добавками песка Ташлинского месторождения ($M_{кр}=1,4$), фарфорового боя ($M_{кр}=3,7$) и стеклобоя ($M_{кр}=2,3$). Эти плитки имели белый цвет, высокую прочность, низкое водопоглощение и малую истираемость. Проанализировав все полученные данные, выбрали оптимальные составы масс (табл. 1).

Характеристики материала оптимальных составов приведены в табл. 2. Все они соответствуют требованиям стандарта [5] и имеют высокую устойчивость к истиранию.

С теоретической точки зрения наблюдаемые зависимости можно объяснить изменением плотности упаковки зерен в бетоне при введении песков с разным размером зерен и отходов производства с тем или иным модулем крупности. Замечено, чем плотность упаковки зерен больше, тем выше пределы прочности при изгибе и сжатии и ниже водопоглощение, т. е. пористость. Наиболее наглядно это видно при введении в массу фарфорового боя с модулями крупности 3,7 и 1,2. При добавлении стеклобоя с $M_{кр}=2,3$ к массе, содержащей карьерный песок с $M_{кр}=2$, водопоглощение почти не изменяется в связи с тем, что плотность упаковки практически остается такой же ($M_{кр}$ близки). Прочность материала растет, возможно, за счет протекания реакций между стеклобоем

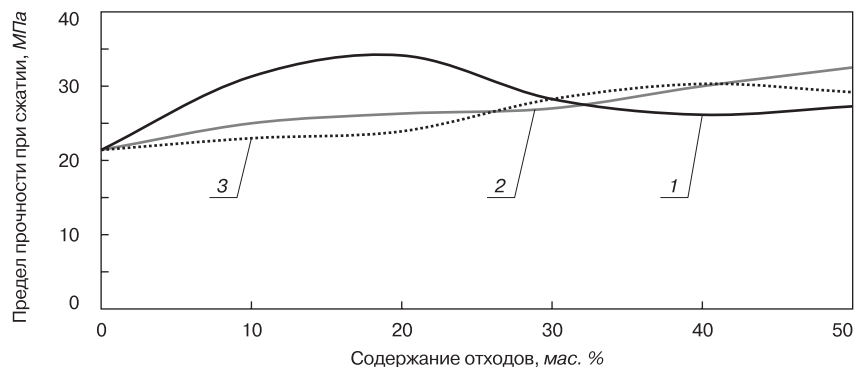


Рис. 1. Зависимость предела прочности при сжатии образцов от содержания в них отходов производства. Здесь и на рис. 2, 3: 1 – фарфоровый бой с модулем крупности 1,2; 2 – фарфоровый бой с модулем крупности 3,7; 3 – стеклянный бой с модулем крупности 2,3

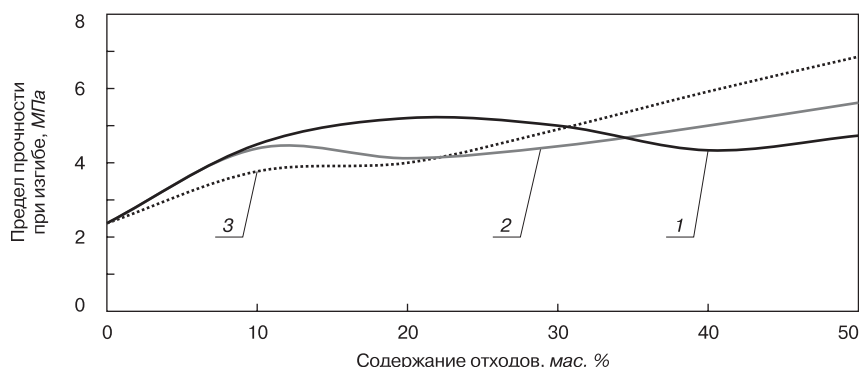


Рис. 2. Зависимость предела прочности при изгибе образцов от содержания в них отходов производства

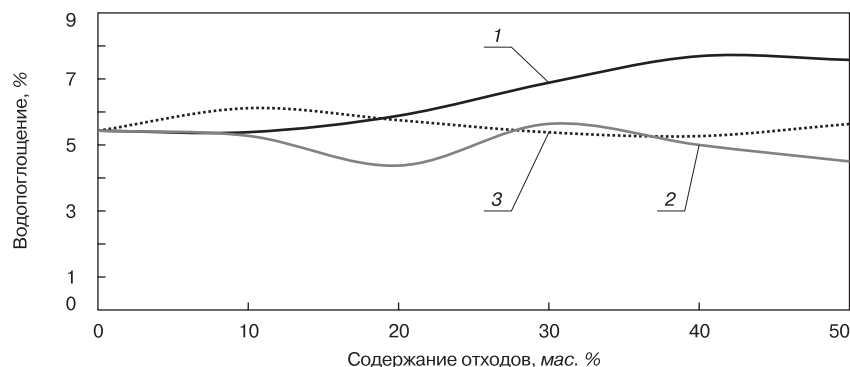


Рис. 3. Зависимость водопоглощения образцов от содержания в них отходов производства

(с поверхности) и гидроксидом кальция, который образуется при гидратации алитовой и белитовой фаз портландцемента с возникновением дополнительного количества гидросиликатов кальция и повышением прочности сцепления с заполнителем.

Таким образом, использование таких отходов, как пиритные огарки, фарфоровый бой и стеклобой, является весьма целесообразным в технологии изготовления тротуарной плитки.

Список литературы

1. Воробьев В.А., Комар А.Г. Строительные материалы. М.: Стройиздат, 1976. 475 с.

