

СОДЕРЖАНИЕ

Учредитель журнала:
ООО Рекламно-издательская
фирма «Стройматериалы»

**Главный редактор
издательства**
РУБЛЕВСКАЯ М.Г.

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

Главный редактор
ЮМАШЕВА Е.И.

Редакционный совет:
РЕСИН В.И.
(председатель)
БАРИНОВА Л.С.
БУТКЕВИЧ Г.Р.
ВАЙСБЕРГ Л.А.
ВЕРЕЩАГИН В.И.
ГОРНОСТАЕВ А.В.
ГУДКОВ Ю.В.
ЗАВАДСКИЙ В.Ф.
КОВАЛЬ С.В.
КОЗИНА В.Л.
ЛЕСОВИК В.С.
СИВОКОЗОВ В.С.
УДАЧКИН И.Б.
ФЕРРОНСКАЯ А.В.
ФИЛИППОВ Е.В.
ШЛЕГЕЛЬ И.Ф.

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

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

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

Редакция не несет ответственности
за содержание рекламы и объявлений

Адрес редакции:

Россия, 117997, Москва,
ул. Кржижановского, 13
Тел./факс: (095) 124-3296
124-0900
E-mail: mail@rifsm.ru
http://www.rifsm.ru

ЯЧЕИСТЫЕ БЕТОНЫ – НАУКА И ПРАКТИКА

- Л.Д. Шахова, Е.С. Черноситова. Ускорение твердения пенобетонов 3
- А.С. Королев, Е.А. Волошин, Б.Я. Трофимов. Повышение прочностных и теплоизоляционных свойств ячеистого бетона путем направленного формирования вариатропной структуры 8
- Г.Н. Пшеничный. Влияние циклической вибрации на свойства неавтоклавного пенобетона 10
- В.М. Бергов, П.Ф. Собкалов. Использование золы-уноса в производстве пенобетона 12

ИЗ ИСТОРИИ ОТРАСЛИ

- Ю.С. Гризак. Из истории отечественной асбестоцементной промышленности 13
- С.И. Хвостенков. Сравнительные технико-экономические показатели сухого и мокрого способов производства портландцемента 16
- Ученые отрасли.** Виталий Анатольевич Вознесенский 20
- Моделирование и оптимизация в материаловедении. МОК-44 21
- Российская строительная неделя-2005 23
- «Интерстройэкспо-2005» 26
- V Международный конгресс по строительству «Жилищное строительство: стратегическое развитие, экономические аспекты» 28

ТЕХНОЛОГИИ И МАТЕРИАЛЫ

- В.Г. Кузнецов, В.М. Затковецкий, И.П. Кузнецов, А.В. Малинов, В.Н. Полухин, В.С. Афанасов. Полимерные футеровочные пластины – эффективное решение проблемы налипания увлажненных материалов на рабочие поверхности технологического оборудования 33
- Бумажные мешки для упаковки сыпучих материалов «Корснас Пекеджинг» 35
- М.В. Сенянский, О.М. Епишкин, М.В. Гусев. Модернизация действующих и разработка новых автоматизированных бетоносмесительных установок 36
- Теплоизоляционные изделия URSA GLASSWOOL 38

Приложение «Строительные материалы: technology» № 5

- М.С. Василевич. Некоторые аспекты разработки и производства керамических пустотелых поризованных блоков 40
- Комплексное использование минеральных ресурсов месторождений твердых полезных ископаемых 42

РЕЗУЛЬТАТЫ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

- В.С. Лесовик, Е. А. Лопанова. Исследования процесса гидратации вяжущих материалов методом спиновых меток 44
- Р.В. Лесовик, М.С. Ворсина. Высокопрочный бетон для покрытий автомобильных дорог на основе техногенного сырья 46
- А.Н. Бобрышев, Е.В. Кондратьева, Д.Е. Жарин, А.А. Бобрышев. Исследование эффекта дополимеризации эпоксидных композитов 48
- Ю.И. Ладыгин, В.А. Башара, А.Н. Луговой, М.А. Титова, О.Г. Силюнская. Комплексный подход при сравнительных исследованиях химической стойкости полимерного композиционного материала 52
- Л.А. Ерохина, Е.М. Верякина, О.А. Турубанов. Влияние массопереноса на теплозащитные свойства ограждающих конструкций 54
- И.А. Христофорова. Модификация теплоизоляционного материала из поливинилхлорида 56

Коллективу редакции журнала
«Строительные материалы»

Уважаемые коллеги!

Коллектив Ростовской государственной академии архитектуры и искусств поздравляет вас со славным юбилеем.

Прекрасно, что журнал, освещая достижения строительного материаловедения, оказался способным профессионально увязать их с проблемами современной архитектуры и градостроительства.

Вокруг журнала сформирован широкий круг специалистов архитектуры и строительной науки, активно работающих в профессиональной сфере и образовании.

Желаем вам — тем, кто создает журнал и приложения к нему, творчески развивать прогрессивные направления в работе и обеспечивать эффективную информационную связь между всеми, кто разрабатывает, производит и применяет строительные материалы.

**Ректор Ростовской
государственной академии
архитектуры и искусств**

В.А. Колесник

Редакции журнала
«Строительные материалы»

Уважаемые коллеги!

От лица ученых и преподавателей факультета промышленного и гражданского строительства поздравляю вас с полувековым юбилеем издания журнала «Строительные материалы».

Ваш журнал является самым востребованным и авторитетным изданием в области строительного материаловедения, особенно в регионах, отдаленных от насыщенного информацией центра страны. Мы высоко ценим вашу методическую помощь и скрупулезную работу при подготовке статей к публикации, высокую квалификацию рецензентов и научных редакторов.

Участие в научно-технических конференциях и семинарах, организуемых редакцией, позволяет нам, читателям и авторам группы журналов «Строительные материалы», не только лично встречаться с коллегами, но и реально влиять на формирование тематических направлений изданий, инициировать развитие особо актуальных тем.

Желаю коллективу редакции и всем, кто участвует в создании живых и интересных журналов, крепкого здоровья и новых творческих успехов!

**Проректор Тывинского
государственного университета**

Б.К. Кара-Сал

Коллективу редакции журнала
«Строительные материалы»,
генеральному директору
издательства «Стройматериалы»
М.Г. Рублевской,
главному редактору журнала
«Строительные материалы»
Е.И. Юмашевой

Уважаемые сотрудники редакции!

Ассоциация строителей Дона поздравляет вас со славным юбилеем — пятидесятилетием творческой деятельности на благо России.

Ваш журнал высокопрофессионально освещает достижения строительного материаловедения, помогает нам эффективно решать проблемы промышленного и гражданского строительства, успешно строить будущее.

Вокруг журнала сформирован широкий круг специалистов, активно работающих в строительном комплексе и профессиональном образовании, что позволяет нам творчески развивать прогрессивные направления в работе и поддерживать эффективную информационную связь между теми, кто разрабатывает, производит и применяет строительные материалы.

Желаем всему коллективу редакции журнала здоровья, личного благополучия и творческих успехов!

**Председатель совета
Ассоциации строителей Дона
заслуженный строитель РФ,
доктор экономических наук**

Е.К. Ивакин

Коллективу научно-технического
и производственного журнала
«Строительные материалы»

Уважаемые коллеги!

ООО «Эверест» (Ярославль) поздравляет ваш коллектив с 50-летием выхода в свет журнала «Строительные материалы».

Благодарим вас за плодотворную деятельность по созданию современного, востребованного, высококачественного информационного продукта — журнала «Строительные материалы», который активно способствует продвижению в жизнь передовых научных идей в области строительных технологий. Это подтверждает в том числе многолетнее эффективное сотрудничество журнала и фирмы «Эверест».

Желаем коллективу редакции успешного продолжения столь нужной для российского производителя издательской деятельности, а каждому работнику лично — здоровья, бодрости и оптимизма, многих лет жизни, исполнения всех желаний!

**Директор ООО «Эверест»
Заместитель директора
по строительству
Заместитель директора
по производству**

Е.Н. Овчинников

А.Б. Тобольский

В.А. Петров

УДК 666.973.6

Л.Д. ШАХОВА, канд. техн. наук, Е.С. ЧЕРНОСИТОВА, инженер,
Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

Ускорение твердения пенобетонов

Качество пенобетонных изделий зависит от множества факторов, одним из основных является правильно подобранный режим твердения пенобетонных изделий. Вопросу твердения пенобетонов в настоящее время не уделяется должного внимания. Как правило, на производстве для увеличения оборачиваемости форм выбирают ускоренный режим. Многие производители пенобетонов решают этот вопрос самостоятельно путем ввода ускоряющих добавок или путем пропаривания пенобетонов, опираясь на опыт тепловлажностной обработки тяжелых бетонов.

Исследования, проведенные в 50-х годах и подробно описанные в технической литературе [1–2], свидетельствуют, что не все закономерности, установленные для пропаривания тяжелых бетонов, применимы для легких бетонов со средней плотностью ниже 1000 кг/м³. Авторы указывают также, что плотность изделий очень сильно, но не однозначно влияет на прочность легких и ячеистых бетонов.

Нормальный ход процесса формирования физической структуры твердения пенобетона, содержащего от 50 до 80% пор по объему, могут нарушить следующие факторы: давление воздуха в порах; миграция воды под влиянием температурного градиента, приводящая к деструктивным явлениям и влажностной усадке массива; различие коэффициентов термического расширения компонентов пенобетонной смеси; набухание материала при конденсации пара на его поверхности.

Рассмотрим кратко общие представления о тепловой обработке пенобетонов и процессах гидратации цемента.

Структурообразование в твердеющем бетоне при нагреве является комплексным противоречивым процессом, состоящим из конструктивных и деструктивных процессов. Определяющими деструктивными процессами являются:

тепло- и массообмен во влажных пористо-капиллярных телах и напряжения, вызываемые температурным расширением материала.

В раннем возрасте при нагреве твердеющего пенобетона возникают миграционные потоки воды по направлению теплового потока. Эти потоки под избыточным давлением, возникающим в порах материала, вызывают нарушение структуры твердеющего пенобетона.

Аналогично тепловой обработке тяжелых бетонов для пенобетонов можно выделить четыре основных периода.

Первый период – пенобетонная смесь до прогрева. Температура воздуха в пузырьках одинаковая, равная температуре смеси. Избыточное давление воздуха в пузырьках зависит от размера пузырьков, их количества и поверхностного натяжения пенообразователя.

Второй период – нагрев изделий до температуры изотермического прогрева. В прогреваемой конструкции возникает температурный градиент. Температура воздуха в пузырьках в поверхностном слое выше, чем в пузырьках, находящихся в центральной части массива. При прочих равных условиях избыточное давление на стенки межпоровых перегородок направлено от поверхности к центру. Величина давления определяется величиной температурного градиента, размером конструкции по направлению прогрева, размером воздушных пузырьков и их количеством. Чем ниже проектная плотность пенобетона, тем ниже его теплопроводность, тем выше температурный градиент.

Третий период – выравнивание температуры по сечению конструкции и изотермический прогрев. Температура и давление воздуха в пузырьках по сечению массива медленно выравниваются, но давление в порах больше первоначальных. В этот момент в верхних слоях может происходить прорыв воздуха из пор и образование открытых пор. Стойкость

каркаса смеси, противостоящая прорыву воздушных пузырьков, зависит от прочности структуры цементного камня в межпоровых перегородках, достигнутой до нагрева.

Четвертый период – охлаждение изделий до температуры окружающей среды. В этот период температурный градиент меняет свое направление – от центра к поверхности. Идет быстрое снижение давления в верхних слоях изделий.