2. ГОСТ 10180–78. Бетоны. Методы определения прочности на сжатие и растяжение. Взамен ГОСТ 10180–74. Введ. 01.01.1980. М.: Изд-во стандартов, 1979.
3. ГОСТ 12730.3–78. Бетоны. Метод определения водопоглощения. Взамен ГОСТ 12730–67. Введ. 01.01.80. М.: Изд-во стандартов, 1979.
4. ГОСТ 13087–81. Бетоны. Метод определения истираемости. Взамен ГОСТ 13087–67. Введ. 01.01.82. М.: Изд-во стандартов, 1981.
5. ГОСТ 17608–91. Плиты бетонные тротуарные. Техн. усл. Взамен ГОСТ 17608–81. Введ. 01.01.92. М.: Изд-во стандартов, 1991.

Старение и структурная долговечность битумоминеральных материалов в конструкции

Внешним проявлением старения битумоминеральных материалов является изменение их массы, объема, прочности, деформативной способности, причем как при повышении, так и при понижении их значений.

Старение битумоминеральных материалов в конструкции обычно характеризуется значениями коэффициентов их старения и происходит при:

- насыщении водой и водными растворами солей, кислот и щелочей в агрессивной среде;
- длительном нагревании на воздухе (термоокисление);
- воздействию солнечной радиации;
- изменении напряженно-деформированного состояния, в том числе при пульсирующей нагрузке (усталостное старение).

Результаты испытаний асфальтовых материалов на старение показывают, что изменение коэффициентов старения во времени происходит по закону:

$$K_t = 1 + \frac{C}{t^c}, \quad (1)$$

когда значение коэффициента старения материала во времени возрастает, и

$$K_t = 1 - B \cdot t^{+b}, \quad (2)$$

когда значение коэффициента старения материала во времени уменьшается, где t – время испытания материала.

$K_t = R_t/R_n$ – коэффициент старения материала, где R_t – характеристика прочности (жесткости) материала в течение времени в рассматриваемых условиях эксплуатации; R_n – та же характеристика прочности (жесткости) материала в момент выполнения из него конструкции (при $t = 0$); C , B ; c и b – эмпирические коэффициенты, определяемые по графикам изменения коэффициентов старения материала в условиях его эксплуатации во времени («с» и «в» при этом определяются как тангенс угла наклона графиков: логарифм коэффициента старения ($\lg K_t$) – логарифм времени ($\lg t$) $-\Delta \lg K_t / \lg t$, которые имеют линейный характер).

При изменении коэффициентов старения до 0,8–1,2 влияние изменения его свойств во времени на работу

выполненной из него конструкции допустимо. При его падении до значений 0,6 дальнейшее изменение свойств материала и его разрушение в конструкции происходят лавинообразно, выше 1,2 – материал переходит в другую категорию прочности.

Между длительной водоустойчивостью, химической стойкостью и морозоустойчивостью асфальтовых материалов прослеживается линейная корреляционная взаимосвязь [1]. Поэтому значения коэффициентов B и « b » в зависимости (2) у исследуемых асфальтовых материалов, имеющих целью определение их долговечности при работе в водной среде и при их замораживании-оттаивании, могут определяться по результатам их испытаний как на длительную водоустойчивость, так и на морозоустойчивость. При ускоренном определении старения асфальтовых материалов в конструкции при термоокислении коэффициенты C и « c » в уравнениях старения (1) могут быть определены по данным испытания образцов асфальтового материала при нагревании в воздушном термостате при температуре +90°C или в визирометре. При этом можно принять, что 200–250 ч их прогрева в термостате (в визирометре) примерно соответствует процессу старения в естественных условиях на открытой поверхности на широте 50–53° в течение одного года [2].

Характер и интенсивность старения асфальтовых материалов в конструкции в конечном счете определяются стабильностью их структуры во времени. Основными факторами, определяющими сохранение стабильности структуры, являются плотность, прочность и качество сцепления битума с поверхностью минерального материала в их составе; структура битума и стабильность ее во времени; напряженное состояние; «усталость» под влиянием действующих на них нагрузок и факторов.

Водонепроницаемые асфальтобетоны полностью длительно водостойки, морозостойки и коррозионно-стойки [1, 3]. В проведенных опытах какого-либо заметного их разрушения не наблюдалось после 200 циклов замораживания-оттаивания и после

12 лет постоянного хранения в воде и в 1% растворах NaOH и HCl.

Но это утверждение действительно только в том случае, если асфальтобетон испытывался на длительную водоустойчивость (коррозионную стойкость, морозоустойчивость) в свободном, ненапряженном состоянии, а испытываемые образцы асфальтобетона были изготовлены на стойких к среде испытания материалов.

Как показывают исследования [3, 4], горячие асфальтобетоны, изготовленные на качественных минеральных материалах и имеющие остаточную пористость в конструкции менее 2,5%, 2,2 (песчаные асфальтобетоны, мелкозернистые асфальтобетоны), полностью водонепроницаемы. При постоянном нахождении в воде как песчаные, так и мелкозернистые асфальтобетоны полностью водонепроницаемы, если их остаточная пористость не превышает 3,1–3,2%.

Водонепроницаемыми во всех случаях являются песчаные асфальтобетоны с остаточной пористостью выше 4%, мелкозернистые асфальтобетоны с остаточной пористостью выше 4,2%. Минимально допустимой остаточной пористостью асфальтобетона является пористость 1,5–2%.

Как показывают опыты и данные натуральных наблюдений, долговечность и стабильность свойств битумоминеральных смесей в конструкции при работе их в воде и в химически агрессивных средах во многом зависит от химической стойкости компонентов смеси в среде их работы в конструкции. Ориентированной при выборе минеральных материалов для приготовления битумоминеральных смесей из условия их длительной водостойкости (химической стойкости, а, следовательно, и морозостойкости) могут служить данные Н.С. Покровского [5], полученные им при длительных (сроком до 12 лет) испытаниях асфальтовых вяжущих (битум + минеральный порошок) в различных агрессивных средах, приведенные в таблице.