Изменение температурного градиента сопровождается массопереносом. Влажностный режим в прогреваемой конструкции значительно влияет на величину и направление потенциала переноса жидкой фазы. Совпадение направлений температурного и влажностного градиентов вызывает рост интенсивности потока мигрирующей влаги.

В первый период прогрева при наличии температурного градиента по сечению образца влага мигрирует по направлению теплового потока: от поверхности к центру. При этом пар конденсируется на открытой поверхности изделий и перувлажняет ее. Конденсация пара происходит и внутри пор материала. Обводнение пенобетона сопровождается увеличением его массы на 2–4% и объема. Увеличение объема, вызываемое осмотическими силами набухания цементного геля, происходит очень быстро: уже через 1–5 мин оно достигает максимума.

При набухании происходит нарушение структуры. Это набухание может быть тем меньше, чем больше предварительная выдержка пенобетона перед тепловлажностной обработкой. Конденсация пара на поверхности будет происходить до тех пор, пока температура поверхности изделий не станет больше температуры точки росы для окружающей паровоздушной смеси.

Влияние защиты от увлажнения конденсатом на интенсивность деструкции изделий не изучалось [3]. Как указывают авторы, укрытие образцов полиэтиленовой пленкой незна-

Номер режима	Режим тепловлажностной обработки			
	Предварительная выдержка, ч	Подъем температуры, ч	Экзотермическая выдержка, ч	
1 2 3	1	3	0 1 3	
4 5 6			3	0 1 3
7 8 9				24
10	Твердение при температуре $20 \pm 2^\circ\text{C}$ и относительной влажности $>90\%$			

чительно изменяло температурный режим в них, но резко снижало внутренние избыточные давления в первый период прогрева, что повысило прочность образцов на 10–23%.

К концу прогрева при выравнивании температуры по сечению воздействие давления на жидкость меняется и жидкость мигрирует от центра к поверхности. В этот период более высокая температура пенобетона по сравнению с температурой среды вызывает испарение воды до 30% от общего количества, ухудшение структуры за счет влажностной усадки, особенно по ребрам и углам блоков, снижение физико-механических свойств бетона.

При тепловой обработке в результате температурного расширения бетон увеличивается в объеме. При этом каждый материал, входящий в состав бетона, имеет свой коэффициент температурного расширения. В температурном интервале от 0 до 60°C коэффициент температурного расширения кварца, по данным Джонсона и Парсона, составляет $12 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$, что очень близко по значению к цементному камню, поэтому в пенобетонах температурное расширение твердых компонентов не должно приводить к созданию напряжений. По данным З. Рейндорфа [2], коэффициенты объемного расширения при температуре от 60 до 80°C (в $10^{-6} \text{ м}^3/\text{м}^3 \cdot ^\circ\text{C}$) равны:

- влажный воздух 4000–9000;
- вода 520–640;
- затвердевший цементный камень 40–60.

Температурное расширение воды не должно вызывать значительных деструкций цементных перегородок, поскольку абсолютный прирост объема жидкости при 40 – 70°C составляет 0,66–0,75% и эта избыточная вода свободно может размещаться в воздушных порах материала.

В начальный период процесса нагревания свежесформованного пенобетона заключенный в его порах воздух расширяется по закону Гей-Люссака в 1,2–1,3 раза и оказывает давление на стенки пор. Величина давления расширяющегося в порах воздуха при 40 – 70°C и влажности пенобетонной смеси 30–40% составляет около 0,02 МПа, т. е. соизмерима с микронапряжениями в структуре пенобетона.

Из технологии пропаривания тяжелых бетонов известно, что именно в период разогрева, а также охлаждения температурное поле в изделиях отличается наибольшей неравномерностью, значительной разницей температур по сечениям.

В [1] приведены результаты распределения температуры при пропаривании блоков размером

2390×1390×350 мм, изготовленных из керамзитобетона средней плотностью 900–950 кг/м³, сравнимой с плотностью пенобетонных изделий.

Результаты этих исследований приведены на рис. 1, из которого видно, что прогрев блока из керамзитобетона идет медленно и в центре его температура достигает температуры в камере только через 6 ч пребывания в ней. В этих опытах после 10 ч пропаривания блоки вынимали из камеры и оставляли в помещении цеха при температуре окружающего воздуха 10–19°C. При этом было отмечено, что температура в центре блока, несмотря на сравнительно низкую температуру помещения, продолжала повышаться и доходила до 88°C . Температура порядка 80°C в центре блока держалась около 6 ч, затем медленно понижалась примерно на 2–3°C в час.

Это можно объяснить следующими явлениями. Процесс нагрева изделий из цементного бетона обязательно сопровождается тепловыделением цемента при его гидратации. В процессе пропаривания после 3 ч начался активный автокаталитический процесс гидратации цемента, в результате которого выделившееся тепло пошло на разогрев массива блока. Даже после окончания процесса подвода тепла к образцу за счет низкой теплопроводности самого материала процесс остывания длился продолжительное время. Процесс тепловыделения зависит от температуры твердеющего бетона, минералогического состава и тонкости помола самого цемента, удельного его расхода на 1 м³.

Быстрый процесс нагрева опасен для конструктивно-теплоизоляционного пенобетона со средней плотностью ниже 900 кг/м³, когда цемент еще не успел сформировать достаточно прочный камень. Наибольшее изменения в структуре возникают, если нагрев начинается

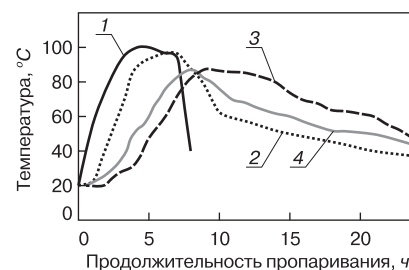


Рис. 1. Распределение температур в блоке керамзитобетона средней плотностью 900 кг/м³ при пропаривании. Температура 1 – среды в камере, 2, 3, 4 – нижней поверхности, в центре, верхней поверхности блока соответственно

сразу же после окончания формирования изделия, когда температурные деформации ничем не ограничены. При этом чем быстрее растет температура в массиве бетона, тем больше разрушается его структура и увеличивается остаточная деформация. В течение первого часа необходимо, чтобы скорость нагрева массива не превышала 5–6°C/ч. Медленный разогрев пенобетона позволит избежать резкого нарастания деструктивных напряжений, возникающих в результате давления воздуха в порах. В дальнейшем скорость нагрева может быть повышена.

Большое влияние на процессы структурообразования в пенобетоне оказывает температура и время изотермической выдержки. Длительность изотермической выдержки изделий определяется скоростью их упрочнения и ограничивается временем, за которое изделия приобретают минимальную расплывчатую прочность. Это время зависит от температуры, состава пенобетонной смеси, а также от плотности свежесформованного массива.

Как указывает [1], пористые бетоны очень медленно нагреваются за счет своей низкой теплопроводности, но и медленно отдают тепло, поэтому авторами предлагается для ТВО пористых бетонов при достижении температуры изотермичес-

Клинкерные минералы	Количество тепла, кДж/кг минерала, выделяемого при твердении за время, сут				
	3	7	28	90	180
Трехкальциевый алюминат $3\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3$	591	662	838	930	1026
Трехкальциевый силикат $3\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$ (алит)	406	461	486	520	565
Четырехкальциевый алюмоферрит $4\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3\cdot\text{Fe}_2\text{O}_3$	176	251	377	415	–
Дикальциевый силикат $2\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$ (белит)	63	105	168	197	230

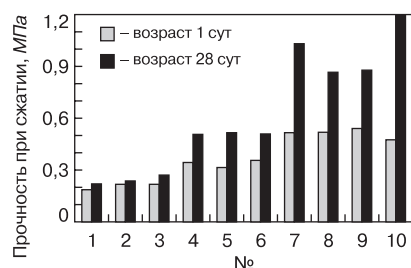


Рис. 2. Влияние режима ТВО на прочность пенобетона

кой выдержки просто отключать подачу тепла, а твердение будет идти за счет аккумулированного тепла в теле бетона и изотермического тепла процесса гидратации.

Нами изучалось влияние режима твердения на прочностные показатели пенобетона со средней плотностью 300 кг/м^3 , изготовленного из портландцемента ПЦ550-Д0 без заполнителя. Из переменных факторов исследовались длительность выдержки до пропаривания и время изотермической выдержки. Температура в тепловой камере была 80°C , образцы в камере находились в металлической форме. Режимы ТВО представлены в табл. 1.

Результаты по влиянию режима тепловой обработки на прочность пенобетона представлены на рис. 2.

Как показывают результаты, самую низкую прочность имели образцы, которые после часовой выдержки в нормальных условиях были подвергнуты тепловой обработке. Эта прочность составляла всего 17% от максимальной прочности, достигнутой образцами при твердении по режиму 7.

Следует отметить, что образцы, пропаренные по режимам 1–3, имели сильные деформативные изменения из-за низкой первоначальной прочности цементного камня в межпоровых перегородках. Поверхность образцов была вспученной, на поверхности были видны трещины. Ве-

роятно, разрыхление структуры привело к быстрому высыханию образцов из-за повышенного теплообмена через возникшие трещины в межпоровых перегородках, что привело к понижению прочности.

Таким образом, результаты показывают, что наилучшим режимом ТВО для пенобетонов является доведение температуры в камере до $80\text{--}90^\circ\text{C}$ без экзотермической выдержки с предварительной выдержкой после заливки в естественных условиях в течение 24 ч (режим 7-0). Режимы 8 и 9 не давали значительного повышения прочности с увеличением времени экзотермической выдержки, а в возрасте 28 сут прочность образцов не достигала прочности образцов, подвергнутых обработке по режиму 7. Вероятно, длительная выдержка при высокой температуре ослабляла прочность межпоровых перегородок из-за интенсивного теплообмена. Суточная прочность образцов, твердеющих в нормальных условиях без тепловой обработки, была незначительно ниже, чем после ТВО, но в 28-суточном возрасте она превосходила прочность образцов после ТВО.

Особое внимание необходимо уделять режиму охлаждения изделий после тепловой камеры. Именно при охлаждении возникают наибольшие температурные градиенты, приводящие к заметным деструктивным изменениям. В период остывания изделий температурные градиенты в теле изделий вызывают усадочные напряжения, связанные как с процессом высыхания (влажностная усадка), так и с температурной усадкой. Все это обуславливает образование поверхностных или сквозных трещин, т. е. необратимых макродефектов. Наоборот, микроструктура пенобетона в этом случае должна страдать значительно меньше, чем в начальный период тепловой обработки.

Процессы деструкции в твердеющем пенобетоне при нагреве являют-

ся одной из причин снижения качества пропаренных изделий. Таким образом, усадочные явления и высокая пористость пенобетона оказываются решающими факторами, вызывающими нарушение структуры цементного камня при пропаривании.

Известно, что структура цементного камня, сложившаяся при схватывании пенобетона, предопределяет при прочих равных условиях физико-механические свойства изделий. Но как установили авторы [7], на свойства цементного камня после тепловой обработки влияет не столько фазовый состав продуктов гидратации, сколько физические изменения в структуре, которые вызываются тепловым расширением составляющих бетона.

Процесс твердения пенобетона на портландцементных определяется главным образом следующими факторами:

- скоростью и глубиной гидратации цемента;
- составом гидратных новообразований;
- структурой и плотностью пенобетона.

Скорость и глубина гидратации цемента в соответствии с положениями физической химии зависит от минералогического состава цемента, т. е. массовой доли содержащихся основных клинкерных минералов и количества гипса; тонкости помола; содержания технологических добавок (ускорителей, пластификаторов); водоцементного отношения и температуры среды.

Скорость процесса гидратации отдельных клинкерных минералов в нормальных условиях и при повышенных температурах несколько отличается. По набору прочности при твердении в нормальных условиях в возрасте 28 сут минералы образуют следующий ряд: $\text{C}_3\text{S} > \text{C}_4\text{AF} > \text{C}_3\text{A} > \text{C}_2\text{S}$. При повышенных температурах самую высокую абсолютную прочность имеют образцы из минерала C_4AF , за-

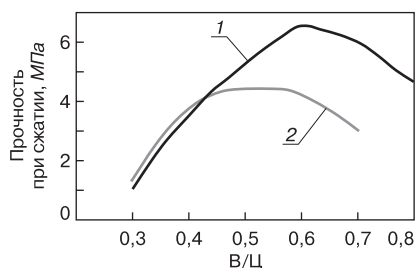


Рис. 3. Зависимость прочности крупнопористого бетона от В/Ц и режима твердения: 1 — при нормальном твердении, 2 — после пропаривания

тем из C_3S . Образцы из C_3A практически не имеют никакой прочности. Это связано с тем, что при температурах выше $25^{\circ}C$ трехкальциевый алюминат при твердении образует кубический шестиводный гидроалюминат кальция $3CaO \cdot Al_2O_3 \cdot 6H_2O$, обладающий незначительной прочностью. Относительная прочность образцов из основного клинкерного минерала трехкальциевого силиката C_3S после пропаривания составляет всего 45%, т. е. активность его используется незначительно. В зависимости от содержания в клинкере трехкальциевого алюмината в соответствии с ГОСТ 10178–85 «Портландцемент» и шлакопортландцемент» все цемента делят на три группы по активности пропаривания: 1-я группа — низкоалюминатные; 2-я — среднеалюминатные; 3-я — высокоалюминатные. Скорость твердения цементов 1-й группы максимальна, цементов 3-й группы — минимальна. По содержанию двух клинкерных минералов алита и трехкальциевого алюмината авторы [4] делят цементы по эффективности влияния ПАВ на свойства растворов и тяжелых бетонов: 1-я группа — $C_3A < 6$ мас. %, $C_3S > 50$ мас. %; 2-я группа — C_3A 7–10 мас. %, $C_3S > 40$ мас. %; 3-я группа — $C_3A > 10$ мас. %, $C_3S < 40$ мас. %.

Как показывают наши исследования, такой же принцип деления по эффективности применим для цементов в технологии пенобетонов, так как трехкальциевый алюминат на своей поверхности хорошо адсорбирует молекулы пенообразователя, что снижает эффективность поризации цементного раствора [5]. Наиболее эффективными для изготовления пенобетонов являются цементы 1-й группы с высоким содержанием алита и низким содержанием трехкальциевого алюмината, что обеспечивает достаточно быстрые сроки схватывания и интенсивное тепловыделение при гидратации при правильно выбранном тепловлажностном режиме схватывания и твердения. Наилучшие результаты при изготовлении теплоизоляционных пенобетонов

со средней плотностью ниже 500 кг/м^3 можно получить при использовании быстротвердеющих и высокопрочных цементов с содержанием алита 60–65 мас. % и тонкостью помола до $400 \text{ м}^2/\text{кг}$.

В процессе гидратации цемент выделяет значительное количество тепла именно в момент схватывания. Кинетика тепловыделения основных клинкерных минералов приведена в табл. 2 [6].

Технологические добавки могут как ускорять процесс схватывания и твердения, так и замедлять его. Наиболее известный ускоритель твердения — хлористый кальций ускоряет процесс тепловыделения цемента в два раза в тяжелых бетонах, твердеющих при нормальных температурах. В образцах, предварительно разогретых до 50 и $80^{\circ}C$, добавка $CaCl_2$ не оказала никакого влияния на величину и время достижения максимальной температуры экзотермии [1]. Как показали наши исследования, введение пенообразователей несколько сдерживают процесс тепловыделения цемента. Так, тепловыделение поризованного цементного камня на синтетическом пенообразователе снизило интенсивность тепловыделения в первоначальный срок на 14–20%.

Влияние тонины помола цемента на процесс тепловыделения исследовалось в ряде работ [2, 7, 8]. Было установлено, что теплота гидратации цемента за первые 10 ч увеличивалась более чем в 2 раза при повышении степени дисперсности цементного порошка с 350 до $600 \text{ м}^2/\text{кг}$. То есть за первые трое суток твердения при нормальных условиях удельное тепловыделение увеличивается примерно на $4,2 \text{ кДж/кг}$ цемента при увеличении удельной поверхности на $1,8 \text{ м}^2/\text{кг}$. Товарные портландцементы выпускают с удельной поверхностью $280\text{--}320 \text{ м}^2/\text{кг}$. Таким образом, повышение удельной поверхности с 280 до $320 \text{ м}^2/\text{кг}$ может повысить тепловыделение на 90 кДж/кг цемента.

Наиболее полно гидратация протекает у цементного теста с высоким водоцементным отношением, так как вода, удерживаемая в пенных пленках, вода заполнения пор геля и сорбированная вода не участвуют в процессе гидратации. Влияние водоцементного отношения на примере крупнопористого бетона показано на рис. 3 [1].

Как видно, крупнопористые бетоны с увеличением водоцементного отношения в процессе пропаривания увеличивают свою прочность. Это связано с тем, что в процессе твердения при повышении температуры особенно для поризо-

ванных бетонов происходит сильное высыхание образцов, вплоть до полного обезвоживания, что может в дальнейшем прекратить процесс твердения. Обычно пенобетонные смеси в зависимости от проектной средней плотности имеют В/Ц = $0,38\text{--}0,6$. Такое количество воды в смеси необходимо для получения пеноцементной массы определенной подвижности, так как часть воды уходит на смачивание цементных и песчаных частиц, а часть воды удерживается пенными пленками. Чем ниже средняя плотность пенобетона, тем больше воды удерживается пенной структурой.

Указанные особенности процесса ускорения твердения пенобетонов необходимо учитывать при выпуске конструкционных пенобетонов со средней плотностью выше $800\text{--}900 \text{ кг/м}^3$. При выпуске пенобетонов со средней плотностью ниже 600 кг/м^3 не рекомендуется прибегать к тепловой обработке изделий. Как правило, пенобетоны такой низкой плотности изготавливают без применения заполнителя на высокоактивных быстротвердеющих цементах. Расход цемента на 1 м^3 пенобетона составляет в зависимости от плотности до 520 кг/м^3 при В/Ц = $0,4$. При таком высоком содержании цемента тепловыделение может достигать $167\text{--}210 \text{ кДж}$ на 1 м^3 бетона, что равносильно повышению температуры пенобетона на $70\text{--}90^{\circ}C$.

Как показывает практика выпуска пенобетонов со средней плотностью $400\text{--}500 \text{ кг/м}^3$ на быстротвердеющем цементе ОАО «Осколцемент», при твердении изделий температура в центре блоков с размерами $1300 \times 1300 \times 600 \text{ мм}$ повышалась до $70\text{--}90^{\circ}C$. Цемент характеризовался содержанием 62 мас. % алита и 6,4 мас. % трехкальциевого алюмината. Повышение температуры массивных пенобетонных блоков до таких значений отмечалось после выдерживания их в форме 8–12 ч даже без тепловой обработки.

Как правило, при изготовлении пенобетонов это тепловыделение при гидратации цемента не используется рационально. Обычно изделия из пенобетона твердеют в металлических формах в условиях неотопляемого цеха с открытой поверхностью. Стенки формы за счет высокой теплопроводности быстро отводят тепло от прилегающих слоев пенобетона. Для сравнения коэффициент теплопроводности металла при температуре $80^{\circ}C$ равен $57 \text{ Вт/(м}^{\circ}C)$, коэффициент теплопроводности пенобетона средней плотности 400 кг/м^3 — $0,1 \text{ Вт/(м}^{\circ}C)$. Кроме того, большая разница температур в цехе и в массиве (за счет

саморазогрева) ведет к быстрому высыханию изделий, особенно с открытых поверхностей. Изделия могут потерять в зависимости от плотности от 30 до 40 % всей воды. Миграция влаги может привести к возникновению направленной капиллярной пористости, а высыхание – к микронапряжениям (влажностная усадка). Особенно это заметно, когда пенобетонные блоки после распалубливания находятся в цехе.

Наилучшие условия для твердения пенобетонов низкой плотности создаются в камерах термосного типа. При этом в первоначальный период цемент в межпоровых перегородках будет набирать прочность, необходимую для противодействия расширяющегося воздуха. Тепловыделение цемента начинается после 6–8 ч твердения. Выделяющегося при гидратации цемента тепла вполне хватит для саморазогрева массива без дополнительного подвода тепла извне. Кроме того, за счет своей низкой теплопроводности материал может долго сохранять тепло внутри массива.

Время выдержки в тепловой камере должно подбираться в зависимости от проектной средней плотности и вида используемого цемента. После выдержки в тепловой камере пенобетон все еще будет нуждаться в правильном уходе. Быстрое

высыхание открытых поверхностей, ребер и углов блоков ведет к образованию микротрещин, в дальнейшем к их откалыванию. Опасно хранить блоки в проветриваемых помещениях, на открытом складе, при попадании прямых солнечных лучей.

Негативные влияния указанных явлений можно снизить, если сразу после укладки пенобетонной смеси в форму ее укрыть полиэтиленовой пленкой, которая предотвратит высыхание изделий с поверхности, конденсацию влаги из паровоздушной смеси, ускорит достижение точки росы, снизит миграционные процессы и потери тепла из пенобетонной смеси.

Для получения качественных изделий при назначении режима твердения пенобетонов каждому предприятию следует учитывать данные рекомендации и опытным путем подбирать режимы с учетом используемого сырья, проектной средней плотности, климатических условий и возможностей технологических переделов.

Список литературы

1. *Миронов А.С., Малинина Л.А.* Ускорение твердения бетона. Пропаривание бетона в заводских условиях. М.: Гостройиздат. 1961. 224 с.
2. Труды Международной конференции по проблемам ускорения твердения бетона при изготовле-

нии сборных железобетонных конструкций (РИЛЕМ). М.: Стройиздат. 1968. 400 с.

3. *Горайнов К.Э., Векслер Е.С.* Деструкция в твердеющем бетоне раннего возраста при нагреве и способы уменьшения ее интенсивности / Тр. Междунар. конф. по проблемам ускорения твердения бетона при изготовлении сборных железобетонных конструкций (РИЛЕМ). М.: Стройиздат. 1968. С. 56–63.
4. *Феднер Л.А., Никифоров Ю.В.* Роль цемента в формировании свойств бетонных смесей и бетонов // Цемент и его применение. 2001. № 6. С. 29–31.
5. *Шахова Л.Д., Рахимбаев Ш.М., Черноситова Е.С., Самборский С.А.* Роль цемента в технологии пенобетонов // Строит. материалы. 2004. № 6.
6. Справочник по химии цемента / Под ред. Б.В. Волконского и Л.Г. Судакаса. Л.: Стройиздат. 1980. С. 181.
7. *Кравченко И.В., Власова М.Т.* О структуре цементного камня при ускоренном пропаривании // Тр. НИИЦемент. 1960. № 8.
8. *Шейкин А.Е.* Специальные цементы для гидротехнического бетона / В сб. тр. МИИЖД. М.: 1964. Вып. 191. С. 85–109.



Вторая Всероссийская международная конференция по бетону и железобетону



**«Бетон и железобетон – пути развития»
и 59 Ассамблея международного союза
по испытаниям строительных материалов,
систем и конструкций (RILEM)**

5–9 сентября 2005 г. Москва

Конференция организуется при содействии Международной федерации по железобетону FIB, Европейской организации по готовым бетонным смесям – ERMCO, Американского института бетона – ACI, проектных и исследовательских организаций и вузов.