По результатам изучения длительной водоустойчивости битумов Н.С. Покровский [5] пришел к вы-

воду, что их коррозионная стойкость изменяется в достаточно широких пределах. В общем случае при повышении вязкости — увеличении степени окисления битума, его коррозионная стойкость возрастает. При этом наиболее высокую водостойчивость и коррозионную стойкость имеют битумы, суммарное содержание водорастворимых соединений, в которых не превышает 0,1–0,15%.

Стабильность свойств битумо-минеральных материалов в конструкции во времени (их старение) в значительной степени определяют структурные изменения, происходящие в адсорбционных пленках на поверхности минеральных частиц, связанные с взаимодействием битума с наполнителем и заполнителем.

На рис. 1 и 2 приведены некоторые данные по изменению во времени водопроницаемости двух составов горячих мелкозернистых асфальтобетонов состава 5-1л (гранитный щебень — 36,5%, крупнозернистый кварцевый песок — 45,5%, маршалит — 26%, известь — 2%, битум БНД — 60/90 — 6,4%) и состава 7-2 (гранитный щебень — 21,5%, гранитный отсев — 15%, крупнозернистый кварцевый песок — 45,5%, активированный известняковый порошок — 18%, битум БНД — 60/90 — 5,7%).

Водонепроницаемость асфальтобетона состава 5-1л вначале возрастает, достигает максимума примерно при 180–200 сут, затем падает и примерно через 350 сут вновь начинает возрастать. Причем данное явление наблюдается как у образцов, хранящихся на воздухе, так и в воде. Вода в общем случае оказывает пластифицирующее влияние на битум в составе асфальтобетона.

Несколько по-иному изменяется водопроницаемость во времени асфальтобетона состава 7-2, изготовленного на активированном известняковом порошке, отличающемся повышенной активностью по отношению к битуму. Здесь, практически во всех случаях, степень водонепроницаемости асфальтобетона во времени падает.

Есть основания полагать, что циклическое изменение водонепроницаемости асфальтобетона как во времени, так и по остаточной пористости, является следствием усадочных явлений, происходящих в адсорбционных пленках битума на поверхности минеральных частиц. Это положение подтверждают данные по изменению объема, массы и характера прохождения ультразвукового сигнала через образцы асфальтобетона при хранении на воздухе (рис. 3).

Наполнитель	Водная среда			
	Мягкая	Морская	Сульфатная	Щелочная
Известняковый порошок	+	+	+	+
Доломитовый порошок	+	+	+	+
Гажа	-	+	±	-
Цемент	+	-	-	+
Известь	+	-	-	±
Кукермит	-	±	±	±
Лесс	+	+	+	±
Маршалит	±	+	+	-
Трепел	±	-	-	-
Каолин	±	±	±	-
Кирпичный порошок	±	+	+	-
Зола Щекинской ТЭЦ	-	±	±	±

Примечание: «+» — применение рекомендуется; «±» — применение возможно при пониженных требованиях к гидроизоляции; «-» — применение не рекомендуется.

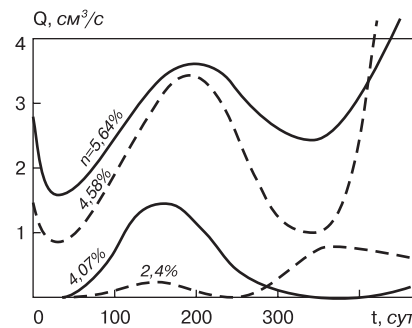


Рис. 1. Изменение водопропускной способности асфальтобетона состава 5-1л во времени при хранении образцов: — в воде; --- на воздухе. Давление воды 2 атм (196 кПа). Цифры на кривых — остаточная пористость образцов на вторые сутки после их изготовления

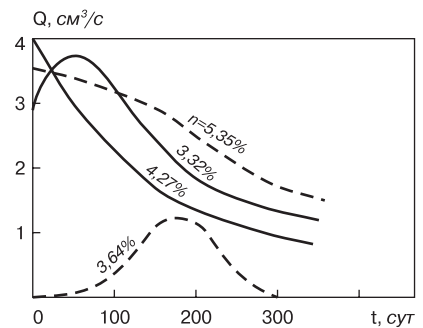


Рис. 2. Изменение водопропускной способности асфальтобетона состава 7-2 во времени при хранении образцов: — в воде; --- на воздухе. Давление воды 2 атм (196 кПа). Цифры на кривых — остаточная пористость образцов на вторые сутки после их изготовления

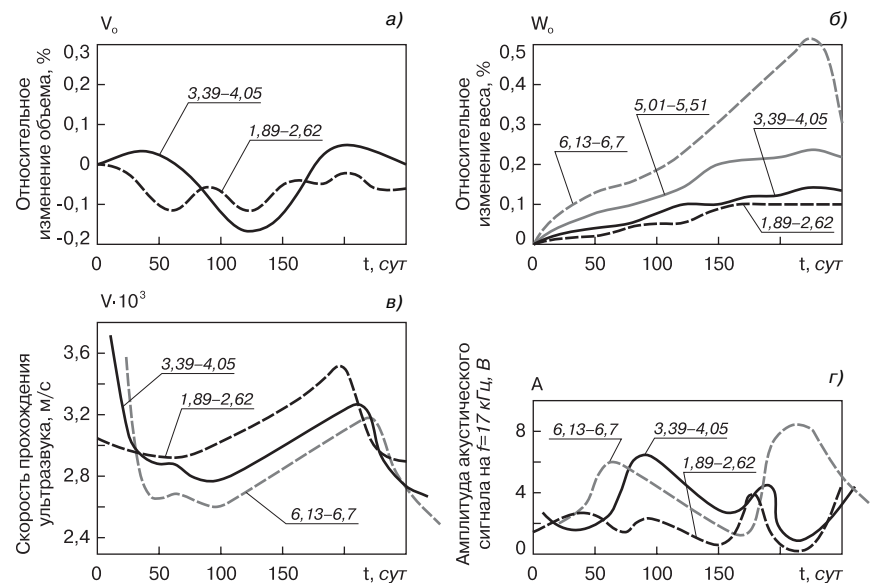


Рис. 3. Изменение показателей свойств образцов асфальтобетона состава 5-1л при хранении на воздухе: а — относительное изменение объема; б — относительное изменение массы; в — скорость прохождения ультразвука; г — амплитуда ультразвукового сигнала на частоте 17 кГц на выходе из образца. Цифрами на кривых показаны пределы остаточной пористости образцов перед началом опытов

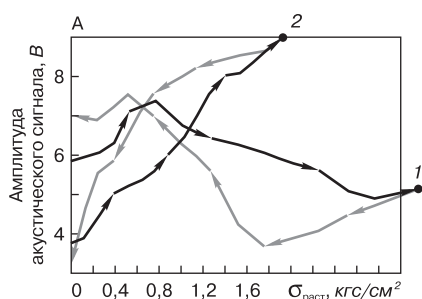


Рис. 4. Характер изменения амплитуды акустического сигнала в ходе нагружения образцов асфальтобетона растягивающей силой: 1 – на частоте 3 кГц; 2 – на частоте 17 кГц

Из рисунка видно, что усадка, определяемая относительным изменением объема, повторяет изменение водопроницаемости асфальтобетона (рис. 1). Объем минерального материала и объем битума при постоянной температуре не изменяются. Но известно, что в адсорбционных слоях плотности битума значительно выше плотности объемного битума, а его свойства приближаются к свойствам упругого (хрупкого) материала. Следовательно, изменение объема асфальтобетона во времени может быть связано в данном случае с изменением плотности и объема адсорбционно связанного битума в составе асфальтобетона.

Принято считать, что формирование структуры асфальтобетона происходит при высокой температуре в период приготовления и уплотнения асфальтобетонной смеси. Это верно, но доуплотнение битума в адсорбционных слоях при приготовлении и уплотнении асфальтобетона лишь начинается и чаще всего охватывает лишь мономолекулярный слой битума на поверхности минеральных частиц.

Этот процесс продолжается и после приготовления асфальтобетонной смеси. При этом с течением времени доуплотнением охватывается все больший и больший объем битума, плотность и жесткость его возрастают, в нем возникают высокие внутренние напряжения. После того, как значения данных напряжений превысят предел прочности адсорбированного битума, в нем появляются микротрещины. В результате напряжения в материале постепенно снижаются, и материал за счет упругого восстановления стремится принять свой первоначальный объем – объем материала увеличивается (коэффициент его старения падает).

Но так как формирование адсорбционных пленок битума с их доуплотнением продолжается, объем асфальтобетона вновь начинает уменьшаться, внутренние напряже-

ния в нем вновь увеличиваются до тех пор, пока не достигнут предела прочности адсорбированного битума. После этого в нем образуются микротрещины, материал вновь разгружается, его объем вновь увеличивается. И так продолжается до тех пор, пока формирование адсорбционных пленок битума полностью не заканчивается или структура асфальтобетона полностью не рыхляется, и он хрупко не разрушается (коэффициент его старения окончательно падает до минимальной его величины).

Как видно на рис. 3, в и г, при этом изменяются и ультразвуковые характеристики асфальтобетона, в том числе и при хранении его на воздухе. Известно, что амплитуда и скорость прохождения акустических волн через материал изменяются при изменении его напряженного состояния [6]. Причем их значения при увеличении напряжений в материале возрастают, а при его разрушении (при образовании в нем микротрещин) падают. Это подтверждают и данные, приведенные на рис. 4.

Кроме того, рассматривать скорость прохождения ультразвука в асфальтобетоне одного и того же состава (рис. 3), то легко заметить, что изменение исходной остаточной пористости материала на 1% соответствует изменению скорости прохождения ультразвука примерно на 10 м/сек. Изменение же остаточной пористости асфальтобетона на ту же величину через некоторое время после его изготовления, то есть за счет его усадки, приводит к изменению скорости прохождения ультразвука примерно на 1000 м/сек. Естественно, что такое существенное влияние усадки на скорость прохождения ультразвука может быть объяснено лишь изменением структуры или напряженного состояния материала во времени.

При разуплотнении материала и при появлении в нем свежих поверхностей за счет микротрещинообразования химическая и адсорбционная активность битума в микротрещинах резко возрастает, в результате чего асфальтобетон интенсивно адсорбирует и масса увеличивается. Данное явление особенно ярко проявляется в случае свободного проникания среды внутрь материала, например в случае повышенной его пористости. Таким образом, чем выше склонность материала к усадке, а следовательно, и к микротрещинообразованию, тем ниже его химическая стойкость и долговечность и тем выше его склонность к старению.

Следовательно, водостойкие, коррозионностойкие, морозостой-

чивые, стойкие против кислородного старения и долговечные асфальтовые материалы должны быть плотными, безусадочными и работать в конструкции в ненапряженном состоянии.

Степень усадочности асфальтовых материалов и степень склонности их к микротрещинообразованию может характеризоваться относительным изменением ультразвуковых характеристик во времени.