В программе мероприятий:


пленарные заседания с докладами ведущих российских и иностранных специалистов в области бетона и железобетона, работа по секциям, стендовые доклады, круглые столы, выставка; заседания технических комитетов RILEM, Технический день RILEM.

Дополнительную информацию можно получить на сайтах
www.conf.niizhb.ru www.rilem.org www.ermco.org

Информационный спонсор конференции журнал
«Строительные материалы»®

Оргкомитет

Телефон/факс: (095) 174-76-65, 174-79-07
E-mail: yvs@niizhb.ru



к 75-летию СибАДИ

Международно-практическая конференция
**Качество. Инновации. Наука.
Образование. (КИНО)**

Омск, 15–17 ноября 2005 г.

Организаторы конференции

Министерство образования и науки РФ, Федеральное агентство по образованию, Министерство транспорта РФ, Федеральное дорожное агентство, Правительство Омской области, Сибирская государственная автомобильно-дорожная академия.

Тематика конференции

- автомобильные дороги и мосты;
- инновационная деятельность в подготовке специалистов для транспортного комплекса;
- повышение эффективности эксплуатации тепловых двигателей, автомобилей и энергетических установок;
- инновационные технологии в строительном, дорожном и коммунальном машиностроении;
- пути повышения эффективности проектирования и строительства зданий и сооружений;
- инновационные проблемы экономики и управления;
- проблемы качества и надежности информационных систем;
- системы менеджмента качества в образовании и науке.

Оргкомитет

644080, г. Омск, проспект Мира, 5
Ответственный секретарь В.И. Тюнева
Тел.: (3812) 65-23-45, 65-01-45, 65-07-55
e-mail: zavyalov_am@sibadi.org, chernikova_ov@sibadi.org

А.С. КОРОЛЕВ, канд. техн. наук, Е.А. ВОЛОШИН, инженер,
Б.Я. ТРОФИМОВ, д-р техн. наук, Южно-Уральский
государственный университет (Челябинск)

Повышение прочностных и теплоизоляционных свойств ячеистого бетона путем направленного формирования вариатропной структуры

Конструкционно-теплоизоляционные ячеистые бетоны являются одним из видов строительных материалов, который пользуется растущим спросом на современном рынке. Поэтому вопросы, связанные с повышением стабильности качества ячеистого бетона и его эксплуатационных свойств без значительного роста себестоимости, являются актуальными с экономической и научной точек зрения.

Создание вариатропных ячеистых структур — структур переменной плотности в рабочем сечении изделия — является одним из научных направлений, позволяющим без увеличения материалоемкости и технологических затрат повысить эксплуатационные свойства изделий. Материалоемкость в данном случае определяется средней плотностью изделия.

Эффективная ячеистая структура должна обладать определенным размером и морфологией пор, значения которых выявлены множеством результатов научных исследований [1, 2] и сведены к единым принципам. Вместе с тем вопрос однородности распределения пор в ячеистой структуре является неоднозначным, так как, по данным А.Н. Чернова [3], при заданном переменном содержании пор по рабочему сечению изделия (вариатропии) наблюдается улучшение теплофизических свойств при сохранении средней плотности материала и механических свойств.

В предварительных работах авторами была получена зависимость прочности при сжатии ячеистого бетона от параметров структуры:

$$R_{сж} = \frac{2R_{неп} \left(D \left(1 + \frac{B}{C} \rho_{ц} \right) \right)^2}{3k_a \left(6,9\rho_{ц} - 5D \left(1 + \frac{B}{C} \rho_{ц} \right) \right)} = \frac{2R_{неп} (D/\rho_{цк})^2}{3k_a (6,9\rho_{ц} - 5D/\rho_{цк})}, \quad (1)$$

где $R_{неп}$ — прочность межпоровой перегородки при растяжении и изгибе, МПа; D — средняя плотность ячеистого бетона, кг/м³; B/C — водоцементное отношение; $k_a = 0,95$ — коэффициент арочного строения межпоровой перегородки;

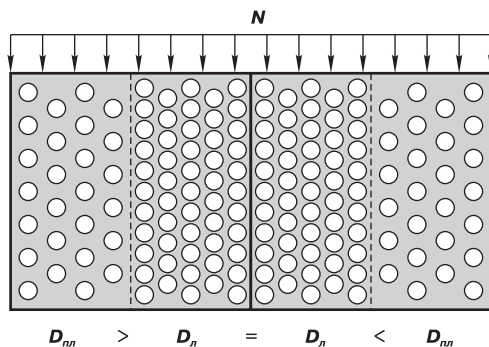


Рис. 1. Модель нагружения вариатропной ячеистой структуры

$\rho_{ц}$ — приведенная плотность цемента, равная $\rho_{ц} = \rho_{ц ист} / \rho_{в}$, где $\rho_{ц ист}$ — истинная плотность цемента, $\rho_{в}$ — плотность воды; $\rho_{цк}$ — плотность цементного камня, кг/м³.

Данная зависимость включает в качестве фактора показатель средней плотности, поэтому не учитывает возможность вариатропии структуры — сохранение средней плотности оставляет неизменным значение функции. Поэтому для прогнозирования прочности вариатропной структуры следует предложить ее расчетную модель.

Расчетная модель представляет собой симметричную ячеистую структуру с переменной плотностью в одном направлении за счет последней изменения содержания пор в объеме материала при неизменном составе матричного компонента (рис. 1).

Такую структуру недостаточно характеризовать величиной средней плотности

$$D = \frac{(D_{nn} + D_n)}{2}, \quad (2)$$

но необходимо приводить характеристику степени ее вариатропности:

$$k_{вар} = \frac{(D_{nn} - D_n)}{D}, \quad (3)$$

где D_{nn} — плотность менее пористой части (плотный слой) $D_{nn} > D$; D_n — плотность легкого слоя вариатропной ячеистой структуры $D_n < D$.

Экспериментальные исследования показали, что разнородные слои в составе одного образца при нагружении работают отдельно, то есть более легкие слои при превышении их несущей способности сминаются, откалываются и вся нагрузка перекладывается на самые плотные слои. При возрастании степени вариатропности толщина несущего слоя пропорционально сокращается. Вариатропную ячеистую структуру можно условно разделить на легкий и плотный слои, причем прочность вариатропного бетона определяется прочностью слоя с плотностью выше средней плотности образца:

$$R_{вар} = \frac{N}{S} = R_n k_{сл}, \quad (4)$$

где N — разрушающая нагрузка; R_n — прочность плотного слоя; $k_{сл} = S_n/S = 1 - 1,2k_{вар}$; S_n — площадь плотного слоя; S — площадь образца.

Исходя из этого в зависимость прочности при сжатии вариатропного ячеистого бетона должны быть введены масштабный фактор и степень вариатропности:

$$R_{вар} = \frac{2k_{сл} R_{неп} \left(k_{вар} + 1 \right) D \left(1 + \frac{B}{C} \rho_{ц} \right)^2}{3k_a \left(6,9\rho_{ц} - 5(k_{вар} + 1) D \left(1 + \frac{B}{C} \rho_{ц} \right) \right)}. \quad (5)$$

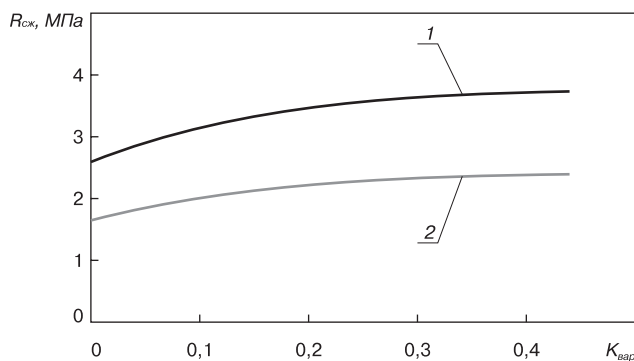


Рис. 2. Зависимость прочности полистиролбетона (1) и пенобетона (2) от коэффициента вариатропности

Изменение прочности вариатропного бетона относительно однородного составит:

$$\frac{R_{вар}}{R_{с.ж}} = \frac{k_{сд}(k_{вар} + 1) \left(6,9\rho_{ц} - 5D \left(1 + \frac{B}{C} \rho_{ц} \right) \right)}{6,9\rho_{ц} - 5(k_{вар} + 1)D \left(1 + \frac{B}{C} \rho_{ц} \right)}. \quad (6)$$

Для случая линейного изменения плотности вариатропной ячеистой структуры при средней плотности в диапазоне 500–700 кг/м³ для конструкционно-теплоизоляционных ячеистых бетонов зависимость можно представить в виде:

$$\frac{R_{вар}}{R_{с.ж}} = \frac{(-1,2k_{вар})(k_{вар} + 1)(21,2 - 5D(1 + 3,2B/C))}{21,2 - 5(k_{вар} + 1)D(1 + 3,2B/C)}. \quad (7)$$

Апробация полученной модели была проведена экспериментально путем создания вариатропных и однородных образцов цементного полистиролбетона, в котором роль ячеек выполняли гранулы невспученного полистирола фракции 0,315–1,25 мм. Поскольку в модельном эксперименте невозможно создать плавное изменение плотности по сечению образца, создание вариатропной структуры обеспечивалось послойной заливкой единичных слоев различной средней плотности. Таким образом, были получены образцы размером 7,07×7,07×7,07 см с шестью слоями, причем плотность каждого последующего слоя была больше предыдущего. Шаг изменения плотности задавался исходя из требуемого по эксперименту коэффициента вариатропии. Плотность слоя регулировалась расходом цемента от 300 до 1000 кг/м³ с условием обеспечения средней плотности полистиролбетона 600 кг/м³. В результате была получена зависимость в возрасте 28 сут прочности образцов от степени вариатропности бетона, сочетающаяся с математической моделью со степенью корреляции 0,98.

Полученная зависимость показывает возможность повышения прочностных свойств на 20–25% при формировании вариатропной ячеистой структуры со степенью вариатропности 0,3–0,4. При превышении значения степени вариатропности 0,5 ячеистое изделие становится нетехнологичным, плохо распалубивается и транспортируется с образованием околослойных трещин.

В технологии ячеистых изделий вариатропность может достигаться различными способами. В технологии газобетона таким способом является прикатывание

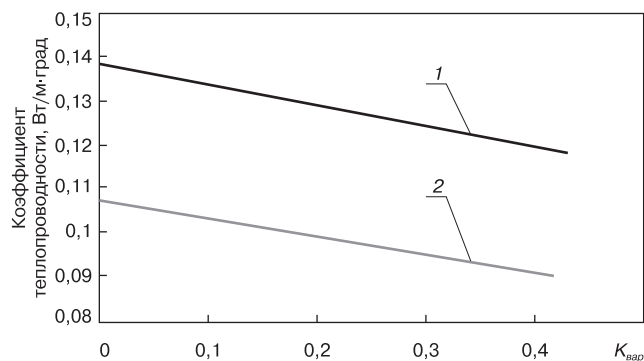


Рис. 3. Зависимость коэффициента теплопроводности полистиролбетона (1) и пенобетона (2)

горбушки, образующейся при вспучивании растворной массы. В технологии пенобетона к способам придания вариатропности относятся: послойная заливка, посыпание сухими материалами поверхности пенобетонной массы, введение в пену осаждающихся частиц заполнителя фракции более 2,5 мм, введение в верхние слои отформованных пенобетонных изделий дополнительного количества пены. Последние два способа позволяют получить вариатропный пенобетон с плавным изменением плотности, и их новизна подтверждена патентом [4].

Апробация вариатропной модели на пенобетоне сочетается с данными, полученными на полистиролбетоне (рис. 2), также демонстрируя возможность значительного повышения прочности.

Исследование теплофизических свойств вариатропного пенобетона показало повышение термического сопротивления с ростом степени вариатропности на 20–25% (рис. 3).

Направленное формирование вариатропной структуры ячеистых изделий позволяет значительно повысить их эксплуатационные свойства. При постоянной средней плотности в сравнении с однородным ячеистым бетоном прочность при сжатии может быть повышена на 20–25%, прочность при изгибе на 25–30%, термическое сопротивление на 20–25%, снижена усадка изделий на 10–15%.

В промышленном производстве вариатропная структура может быть получена различными технологическими способами, наиболее эффективными являются введение в состав ячеистой массы осаждающихся частиц заполнителя размером до 5–10 мм, введение в верхние слои изделий дополнительного количества пены при перемешивании.

Формирование вариатропной структуры является эффективным направлением повышения качества ячеистых изделий при сохранении их себестоимости.

Список литературы

1. Меркин А.П. Ячеистые бетоны: научные и практические предпосылки дальнейшего развития // Строит. материалы. 1995. № 2. С. 11–15.
2. Королев А.С., Волошин Е.А., Трофимов Б.Я. Оптимизация состава и структуры конструкционно-теплоизоляционного ячеистого бетона // Строит. материалы. 2004. № 3. С. 30–32.
3. Чернов А.Н. Вариатропность. М.: Стройиздат. 1992. 95 с.
4. Патент № 2003116323/03(017396). Королев А.С., Волошин Е.А., Трофимов Б.Я., Шаимов М.Х., Кузьменко С.А. Способ изготовления вариатропных ячеистобетонных изделий. Опубл. 27.12.2004. Бюл. № 36.

Г.Н. ПШЕНИЧНЫЙ, канд. техн. наук,
Кубанский государственный технологический университет (Краснодар)

Влияние циклической вибрации на свойства неавтоклавного пенобетона

В последние годы технология получения пенобетона неавтоклавного твердения приобретает все более широкое распространение в практике строительства. Это связано с высокими технико-экономическими показателями технологии и материала.

В то же время нельзя не отметить ряд проблем, дискредитирующих неавтоклавный пенобетон как строительный материал, усложняющих его безоговорочное распространение и требующих оперативного решения. Неавтоклавный пенобетон характеризуется медленным твердением и низкой конечной прочностью, чем у равноплотного автоклавного газосиликата, значительной влажностной усадкой, высоким трещинообразованием.

Для решения этих вопросов предлагается использование быстротвердеющих вяжущих веществ, химических добавок-ускорителей твердения, тонкодисперсных минеральных наполнителей, волокнистых компонентов, различных активизирующих воздействий (домол цемента, предварительная обработка цементной системы в турбулентных аппаратах, разогрев пенобетонной массы и др.). Перечисленные технические решения, несомненно, дают определенный положительный результат в части интенсификации твердения пенобетона и улучшения его конечных свойств.

В то же время в качестве порообразующей составляющей пенобетона применяют высокомолекулярные органические поверхностно-активные вещества, которые несовместимы с минеральным составом цементного камня. Адсорбируясь на активных точках клинкерных зерен, полярные молекулы ПАВов создают «стерический эффект отталкивания» [1], электростатическое противодействие самоуплотняющимся цементным частицам. Это обстоятельство и оказывает решающее влияние на низкий темп роста структурной прочности пенобетона и ухудшение его конечных свойств.

Свойства неавтоклавного пенобетона зависят от плотности и прочности межпоровых перегородок. В свою очередь, межпоровые перегородки формируются в результате электрохимического взаимодействия цементных минералов с водой затвердения. Несмотря на некоторые специфические условия (часть молекул воды находится в пленкообразующих структурах, повышенное содержание ПАВа, высокоподвижная смесь), нет оснований считать, что механизм твердения вяжущего в данном случае будет отличным от такового обычной цементной системы. Как и для обычных бетонов [2], не последнюю роль в ускорении набора прочности и повышении свойств пенобетона может сыграть направленное вибрационное воздействие. Представляется, что согласованное с кинетикой структурообразования цементного камня циклическое вибрационное уплотнение позволит интенсифицировать твердение, повысить прочность и прочие свойства межпоровых перегородок и пенобетона в целом.

Сразу же возникает сомнение в совместимости поризованной структуры и многократных вибрационных воздействий. Не приведет ли данный технологический прием к разрушению воздушных пор, уплотнению материала, ухудшению его теплозащитных свойств? Конечно, в какой-то степени эти процессы должны иметь место. Однако следует отметить, что бетонные, растворные смеси и цементные тесто даже в условиях вибрирования являются весьма вязкими средами, в связи с чем вряд ли следует

ожидать катастрофического всплытия воздушных пор. Кроме того, поверхность пузырьков воздуха покрыта своеобразной «броней» из отвердевающего цементного клея, что повышает устойчивость поризованной структуры.

Для уточнения эффективности циклического вибрирования твердеющих пенобетонных смесей были проведены специальные экспериментальные работы. Для опытов применяли новороссийский портландцемент М-500 (C_3S – 61%; C_2S – 12; C_3A – 7 и C_4AF – 14%) и пенообразователь «Пенор», изготавливаемый ООО НПП «Флореаль» (г. Краснодар) по ТУ 0258-005-16856335–2003. Предварительно с помощью пружинного пластометра [3] исследовали кинетику структурной прочности непоризованного цементного теста с различными значениями В/Ц и количеством ПАВа, соответствующим его содержанию в пенобетонных смесях. В результате анализа полученных пластограмм назначали время осуществления циклического вибрирования. Затем обычным (раздельным) способом приготавливали пенобетонные смеси, укладывали в формы и тщательно уплотняли на лабораторной виброплощадке. Изготавливали пенобетонные образцы-балочки размером $4 \times 4 \times 16$ см с вибрированием при укладке (контрольный состав) и с различным числом уплотнений в процессе естественного твердения. После виброобработки для предотвращения пересушивания образцы помещали в герметичные полиэтиленовые пакеты и выдерживали до момента испытания.

Пластометрические испытания показали, что водоцементный фактор и введение 0,2–0,25% пенообразователя «Пенор» не оказали заметного влияния на качественную сторону процесса – время наступления конкретных переломных точек (переходных моментов) пластограмм (рис. 1), которые, как и в бездобавочной цементной системе [2], наблюдались циклически, через каждые 90 мин с момента затверения вяжущего водой. Пенообразующая добавка оказала явное количественное влияние: пластифицирующий эффект адсорбированных на клинкерных зернах молекул ПАВа привел к снижению величины пластической прочности в конкретный момент времени (см. пластограммы теста с В/Ц = 0,26 и 0,3).

Таким образом, дополнительные вибрационные воздействия на твердеющие пенобетонные образцы осуществляли через 90, 180 и т. д. минут. Продолжительность уплотнения в каждом из сроков составляла 10–15 с. Были изготовлены образцы с виброуплотнением только при укладке в формы пенобетонной смеси (контроль), а также с двух-, четырехкратной дополнительной вибрацией. Для некоторых составов применяли ускоритель твердения – хлористый кальций в коли-

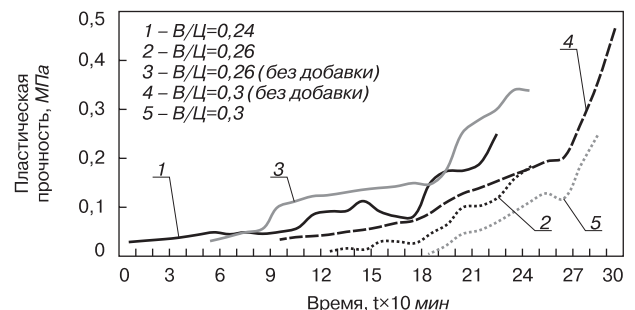


Рис. 1. Кинетика пластической прочности цементного теста различных консистенций без добавки и с пенообразующей добавкой «Пенор»

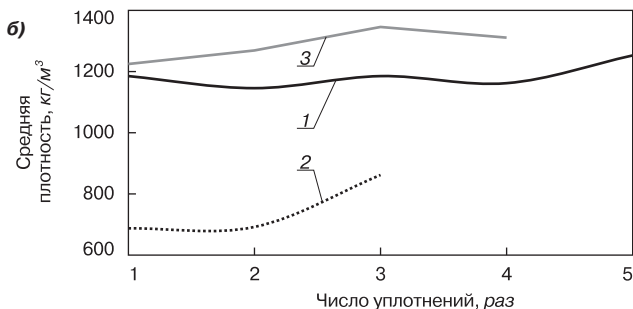
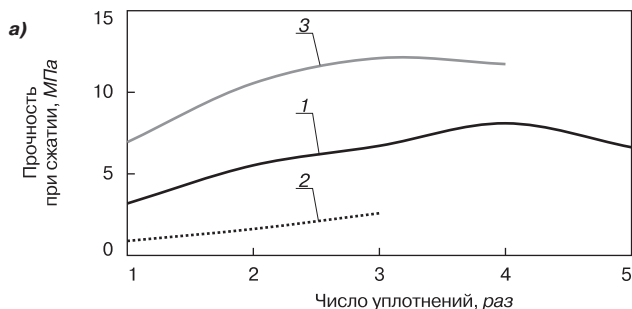


Рис. 2. Влияние циклического вибрирования на свойства неавтоклавного пенобетона без ускорителя (1, 2) и с ускорителем твердения (3)

честве 1% от массы цемента (виброобработку в данном случае производили с интервалом 50 мин).

В 28-суточном возрасте определяли размеры, массу образцов, рассчитывали среднюю плотность, с помощью прессы ПСУ-10 определяли прочность пенобетона при сжатии (рис. 2а).

Как видно из результатов испытаний (рис. 2), циклическое вибрирование позволило на 70–140% повысить прочность пенобетона. При этом средняя плотность конструкционного пенобетона (рис. 2б) практически не изменилась (после трех-четырёхкратного дополнительного уплотнения увеличилась всего на 5–10%); в то же время для конструктивно-теплоизоляционного пенобетона имеет место заметное повышение средней плотности даже после двукратного вибрирования (на 20–25%). Все же, несмотря на неизбежное разрушение пористой структуры вибрационным воздействием и некоторое повышение плотности материала, циклическое вибрирование достаточно эффективно для конструкционного пенобетона.

Представленные экспериментальные работы позволяют сделать следующие выводы.

1. Циклическое вибрирование, согласованное с кинетикой твердения цементной системы, позволяет в значительной степени улучшить качество неавтоклавного пенобетона.
2. Время приложения вибрирования назначается по точкам перелома кинетических кривых пластической прочности цементного теста в плотном (непоризованном) состоянии с конкретным содержанием добавки.
3. Оптимальный режим циклического вибрирования индивидуален для каждого состава пенобетона, уточняется экспериментальным путем при отработке технологии.

Список литературы

1. Ушеров-Мариак А.В., Бабаевская Т.В., Марек Циак. Методологические аспекты современной технологии бетона // Бетон и железобетон. 2002. № 1. С. 5–7.
2. Азелицкая Р.Д., Черных В.Ф., Пшеничный Г.Н. О применении повторного вибрирования в заводской технологии // Бетон и железобетон. 1982. № 4. С. 10–11.
3. Пшеничный Г.Н., Ганин В.П., Шкатуло Г.А. Пластометр пружинный // Бетон и железобетон. 1985. № 4. С. 26.

ТЕХНО НИКОЛЬ

ВСЯКАЯ ПОГОДА БЛАГОДАТЬ

УНИФЛЕКС-ВЕНТ

материал класса
«БИЗНЕС»

Профессионалы «ТехноНИКОЛЬ» отлично знают нужды своих клиентов. Мы разрабатываем спецматериалы для решения спецзадач.