Необходимую устойчивость к усадке и микротрещинообразованию проявляют асфальтовые (битумо-минеральные) материалы, у которых:

- относительное изменение объема в стандартных образцах ($\Delta v/v$) через 180–200 сут. их хранения на воздухе (через 200–250 ч прогрева в термостате) не превышает 0,05%;
 - отношение максимального размаха амплитуды колебаний на частоте 3 кГц к амплитуде колебаний на частоте 17 кГц приближается к 0,75 (не выходит за пределы 0,5 и 1).
- Наименьшей усадочностью, а следовательно пониженной склонностью к микротрещинообразованию, повышенной долговечностью и коррозионной стойкостью, обладают битумо-минеральные материалы:
- изготовленные на прочных неактивных скелетных минеральных материалах и активированных минеральных порошках;
 - уплотненные вибрированием и в ходе их самоуплотнения;
 - с повышенным временем и интенсивностью перемешивания смеси;
 - остаточная пористость которых в конструкции не выходит за пределы 2–4%;
 - изготовленные на неактивных минеральных материалах и структурированных битумах или на активированных минеральных материалах и неструктурированных битумах;
 - с повышенной релаксирующей способностью, работающие в конструкции в упруго-эластической стадии деформирования.

Из вышеизложенного видно, что основной причиной старения битумо-минеральных материалов с падением их деформативной способности и работоспособности является появление в них микротрещин вследствие изменения структуры битума в его адсорбционных слоях на поверхности минеральных частиц и роста в них внутренних напряжений. Но микротрещины в асфальтовом материале могут возникнуть и под влиянием всегда присутствующих в конструкции остаточных напряжений.

Естественно, что эти постоянно присутствующие в системе напря-

жения будут накладываться на внутренние, структурные напряжения, возникающие в адсорбционных слоях битума на поверхности минеральных частиц при его усадке, что приведет к ускорению и к интенсификации микротрещинообразования в системе, и, следовательно, к ускорению ее старения. К тому же эти постоянно присутствующие в системе напряжения приведут к ее ползучести и, следовательно, к дополнительному трещинообразованию и к ускорению ее старения (разрушения) в целом.

Поэтому, с целью снижения старения асфальтового материала в конструкции, при подборе его состава необходимо стремиться к обеспечению полной релаксации в нем напряжений в конструкции. Это особенно необходимо, когда материал работает в конструкции при часто повторяющихся (пульсирующих) нагрузках, при которых он стареет наиболее интенсивно.

При этом нужно заметить, что усадка асфальтового материала в конструкции не всегда приводит к его разуплотнению и к появлению в нем микротрещин.

Микротрещины в асфальтовом материале не появляются, несмотря на его усадку и значительный рост его прочности и жесткости в том случае, если битум в его объеме и в его адсорбционных слоях имеет повышенную прочность, что наблюдается тогда, когда в качестве наполнителя в составе битумо-минеральной смеси используются активированные минеральные порошки (рис. 2), а в качестве битума — высокоструктурированный битум типов «0» и «1» по Никишиной-Иноземцеву [7]. В этом случае, несмотря на повышение плотности, прочности и жесткости битумо-минеральной смеси, микротрещинообразования в ней, а следовательно и его разуплотнения с падением коэффициента старения, не происходит. При этом асфальтовый материал в конструкции полностью сохраняет прочность, сплошность и работоспособность. Изменяются лишь его расчетно-эксплуатационные характеристики, что должно обязательно учитываться при определении состояния асфальтовой конструкции, ее ресурса работоспособности.

Если при анализе состояния асфальтового материала в конструкции признаком его старения являются разуплотнение, снижение прочности и значения коэффициента старения, то инструментально определяемыми признаками структурных изменений с переходом в другую категорию прочности с сохранением работоспособности, являются:

- повышение плотности с понижением водо- или воздухопроницаемости;
- повышение эластичности (уменьшение остаточных деформаций и напряжений);
- повышение численного значения коэффициента старения.

В связи с отмеченным требуют очень внимательного отношения к себе попытки изменения свойств асфальтовых материалов в нужном направлении за счет введения в них полимерных добавок типа эластомеров. Значения коэффициентов старения у таких смесей чаще всего весьма интенсивно увеличиваются во времени при возрастании их прочности, вязкости, модуля деформации (модуля жесткости), что требует проектирования конструкций из таких материалов с обязательным учетом фактора времени.

Поэтому изменение коэффициентов старения асфальтовых материалов во времени необходимо учитывать всегда, независимо от того, падают или возрастают они во времени, тем более, что их всегда можно регулировать и изменять на необходимую величину.

Выводы

1. Старение асфальтовых материалов в конструкции с последующим их разуплотнением и изменением расчетно-эксплуатационных свойств преимущественно связано с изменением структуры и напряженно-деформированного состояния битума в его адсорбционных слоях на поверхности минерального материала.
2. В тех случаях, когда битум в его адсорбционных слоях на поверхности минеральных частиц разуплотняется, коэффициент старения битумо-минерального материала падает и материал разрушается; когда битум уплотняется, коэффициент старения материала возрастает, его прочность и жесткость увеличиваются, он переходит в другую категорию прочности с сохранением работоспособности.
3. Разуплотнение битума, адсорбированного на поверхности минеральных частиц приводит к появлению в нем микротрещин. В результате появления в материале микротрещин прочность его резко падает, а химическая активность свежесформированных поверхностей битума приводит к адсорбции на них среды — материал размягчается.
4. Водостойкие, коррозионно-стойкие, морозостойчивые, стойкие против кислородного старения и долговечные асфальтовые материалы должны быть плотными, безусадочными, работать в конструкции в упруго-эластической

стадии деформирования, обладать повышенной релаксирующей способностью.