УНИФЛЕКС-ВЕНТ – битумно-полимерный материал для устройства «дышащих» кровель

Встроенная система микровентиляции кровли! Специальные полосы битумного вяжущего на внутренней стороне материала – предотвратят образования пузырей:

- при работах по влажному основанию
- при ремонте старых кровельных покрытий

Продлевает срок службы утеплителя

СБС-модифицированный, кровельный и гидроизоляционный материал

000 "ТехноНИКОЛЬ-Москва", тел. (095) 101-46-16,
000 "Кровля и Изоляция", тел. (095) 783-85-84,
000 "Ремстройкомплект", тел. (095) 105-04-70

WWW.TN.RU

СДЕЛАНО В РОССИИ

Товар сертифицирован

В.М. БЕРТОВ, канд. техн. наук, ведущий научный сотрудник,
П.Ф. СОБКАЛОВ, старший научный сотрудник
ОАО «ВНИИ им. Б.Е. Веденеева» (Санкт-Петербург)

Использование золы-уноса в производстве пенобетона

Для современного состояния технологии строительных материалов характерен переход к интенсивным технологиям, обеспечивающим ускорение процессов.

Портландцемент для приготовления пенобетона должен иметь начало схватывания не позднее 1–2 ч. Это требование диктуется стремлением получить устойчивую ячеистую смесь. В случаях, когда вяжущее не обладает быстрыми сроками схватывания, этого можно добиться введением в состав пенобетонной смеси химических добавок-ускорителей.

В последнее время в качестве заполнителя в производстве пенобетона с успехом начали применять золы тепловых электростанций и металлургические шлаки.

Во ВНИИГ им. Б.Е. Веденеева разработано смешанное вяжущее высокой эффективности, получаемое совместным помолом некондиционной золы Рязанской ГРЭС и цемента в присутствии пластифицирующей добавки. При приготовлении смешанного вяжущего использовался портландцемент марки 400 Михайловского цементного завода, соответствующий требованиям ГОСТ 10178–85, со следующим содержанием основных минералов, %: C_3S – 64; C_2S – 12; C_3A – 8; C_4AF – 12.

Зола-унос Рязанской ГРЭС имела следующие характеристики: насыпная плотность 780–800 кг/м³; тонина помола по остатку на сите № 008 9,65–8,95%; удельная поверхность по прибору ПСХ-2 2220–2440 см²/г. Химический состав, %: SiO_2 – 49,76; Al_2O_3 – 38,87; Fe_2O_3 – 5,21; CaO – 3,5; MgO – 0,75; SO_3 – 0,95; ППП – 0,57; модуль основности – 0,048.

Смешанное цементно-зольное вяжущее готовили в шаровой мельнице путем совместной обработки сырьевой смеси, содержащей портландцемент, золу-унос и пластифицирующую добавку. При этом принимали следующие соотношения цемента и золы, %: 100+0; 75+25; 50+50; 25+75. Добавки пластификатора вводили в количестве – 1; 2; 4; 6 и 8% от массы цемента. Смеси готовили без помола и с помолом до удельной поверхности $S_{уд} = 4500–6600$ см²/г.

Исследования свойств полученных смешанных вяжущих проводили по ГОСТ 310.1–76, ГОСТ 310.3–76, ГОСТ 310.4–81. В процессе исследований было выявлено, что, используя технологические возможности способа приготовления смешанных вяжущих помолом в шаровой мельнице, можно получить вяжущие с широкой гаммой технологических и физико-технических

свойств. Например, установлено, что при различных соотношениях исходных компонентов (портландцемента, золы-уноса и добавки) и различной степени помола смешанные цементно-зольные вяжущие обладают широким диапазоном сроков схватывания.

Установлено также, что при замене в составе смешанного цементно-зольного вяжущего цемента марки 400 золой в количестве 50 мас. % можно получить смешанное вяжущее активностью 55,7–61,9 МПа.

Помимо стандартных испытаний полученного цементно-зольного вяжущего были проведены исследования по его использованию при приготовлении пенобетонов. Было выбрано смешанное вяжущее состава цемент : зола (1:1) по массе с активностью 55,7 МПа в возрасте 28 сут.

В пеногенераторе готовилась пена из водного раствора смолы воздухововлекающей экстракционно-канифольной (СВЭК) и стабилизатора пены карбоксиметилцеллюлозы (КМЦ).

Параллельно с приготовлением пены в лопастном смесителе готовили цементное тесто на основе смешанного вяжущего либо цементно-песчаный раствор на основе смешанного вяжущего. При приготовлении цементно-песчаного раствора использовали песок с модулем крупности $M_k = 1–2$.

При непрерывном перемешивании в раствор вводили пену в необходимом количестве до получения однородной пенобетонной смеси. Готовую смесь укладывали в формы.

В формах пенобетонная смесь выдерживалась в течение суток, после чего формы распалубливали и пенобетонные образцы помещали в камеру влажностного хранения с относительной влажностью 90% и температурой 20–25°С.

После твердения в нормально-влажностных условиях определялась плотность пенобетона в естественном состоянии и после сушки, а также прочность при сжатии в воздушно-сухом состоянии.

В таблице приведены исследуемые составы пенобетона и их физико-технические свойства. Можно констатировать, что по предлагаемой технологии с использованием смешанного цементно-зольного вяжущего можно получать пенобетоны с маркой по плотности 400–800 и прочностью при сжатии 1–4 МПа. С целью получения высоких характеристик пенобетона, изготавливаемого по предлагаемой технологии, следует использовать смешанные цементно-зольные вяжущие с удельной поверхностью $S_{уд} = 4000–5000$ см²/г.

Расход материалов на 1 м ³ пенобетона, кг					$S_{уд}$, см ² /г, смешанного вяжущего	В/В	Средняя плотность во влажном состоянии, кг/м ³	Средняя плотность после суш- ки, кг/м ³	Предел прочности при сжатии в возрасте 28 сут, МПа
песок	смешанное вяжущее	вода в растворе	вода в пене	пенокон- центрат					
–	300	110	60	3	5707	0,57	473	409	1,2
100	310	114	57	2	5027	0,55	583	511	1,45
200	320	115	54	2,3	4260	0,53	690	607	2,31
275	340	123	50	2	4100	0,51	790	703	2,92
370	360	130	46	1,9	4100	0,49	907	800	3,7

Павел Николаевич Соколов (1887–1973)

В каждой отрасли промышленности есть ученые и специалисты, проложившие своими исследованиями, практической работой основные направления ее развития. В асбестоцементном производстве — это доктор технических наук, профессор Павел Николаевич Соколов.

Более 40 лет его инженерной, научно-исследовательской, педагогической деятельности были неразрывно связаны с добычей, обогащением и изучением свойств асбеста. П.Н. Соколовым разработан и сформулирован ряд общих положений технологии асбестоцементных изделий, ставших научными основами этого производства, а также основы конструирования эффективных асбестоцементных изделий.

Всем специалистам асбестоцементной промышленности известна созданная профессором П.Н. Соколовым теория системы асбест–цемент, включающая выбор оптимального состава асбестоцементных композиций, а также оптимальных показателей распушки асбеста и условий формирования полуфабриката, обеспечивающих максимальное использование армирующих свойств асбеста в изделиях.

На основании этих работ не только создана технология асбестоцементных изделий, они также позволили расширить сырьевую базу, ассортимент изделий и повысить их физико-механические свойства.

Проведенные П.Н.Соколовым исследования наметили пути создания конструктивных больsherазмерных

асбестоцементных листов для промышленного строительства. За эти работы П.Н. Соколов был удостоен звания лауреата Государственной премии.

Активно участвуя в развитии асбестоцементной промышленности, ученый заботился о подготовке инженерно-технических кадров. Им был создан специальный учебный курс, он руководил дипломными проектами студентов Института силикатов и МХТИ им. Д.И. Менделеева.

П.Н. Соколовым написаны и до сих пор пользуются признанием в мире семнадцать фундаментальных монографий по технологии производства асбестоцементных изделий. Многими книгами автора долгие годы пользовались не только инженеры, аспиранты и студенты вузов, но и рабочие высокой квалификации. В этих книгах нашла отражение тесная связь ученого с производством и многолетняя педагогическая деятельность.

Глубокое знание асбестоцементной промышленности, широкое знакомство с результатами научных, проектных и конструкторских работ, умение найти и поддержать все новое и ценное делали П.Н. Соколова незаменимым экспертом при решении всех основных вопросов асбестоцементного производства. Он был председателем секции асбестоцементной промышленности Научно-технического совета Минстройматериалов СССР, ученого совета ВНИИасбестоцемента, членом ученого совета ЦНИТЭСТРОМа.

Ю.С. ГРИЗАК, канд. техн. наук, заслуженный строитель России

Из истории отечественной асбестоцементной промышленности

Одно из ведущих мест в промышленности строительных материалов занимает производство асбестоцементных изделий. Важность этой отрасли объясняется прежде всего тем, что асбестоцементные изделия обладают высокой механической прочностью, долговечностью, негорючестью и огнестойкостью. Они дешевы, технологичны в работе, просты в эксплуатации и имеют практически неограниченные области применения. Поэтому потребность в материалах и изделиях из асбестоцемента очень велика.

По сравнению с традиционными строительными материалами асбестоцемент появился сравнительно недавно. Немногим более ста лет назад чешский инженер Людвиг Гатчек изобрел способ мелкодисперсного армирования цементного камня волокнами асбеста.

Он же построил в г. Веклабрук (Австрия) первый завод по изготовлению кровельных асбестоцементных плит, которые начали с успехом применяться для крыш зданий; в настоящее время в этом городе есть здания, кровля которых сооружена из плит, произведенных на заводе Гатчека более ста лет назад.

В России заинтересованность в асбестоцементе появилась в начале XX века, когда в 1908 г. в г. Брянске был построен первый небольшой завод по выработке

асбестоцементных плиток размером 400×400 мм. Эти плитки получили название «этернит».

Именно волокна асбеста, армирующие цементный камень, помимо прочности придают ему исключительную долговечность. Ни один из известных до настоящего времени синтетических и природных материалов не может заменить асбеста по комплексу свойств, поэтому с использованием асбеста изготавливают более трех тысяч видов различных изделий. Наиболее важной и обширной областью применения этого минерала является производство асбестоцементных строительных материалов.

До 1941 г. в СССР были построены и действовали заводы, производящие асбестоцементные листовые изделия в гг. Ростове-на-Дону, Новороссийске, Сухом Логу, Краматорске, Воскресенске, Вольске. В 1935 г. в г. Воскресенске Московской обл. было начато производство асбестоцементных труб.

Во время Великой Отечественной войны часть асбестоцементных предприятий была эвакуирована, многие разрушены и производство прекращено.

После победного завершения Великой Отечественной войны для восстановления разрушенного народного хозяйства потребовалось огромное количество ши-

фера и асбестоцементных труб. Началось возрождение и ускоренное развитие асбестоцементной промышленности на более высоком техническом уровне. Для проектирования новых предприятий были привлечены ведущие институты страны — Гипроцемент, Южгипроцемент и др.

В 1949 г. в Москве был создан отраслевой институт ВНИИасбестоцемент, в котором были сосредоточены проектные и научно-исследовательские работы. Создание при этом институте производственной базы в г. Воскресенске позволило проводить весь комплекс научно-исследовательских и лабораторных работ, изготовление опытных образцов оборудования, их испытание, отработку технологических процессов и внедрение в промышленность.

На основе изучения потребностей различных регионов страны в асбестоцементных изделиях были определены места строительства предприятий. В результате во всех союзных республиках в короткие сроки были построены и введены в эксплуатацию предприятия по производству асбестоцементных изделий соответствующих мощностей.

Это дало огромный экономический эффект и в значительной мере способствовало ускорению строительства многих объектов.

С институтом ВНИИасбестоцемент связана творческая деятельность многих известных ученых и инженеров. В нем были выполнены основные фундаментальные исследования системы асбест—цемент и технологии производства асбестоцементных изделий.

Основатель научной школы в области технологии асбестоцемента — профессор П.Н. Соколов. Им заложены основы теории прочности асбестоцемента, определены его механические характеристики, раскрыта сущность технологических процессов.

Профессор И.И. Берней осуществил математическое описание технологических процессов, что позволило углубить физическое представление о процессах, происходящих при изготовлении асбестоцемента.

Научно-исследовательской деятельностью института длительное время руководил Г.С. Блох. Его исследования долговечности асбестоцемента имели особую важность для определения областей применения изделий.

Исследования кинетики и природы поглощения асбестом гидроксида кальция, гидротермальной и автоклавной обработки асбестоцемента впервые проведены профессорами Т.М. Берковичем и В.В. Тимашовым.

В области развития, совершенствования производства и применения асбестоцементных труб особая роль принадлежит М.Е. Чеченину, Э.А. Валюков и И.З. Волчек разработали новую технологию производства асбестоцементных изделий методом экструзии. Результаты многих научно-исследовательских работ института имели международное значение.



Ю.С. Гризак (слева) и Э.А. Валюков проводят визуальную оценку асбестоцементного наката на Белгородском комбинате асбестоцементных изделий

Для реализации результатов научно-исследовательских работ необходимо было создание отечественного эффективного технологического оборудования. В этой области большой вклад внесли талантливые конструкторы. Н.И. Ершов и М.С. Нейфельд являются создателями технологических линий по беспрокладочному способу производства волнистых асбестоцементных листов. Высокопроизводительный комплекс по производству асбестоцементных труб был сконструирован под руководством Л.И. Герцмана.

Высокому техническому уровню технологического оборудования способствовали работы, выполненные институтом ВИАСМ, специалисты которого создали специальные приборы и системы автоматизации технологических процессов.

Результатом этого стало повышение производительности технологического оборудования за счет увеличения фильтрационной способности асбестоцементной массы, увеличения скорости движения технического сукна, повышения давления прессовой части листоформирующих машин и ряда других эффективных мероприятий.

Для восстановления, а по сути для создания асбестоцементной промышленности требовалось огромное количество технологического и специального оборудования. Было принято решение привлечь для его изготовления ведущие машиностроительные заводы страны, закупить большую партию современного оборудования в Австрии, Италии и Германии, а также построить в г. Могилеве (Республика Беларусь) специализированный завод «Строммашина» по производству оборудования для асбестоцементных предприятий. Главный инженер этого завода Лев Подерня и главный конструктор Алексей Гавриленко много сделали для того, чтобы в короткие сроки организовать выпуск оборудования.

Изготовление комплектующих изделий для асбестоцементных труб — резиновых уплотнительных колец и чугунных муфт — возлагалось на предприятия химической и металлургической промышленности. Без этих комплектующих изделий соорудить высоконапорные трубопроводные системы было невозможно.

Наряду с организацией поставок оборудования асбестоцементная промышленность нуждалась в расширении сырьевой базы — цемента и асбеста. Было организовано производство цемента соответствующего минералогического состава, необходимого для производства асбестоцементных изделий. На комбинате Ураласбест построили еще одну мощную фабрику, а в Казахстане началось освоение Джетыгаринского месторождения. Увеличен выпуск асбеста в Тыве.

Таким образом, были созданы необходимые предпосылки для успешного развития отечественной асбестоцементной промышленности. Без кровельных изделий, выпускаемых этой отраслью, невозможно было преодолеть послевоенную разруху в стране. Поэтому Правительством СССР выделялись необходимые финансовые и материальные ресурсы для первоочередного строительства асбестоцементных предприятий.

В первые послевоенные годы были достигнуты особенно высокие темпы развития производства кровельных изделий и в дальнейшем темпы строительства, реконструкции и ввода в эксплуатацию заводов отрасли превзошли все ожидания. Ежегодный прирост производственных мощностей достигал 10–15%. Однако требовалось не только в короткий срок построить предприятия и освоить производство, но вывести их на проектную мощность. Эту задачу способны были выполнить высококвалифицированные и целеустремленные руководители и возглавляемые ими коллективы. Н.И. Филипповичу, возглавлявшему в те годы асбестоцементную промышленность страны, удалось подобрать талантли-

вых и энергичных специалистов на должности директоров и главных инженеров предприятий.

Наиболее активно проявили себя директор Красноярского комбината асбестоцементных изделий В.В. Фирилин, директор Сухоложского комбината асбестоцементных изделий В.А. Бородатов. Исключительным чувством нового обладали директор Киевского комбината асбестоцементных изделий Ю.Н. Любарский и главный инженер Белгородского комбината асбестоцементных изделий А.М. Фукс. Именно эти предприятия дали жизнь многим видам новой техники и автоматизации технологических процессов. Самым крупным асбестоцементным предприятием в мире – комбинатом «Красный Строитель» в г. Воскресенске Московской обл. длительное время руководил Е.Г. Дмитриев. Много полезного для отрасли сделал директор Брянского комбината Д.Г. Прудников, Новороссийского завода – Д.М. Удод и Тимлюйского завода – В.И. Струневич, главный инженер завода «Коммунар» Н.А. Карапетян.

Названные руководители не только достойно руководили своими предприятиями, но и оказывали реальную помощь другим новым и действующим предприятиям в их работе по освоению новых технологий.

В успешной работе асбестоцементных предприятий, освоении проектных мощностей и внедрении новой техники также значительная помощь была оказана специалистами ВНИИпроектасбестоцемента под руководством А.Я. Резника. Именно им во многом обязана промышленность своими достижениями. Эти специалисты отработывали и осваивали опытно-промышленные образцы новой техники, доводили до достижения проектной мощности новые технологические комплексы и обучали на месте обслуживающий персонал предприятий. Уместно также сказать о том, что специалисты асбестоцементной промышленности не только чутко реагировали на потребности строительства и сельского хозяйства, но и разрабатывали собственные предложения по созданию новых материалов с целью повышения эффективности строительства. Много было предложений по изготовлению различных декоративных и конструкционных материалов.

Так было организовано промышленное производство экструзионных асбестоцементных изделий. Эта технология производить из асбестоцемента практически неограниченный ассортимент продукции от кровельных и стеновых панелей до различных комплектующих и архитектурных изделий. Технологические комплексы по изготовлению экструзионных панелей были установлены в Московской области и Литве.

Тщательно продуманная система и кадровый подход к развитию асбестоцементной промышленности способствовали превращению ее в одну из мощнейших в мире высокоемкхранизируемых отраслей.

В 1990 г. в Советском Союзе действовало 53 асбестоцементных предприятий, которые производили более 60% мирового объема асбестоцементных изделий. Объемы производства и ассортимент продукции удовлетворял потребность строительства в кровельных материалах и асбестоцементных трубах.

Волнистые листы в отличие от зарубежных способов производства, где используется большое количество металлических прокладок, изготавливались экономичным беспрокладочным способом.

Асбестоцементные безнапорные и напорные трубы длиной до 6 м изготавливались трубоформовочными машинами, поставляемыми преимущественно отечественной машиностроительной промышленностью. Освоение производства труб, способных выдерживать давление транспортируемой среды до 20 атм, позволило широко использовать их для сооружения оросительных систем взамен металлических, что дало большой эконо-

мический эффект и значительно повысило долговечность трубопроводов.

После распада Советского Союза для асбестоцементной промышленности наступили тяжелые времена: разрушились традиционные деловые связи, многие производственные и машиностроительные предприятия стали зарубежными, отрасль лишилась централизованного руководства. В результате произошло катастрофическое падение производства на ряде предприятий, а некоторые из них были остановлены вовсе. Начался отток высококвалифицированных кадров.

Испытания, выпавшие на долю асбестоцементной промышленности в начале 90-х годов прошлого века, преодолевались крайне мучительно. С одной стороны, резко упал спрос на традиционную продукцию, с другой – отсутствовали средства на приобретение нового оборудования, запчастей, сырья для нормальной работы предприятий и разработку новых конкурентоспособных видов изделий.

В те годы особо проявилась неразрывная связь между асбестоцементными предприятиями и научно-техническим журналом «Строительные материалы». Благодаря тому, что предприятия и отраслевые институты не прекратили подписку, журнал не только продолжил издание, но и помог многим предприятиям промышленности строительных материалов найти деловых партнеров в новых экономических реалиях. Кроме этого, руководители и специалисты предприятий отрасли находили в журнале публикации о путях и методах выживания коллективов в необычно трудных условиях работы.

Журнал «Строительные материалы» в течение последних лет был единственным среди средств массовой информации, защищавшим позиции отечественной асбестовой и асбестоцементной промышленности в период широкомасштабной антиасбестовой кампании.

В этих тяжелейших условиях ярко проявились организаторские способности ряда руководителей заводов и комбинатов, которые смогли остановить падение производства, преодолеть трудности переходного периода и достичь определенных успехов.

В настоящее время на устойчивом подъеме находится коллектив Белгородского комбината асбестоцементных изделий, возглавляемый генеральным директором Я.Л. Певзнером. Это предприятие известно в стране высоким качеством своей продукции, продолжает традиции ведущего предприятия отрасли по внедрению новой техники.

Заслуженным авторитетом в промышленности пользуется коллектив Себряковского комбината асбестоцементных изделий. Его генеральный директор В.С. Сивокозов сумел вывести предприятие из кризисного состояния, продолжил повышение технического уровня и увеличение выпуска асбестоцементных изделий, а также смог организовать производство новых, необходимых для строительства видов продукции.

Уверенно руководит Сухоложским комбинатом асбестоцементных изделий генеральный директор Г.Н. Задирака. Он умело и твердо проводит в жизнь планы, направленные на успешную работу комбината, не теряется в чрезвычайных обстоятельствах. Эти качества руководителя дают коллективу твердую уверенность в дальнейшем успехе.

Устойчиво работают предприятия по производству асбестоцемента в Красноярске, Мордовии, Вольске, Искитиме.

Результаты работы асбестоцементной промышленности за последние два-три года убеждают, что отрасль находится на устойчивом подъеме и недалеко то время, когда важнейшая промышленность займет достойное место в строительном комплексе страны.

удк 666.94

С.И. ХВОСТЕНКОВ, канд. техн. наук, Государственная академия повышения квалификации и переподготовки кадров для строительства и ЖКХ России (Москва)

Сравнительные технико-экономические показатели сухого и мокрого способов производства портландцемента

В 70-е годы производители цементного оборудования Европы, Японии и США организовали мощную рекламную кампанию по внедрению высокопроизводительных печных агрегатов, состоящих из укороченной вращающейся печи с декарбонизатором и циклонными теплообменниками. Впервые в технологии обжига клинкера был применен двухогневой способ, что позволило дополнительно снизить расход топлива и получить другие преимущества, например снизить тепловое напряжение в зоне спекания и повысить в ней стойкость футеровки. Новые цементные заводы во всем мире стали строить по сухому способу, чему в немалой степени способствовал топливно-энергетический кризис.

В Германии, Испании, Японии сухой способ восторжествовал полностью. Проспекты европейских фирм и рекламные статьи в журналах сообщали о снижении расхода топлива на обжиг клинкера до 800, 750 и даже 700 кал/кг.

Естественно, руководители цементной промышленности в нашей стране не могли оставаться в стороне от мировой тенденции. В конце 80-х годов в СССР уже работа-

ли по сухому способу 20 предприятий, выпускающих около 16% цемента, производимого в стране. Официальной доктриной дальнейшего развития цементной промышленности стало применение сухого способа производства. В постановлении Совета Министров СССР от 24 сентября 1987 г. «О мерах по развитию и обеспечению устойчивой работы цементной промышленности» указывалось, что магистральным направлением развития производства цемента необходимо считать внедрение сухого способа, а также перевод на эту и другие энергосберегающие технологии действующих цементных заводов [1]. Доля сухого способа должна быть повышена до 40%. В 12-й пятилетке намечалась реконструкция Коркинского, Чернореченского, Карачаево-Черкесского, Себряковского и других заводов с переводом их на сухой способ.