5. Стремление изменять свойства асфальтовых материалов в нужном направлении за счет введения в них полимерных добавок типа эластомеров требует большого внимания. Значения коэффициентов старения у таких смесей чаще всего весьма интенсивно увеличиваются, что предполагает проектирование конструкций из данных материалов с обязательным учетом фактора времени.
6. Нет такого асфальтового материала, у которого бы коэффициент старения во времени только падал или только возрастал. Поэтому, прежде чем рекомендовать тот или иной асфальтовый композит, необходимо обязательно исследовать его на старение с разной дозировкой и природой составляющих, и только после этого назначать его составы для реализации.
7. На старение асфальтовых материалов в конструкции заметное влияние оказывают не только внутренние процессы структурообразования, но и напряженно-деформированное состояние, вызванное внешними силами и факторами.

Список литературы

1. Касаткин Ю.Н., Касаткина Д.Н. Взаимосвязь коррозионной стойкости и морозостойкости асфальтовых материалов с их водоустойчивостью. // Известия ВНИИГ им. Б.Е. Веденеева, т. 119. 1977. С. 26–32.
2. Козлова Е.Н. Холодный асфальтобетон. М.: Автотрансиздат. 1958, 124 с.
3. Касаткин Ю.Н., Касаткина Д.Н., Романов В.П. Усадочные явления в асфальтовых материалах. // Известия ВНИИГ им. Б.Е. Веденеева, т. 128, 1979. С. 42–50.
4. Гегелия Д.И. К вопросу водонепроницаемости асфальтобетона. // Труды СоюзДорНИИ, вып. 11. 1967. С. 113–120.
5. Покровский Н.С. Водоустойчивость битумов и асфальтовых мастик. Сб. Асфальтовая гидроизоляция. Л.: Госэнергоиздат, 1963. С. 177–186.
6. Шамина О.Г., Павлов А.А., Копищев Ю.Ф. Исследование процесса подготовки трещин. // Физика земли. 1973. № 8. С. 17–30.
7. Касаткин Ю.Н. Предпосылки рациональной классификации вязких битумов. Сб. Применение полимерных материалов в гидротехническом строительстве. Энергия. Ленинградское отд. 1972. С. 20–26.

К оценке растекаемости строительного раствора

Показатели растекаемости самонивелирующихся строительных растворов в настоящее время оцениваются на вискозиметре Суттарда по условным показателям.

В статье предпринята попытка оценить растекание, используя реологические показатели. С целью выбора фундаментальных переменных проведем математическое и физическое моделирование процесса течения в вискозиметре Суттарда.

Для анализа условий растекания самонивелирующихся строительных растворов рассмотрим этот процесс при использовании цилиндра диаметром (d) 50 мм и высотой (H) 50 мм с растеканием на горизонтальной поверхности (рис. 1). Сравним работу (энергию) движущих сил A_d с энергией сил сопротивления A_{Σ} . Энергия движущих сил обусловлена изменением положения центра тяжести рассматриваемого раствора при его положении в цилиндре и на поверхности растекания и рассчитывается по формуле:

$$A_d = V \cdot \gamma \cdot h_{ц} = \frac{\pi d^2 H \cdot \gamma}{8} \left(H - \frac{d^2 H}{D^2} \right) =$$

$$= \frac{3,14 \cdot 0,05^3 \cdot 20000}{8} \left(0,05 - \frac{0,05^3}{0,2^2} \right) = 0,0585937 \text{ Нм}$$

$$V = \frac{\pi d^2 H}{4} \text{ — объем цилиндра, м}^3;$$

$d = 0,05$ — внутренний диаметр цилиндра, м;
 $H = 0,05$ — высота цилиндра, м;

$$h_{ц} = \frac{H - S}{2} \text{ — перемещение центра тяжести, м;}$$

$$S = \frac{4V}{\pi D^2} = \frac{d^2 H}{D^2} = \frac{0,05^3}{0,2^2} = 0,003125 \text{ — толщина слоя}$$

раствора на горизонтальной плоскости, м; $D = 0,2$ — принятый для расчета средний диаметр растекания по данным эксперимента, м; $\gamma = 20000$ — удельный вес раствора, Н/м³.

Испытуемые материалы	Показатели		
	Растекание на вискозиметре Суттарда, мм	$K_p = \frac{D_p \cdot \gamma}{\theta}$	Субъективная характеристика седиментальной устойчивости
Экспериментальный состав на цементной основе	190	760	устойчив
Сухая смесь ПС «Петромикс»	190	710	устойчив
Сухая смесь Ветонит «Ваатер плюс»	195	700	устойчив

Работу сил сопротивлений A_{Σ} определим как сумму энергий, затраченных при вытекании испытуемой пробы из цилиндра $A_{ц}$ и растекании этой пробы на горизонтальной поверхности A_n :

$$A_{\Sigma} = A_{ц} + A_n$$

Поскольку процесс вытекания и растекания строительного раствора в вискозиметре Суттарда происходит при малых скоростях сдвига, то для оценки энергий сопротивления целесообразно использовать такой реологический показатель как предельное статическое напряжение сдвига, которое в экспериментах определялось на приборе СНС-2 [1], широко использующемся в нефтяной промышленности для оценки таких показателей в тампонажных составах и промывочных жидкостях.

Энергия, затраченная на вытекание из цилиндра столба раствора как целого, рассчитывается по выражению:

$$A_{ц} = \pi d H \theta \frac{H}{2} = 3,14 \cdot 3,2 \cdot 0,05^3 = 0,0009812 \text{ Нм}$$

$\theta = 5$ — предельное статическое напряжение сдвига строительного раствора, Па.

Энергию сил сопротивлений при растекании строительного раствора по горизонтальной поверхности рассчитаем из условия, что растекание происходит при движении слоев друг относительно друга, причем число слоев приближенно оценивается по величине частиц наполнителя Δ :

$$n = \frac{S \cdot 0,003125}{\Delta \cdot 0,00063} = 5$$

Формулу для расчета энергии при растекании можно представить так (рис. 2):

$$A_n = 2\pi \frac{S}{\Delta} \theta \int_n^R r^2 dr = \frac{2}{3\Delta} \pi S \theta (R^3 - r_i^3) =$$

$$= \frac{2 \cdot 5 \cdot 3,14 \cdot 5 (0,1^3 - 0,025^3)}{3} = 0,0515165 \text{ Нм}$$

Суммарная энергия сопротивлений растеканию в вискозиметре Суттарда составит

$$A_{\Sigma} = A_{ц} + A_n = 0,0215165 = 0,000981 = 0,0524965 \text{ Нм}$$

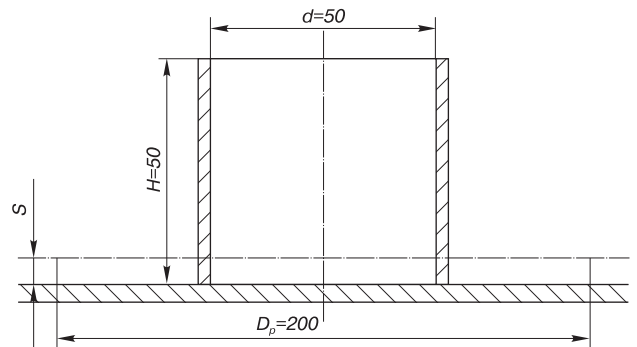


Рис. 1. Схема вискозиметра Суттарда

Как видно из результатов расчета, величина A_2 приближенно составляет 90% от A_1 .

В расчетах энергии сопротивлений не учтено влияние состояния поверхностей, поверхностное натяжение, вязкость и другие факторы. Однако эти расчеты позволяют сделать вывод, что такие параметры строительного раствора как предельное статическое напряжение сдвига, удельный вес и величина растекания являются определяющими фундаментальными переменными.

Поэтому, используя теорию подобия и размерностей [2] безразмерный комплекс, характеризующий растекание самонивелирующихся строительных растворов (неньютоновских жидкостей) представляется выражением:

$$K_p = \frac{D_p \cdot \gamma}{\theta}$$

$D_p = 0,2$ – диаметр растекания, м.

Использование приведенного показателя для оценки саморастекающихся строительных растворов расширяет возможности исследователя, так как такой параметр как предельное статическое напряжение сдвига дополнительно позволяет оценить седиментационную устойчивость строительного раствора, а также его тиксотропные свойства. При этом операции по определению предельного статического напряжения сдвига значительно проще, чем определение растекания на вискозиметре Суттарда.

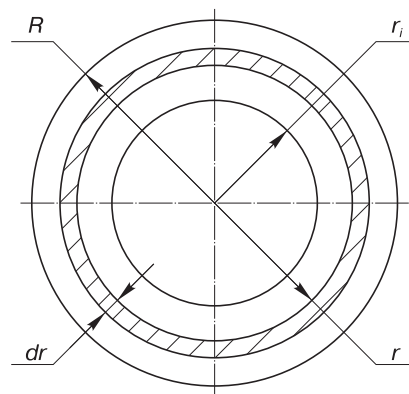


Рис. 2. Схема для расчета пределов интегрирования при растекании

Как примеры в таблице показаны некоторые характеристики составов на цементной основе для самонивелирующихся полов.

Список литературы

1. *Иванов Л.М.* Промывочные жидкости и тампонажные смеси. М.: Недра, 1987.
2. *Шенк Х.* Теория инженерного эксперимента. М.: Мир, 1972.

10-14 ДЕКАБРЯ 2001

ВЫСТАВКА С МЕЖДУНАРОДНЫМ УЧАСТИЕМ "ЖИЛЬЕ ДЛЯ ВСЕХ-2001"



Время проведения: 10 по 14 декабря 2001 г.

Место проведения: г. Москва, Фрунзенская наб., 30, "РОССТРОЙЭКСПО" (нав. "Триумф").

Организаторы выставки:

Госстрой России, ЗАО "Концерн" Росстром", Союз строителей России, Союз Архитекторов, Ассоциация проектных организаций, Председатель Оргкомитета выставки - Президент Российского союза строителей В.Н. Забелин.

Цель выставки - раскрыть направления решения жилищной проблемы для всех слоев населения, включая молодые семьи, семьи со средним достатком и малообеспеченные.

В выставке принимают участие:

- Производители строительных материалов, изделий и предметов домашнего хозяйства;
- Строительные организации и службы оптовой продажи;
- Архитектурные и проектные организации;
- Научно-исследовательские и проектные организации, ведущие работы в области строительства и промышленности строительных материалов;

- Производители оборудования и средств автоматизации производственных процессов;
- Финансирующие и лизинговые организации, способные обеспечить финансированием, как модернизацию, так и техническое перевооружение производства;
- Администрации регионов для разработки основных направлений в области строительства и производства строительных материалов и др.;
- Фирмы производители средств безопасности жилья.

В рамках выставки намечено, также, провести семинар с участием руководителей государственных структур, финансирующих органов, проектных и научно-исследовательских организаций, машиностроительных предприятий и других.

Оргкомитет:

Организатор выставки: выставочная компания ООО "ИнформТехЭкспо XXI".
Тел./факс: (095) 748-1296, 748-1299
E-mail: info@it-expo.ru
<http://zhilye.it-expo.ru>

Конгресс в поддержку Чтения

5 сентября 2001 г. в Москве открылась XIV Московская международная книжная ярмарка. В рамках ярмарки 7 сентября под патронатом Правительства Москвы и при содействии Министерства Российской Федерации по делам печати, телерадиовещания и средств массовых коммуникаций, Министерства культуры Российской Федерации, Министерства образования Российской Федерации был проведен Первый Всероссийский Конгресс в поддержку Чтения. Конгресс проводился Координационным Советом общественных организаций и объединений редакций средств массовой информации, издательств, полиграфических предприятий и распространительских структур. Девиз Конгресса — «Сохраним духовность России».

Целью Конгресса было обсуждение и определение основных направлений совместных действий общественности и органов государственного управления в подготовке и реализации общероссийской программы поддержки Чтения.

В состав Оргкомитета Конгресса вошли представители некоммерческих и профессиональных объединений, Правительства Москвы, Администрации Президента, Министерства образования, в поддержку Конгресса выступили известные писатели, актеры, политические и общественные деятели, общественные организации и творческие профессиональные объединения издателей, библиотекарей, распространителей и пропагандистов книги и Чтения.

На пресс-конференции перед началом Конгресса председатель редакционного Совета Конгресса, генеральный директор издательства «Русская книга» Михаил Федорович Ненашев дал краткую характеристику читательско-издательского состояния общества в нашей стране. Он отметил, что социологи, психологи давно сошлись во мнении о роли чтения в развитии интеллекта, формировании духовной зрелости и социальной ценности личности. Только от читающих граждан государство может ждать достижений мирового уровня в науке, технике, культуре и искусстве.

М.Ф. Ненашев подчеркнул, что электронные средства коммуникации и Интернет никогда не смогут заменить книгу. Они имеют свои функции в обществе, но духовное становление и развитие личности

прежде всего происходит под влиянием чтения как важнейшего элемента культуры, инструмента повышения интеллектуального потенциала нации, творческой и социальной активности российского общества.

Проблема чтения затрагивает самые разные стороны жизни нашего общества. Это — падение тиражей книг, газет и журналов, учебников для школ и вузов, издание низкопробной литературы, сокращение читающего населения за счет падения интереса к чтению у детей и подростков, отсутствие пропаганды чтения в средствах массовой информации, плачевное состояние библиотечных фондов, неудовлетворительный уровень преподавания русского языка и литературы в средней школе. Все это не может не волновать всех, кому не безразлична судьба России. В Конгрессе участвовало около тысячи человек, разделяющих эту точку зрения — деятелей культуры и искусства, учителей, библиотекарей из многих городов нашей страны.

Патриарх Московский и Всея Руси Алексей II направил обращение к участникам Конгресса, в котором выразил свою поддержку и озабоченность состоянием Чтения в России. С приветственным словом выступил вице-мэр Москвы В.П. Шанцев.

В поддержку Чтения выступили: поэт Андрей Дементьев, народная артистка России Э.А. Быстрицкая, председатель Российского детского фонда, писатель А.А. Лиханов, ректор Литературного института им. А.М. Горького С.Н. Есин, председатель Фонда защиты гласности А.К. Симонов, начальник Управления издательской деятельности и книгораспространения МПТР России Н.С. Литвинцев и многие другие. В каждом выступлении звучала озабоченность падением интереса к чтению как безусловной национальной ценности, происходящее в том числе и в связи с переходом на новые информационные технологии, снижением культуры устной и письменной речи, потерей в обществе интереса к накопленному веками культурному наследию нашего народа — книжной классике.

Предлагались пути выхода из кризисной ситуации. Много говорилось о влиянии бездуховности и низкопробной литературы, культурно-вирусной пошлости, чуждые

нам моральные и жизненные ценности, искажающей роль и место России в мировой истории. С болью говорили издатели об отмене льгот по НДС для СМИ и книгоиздания и тех негативных последствиях, которые это повлечет за собой. Не секрет, что тиражи книг за последние десять лет сократились в 4 раза, газет — в 5 и журналов в 7 раз, и только благодаря поддержке СМИ и книгоиздания в 1996 г. суммарный тираж книг в дальнейшем стабилизировался. Удорожание издательской продукции, изменение приоритетов полиграфической деятельности в сторону сокращения книжно-журнальной и увеличения рекламно-хозяйственной продукции выдвигает на первый план библиотеки всех уровней как доступное средство пользования книгами. Но состояние библиотек тоже внушает тревогу. Озабоченность состоянием библиотечного дела выразили представители библиотек, особенно сельских, так как для многих молодых людей, живущих вдалеке от больших городов, это может быть единственная возможность приобщиться к чтению, получить нужную научно-техническую информацию.

Конгрессом был принят проект концепции национальной программы «Чтение». В нем определены основные направления деятельности и задачи органов государственной власти и общественных организаций по преодолению кризиса чтения в стране. Проект концепции предлагается как первичный документ для разработки общенациональной программы мер сохранения и приумножения исторического, духовного и культурного богатства России. В концепции выражается уверенность, что широкое обсуждение проблемы чтения позволит сделать эту программу действенной, обеспечит рост числа читающих россиян. Конгресс обратился к Президенту Российской Федерации В.В. Путину и общественности России с предложением поддержать концепцию национальной программы «Чтение».

В рамках Конгресса состоялась церемония передачи книг библиотекам Чеченской Республики, организованная издательствами «АСТ», «РОСМЭН», «РОСПЭН», «Русич», «Питер».

Л.П. Шкурихина