К этому времени у нас уже имелся большой опыт эксплуатации технологических линий сухого способа. Удивительно, что в стране с плановой экономикой не были проведены технико-экономические исследования по сравнению сухого и мокрого способов.

Таблица 1

Наименование цементных заводов (с) сухой способ (м) мокрый способ	Типы печных агрегатов и их число	Производительность, т/ч	Годовое производство, тыс. т в год		Стоимость основных фондов, млн р	Удельные капиталовложения, р/т цемента
			клинкер	цемент		
Сланцевский (с) Магнитогорский (м)	4×60м+ЦТ, 2 ед.+шахтные, 12 ед. 4×150м, 3 ед.	30,5–5,5 31	778,8 758,9	904,5 1605,7	44,1 38,3	48,8 23,9
Криворожский (с) Ульяновский (м)	4×60м+КК, 2 ед 4,5×80м+ЦТД, 1 ед 5–4,5-5×170м 4 ед.	29,4–125,9 60,3	1352,1 1824	2180,7 2240	104 55,5	47,7 24,8
Катав-Ивановский (с) Коркинский (м)	4×60м + ЦТ, 4 ед. 4,5×170 м, 2 ед. 4-3,6-4×150м, 4 ед.	34,9 53,7–31,9	1000,5 1859,3	1465,2 2395	45,7 63,7	31,2 26,6
Липецкий (с) Себряковский (м) Белгородский (м)	4×60м+КК, 2 ед. 5×75м+ЦТ, 1 ед. 150–170–185м, 7ед. 4-3,6×150м, 5 ед. 4,5×170м, 2 ед.	35,8–75,5 43,6 сред. 26,2–35–50,2	1027,9 2486,7 1918,4	1920 3027 2395	55,4 77,9 57,8	28,9 25,74 24,1
Спасскцемент (с) Старооскольский (м) Балаклейский (м) Теплоозерской (м)	7–6,4×95м+ЦТ, 2 ед. 3,6×51,9+ЦТ, 5 ед. 5×185м, 6 ед. 5×185м, 5 ед. 7×230 м, 1 ед. 3,6×127м, 3 ед. 3,6×97м, 2 ед.	138–23,1 70,5 71,5–120 24,8–20,3	3133 2975 3113 911	3644 3490 3986,4 1058	217,4 113,8 122 36,8	59,7 32,6 30,6 34,8
Карагандацимент (с) Чимкентский (м) Топкинский (м)	3,6×150м, 4 ед.(м) 7–6,4×95м+ЦТ, 2 ед. 4×150м, 6 ед. 5×185 м, 4 ед.	24,3–111,9 35,8 71,9	1862,1 1710 2145	2983,6 2129 2805	160,7 62,2 101	53,9 29,2 36
Рыбницкий (с) Здолбуновский (м)	4,5×60м+КК, 3 ед. 3,6×118 м, 4 ед. 4,5×170м, 3ед.	43,5 21,8–47,5	950,6 1870	1234 2146	66,5 60,7	53,9 28,3
Резинский (с) Жигулевский (м)	7–6,4×95м + ЦТ, 1 ед. 5×135м, 3 ед.	129,1 58,4	779,8 1419	975,1 1900	112,1 66,6	114,9 35,1
Новоийский (с) Ахангаранцемент (м)	7–6,4×95м+ЦТ, 2 ед. 4,5×170м, 4 ед.	125,1 49,4	1512 1471	2048,5 1754,7	109,9 68,5	53,6 39
Средний по сухому Средний по мокрому						54,73 27,38

Примечание. КК – конвейерный кальцинатор. ЦТ – циклонный теплообменник. ЦТД – циклонный теплообменник и декарбонизатор.

Таблица 2

Наименование цементных заводов (с) сухой способ (м) мокрый	Уд. расход усл. топлива на обжиг клинкера, кг/т	Уд. расход электроэнергии, кВтч/т цемента	Коэффициент использования печи, %	Средняя марка портландцемента	Содержание оборудования, р/т клинкера	Топливо на технологические цели, р/т клинкера	Электроэнергия на технологические цели, р/т клинкера	Себестоимость клинкера, р/т	Себестоимость портландцемента, р/т
Сланцевский (с) Магнитогорский (м)	152,3 213	163,1 101,7	70,4 93,1	314,3 313,5	2,54 3,63	3,6 4,85	1,66 0,91	11,18 12,77	15,57 10,8
Криворожский (с) Ульяновский (м)	152,2 217,9	157 90,6	83,5 86,4	400 400	5,03 2,01	3,98 5,01	1,67 0,73	22,27 9,86	24,11 12,21
Катав-Ивановский (с) Коркинский (м)	144,4 212	144 107,1	79,2 90,8	400 419,2	5,68 2,82	3,28 4,79	1,54 1,03	12,44 11,09	14,71 12,77
Липецкий (с) Себряковский (м) Белгородский (м)	151,7 219,6 224,4	120,8 90,9 78,9	79,9 93 86,9	350,4 489,1 454,5	3,41 16,6 2,09	3,68 5,36 5,56	2,08 0,49 0,68	12,68 9,66 10,82	12,24 11,46 13,05
Спасскцемент (с) Старооскольский (м) Балаклейский (м) Теплоозерский (м)	140,3 226,5 216,9 240,6	144,53 89,5 101,9 114,6	78,9 80,3 88,6 90,6	420,9 434,5 448,3 456,1	3,14 2,55 2,5 3,46	4,63 5,68 5,25 6,63	3,18 0,8 0,8 1,24	14,29 11,36 12,07 14,43	21,4 13,93 13,53 18,74
Карагандацемент (с) Чимкентский (м) Топкинский (м)	177 216,5 215,1	137,5 94,7 112,26	59,2 90,8 85,2	425,9 421,6 417,3	6,66 2,78 3,52	5,45 3,87 4,59	2,07 0,75 0,66	21,64 11,5 12,97	21,16 12,82 15,07
Рыбницкий (с) Здолбуновский (м) Резинский (с) Жигулевский (м)	164,2 230,6 187 216	135,5 83,1 171,6 96,17	83,1 94,1 68,9 92,4	469,9 477,9 400,2 413,4	3,29 2 10,34 2,68	4,7 5,77 4,72 5,24	1,64 0,72 1,71 0,84	13,13 11,29 25,77 11,7	15,49 14,03 26,63 14,01
Навоийский (с) Ахангарацемент (м)	143,1 222,4	152,53 106,5	69 81,8	400 448,2	Нет данных Нет данных				18,06 15,92
Средние по сухому	153,5	147,4	74,7	398,2	5,01	4,26	1,94	16,64	18,2
Средние по мокрому	220,9	97,3	88,8	430,3	2,64	4,82	0,75	12,33	13,71

Выступая на Научно-техническом совете Минстройматериалов СССР, многие опытные цементники выражали сомнения в правильности выбора сухого способа (А.Я. Литвин, А.А. Лукацкий, Н.И. Макаров, О.П. Мчедлов-Петросян и др.) [2, 3].

Диссонансом проводимой политике прозвучала рекомендация знатоков и энтузиастов сухого способа Г.К. Барбашева и А.Х. Дрожжина [4], которая приводится здесь дословно: «В ряде случаев, в частности для группы заводов, использующих высоковлажное сырье (мел, мергель, высоковлажные глины), таких как Балаклейский, Амвросиевский комбинаты, заводы Здолбуновский, Белгородский, «Большевик», целесообразно оставить мокрый способ производства, принимая во внимание сохранение более высокого качества клинкера, низкой себестоимости цемента, более комфортные условия труда и отсутствие отечественного оборудования для переработки высоковлажного сырья по сухому способу».

Заместитель начальника Главцемента И.Б. Удачкин [5] признал, что на современных линиях сухого способа сложилась более высокая себестоимость цемента (в пределах 16–20 р/т). А на многих заводах с мокрым способом в то время она находилась в пределах 11,5–13 р/т. Отмечалась и повышенная фондоемкость сухого способа по сравнению с мокрым (в 1,5–1,8 раза), а также более низкое качество клинкера.

Но убедительные факты и мнения авторитетных специалистов не смогли поколебать ориентацию на сухой способ, административный ресурс оказался сильнее.

Однако в результате известных экономических реформ в России планам по переводу заводов с мокрого на сухой способ не суждено было сбыться. Но концепция развития сухого способа в России осталась прежней, с той лишь разницей, что к 2010 г. при общем годовом выпуске цемента в количестве 70 млн т по сухому способу планируется производить 30% [6].

Сравнительный анализ двух способов производства цемента не опубликован до сего времени, и большинство специалистов и в настоящее время находятся в плену представлений о преобладающем преимуществе сухого способа получения цемента. Господствует мнение, что сухой способ получения клинкера позволяет существенно снизить расход топлива на обжиг, а следовательно, получать более дешевый цемент в сравнении с мокрым способом. В действительности это не так.

Автор этой статьи, используя информацию из ежегодника НИИцемента [7], сопоставил и проанализировал технико-экономические показатели производства клинкера и цемента по обоим способам в СССР. Результаты этого исследования приводятся ниже.

В табл. 1 приведены краткие характеристики и некоторые показатели цементных заводов сухого и мокрого способов производства за 1987 год. При выборе аналогов двух способов производства учитывались производственная мощность, близость печных агрегатов по производительности, климатические условия и месторасположение предприятий. Устаревшие заводы обоих способов в расчет не принимались.

Табл. 2 содержит сведения из того же источника по технико-экономическим показателям работы этих цементных заводов по сухому и мокрому способу. Конечно, это устаревшие сведения, но они весьма актуальны и в настоящее время. В то время заводы работали в равных условиях и при сопоставимых ценах, чего никак нельзя ожидать в настоящей действительности.

Сланцевский цементный завод кроме двух печей с циклонными теплообменниками эксплуатирует также шахтные печи, производственная мощность которых примерно равна двум первым. Несмотря на низкий расход топлива на обжиг, себестоимость портландцемента составляет 15 р/т. При этом средняя марка его чуть более «300». Его аналог,

Магнитогорский завод, производил только шлакопортландцемент той же марки себестоимостью менее 11 р/т.

Сторонники сухого способа возлагали большие надежды на Криворожский завод, на котором наряду с двумя печами Леполь установили самую современную вращающуюся печь с циклонными теплообменниками и декarbonизатором. Часть оборудования была закуплена в Японии. Пуск технологической линии с этой печью был весьма непростым и длительным, несмотря на помощь четырех отраслевых цементных институтов. Были выявлены серьезные недостатки в технологии получения сырьевой муки стабильного состава, что приводило к частым нарушениям режима работы печи и ухудшало качество цемента [8]. Средняя марка портландцемента «400», а себестоимость клинкера более чем в два раза выше клинкера Ульяновского цементного завода.

Сравнение двух уральских цементных заводов, Катав-Ивановского и Коркинского, также не в пользу сухого способа. Несмотря на больший удельный расход топлива, себестоимость клинкера и цемента на Коркинском заводе мокрого способа заметно ниже, а марка цемента выше на 20 кг/см². Коэффициент использования печей на этом предприятии достиг 90,2%, в то время как на заводе сухого способа он составляет 79,9%.

Липецкий цементный завод производил шлакопортландцемент средней марки «350», его себестоимость превышала на 11,4% себестоимость цемента Себряковского завода со средней маркой «489». А себестоимость клинкера на заводе мокрого способа была на 31% ниже, чем на Липецком заводе. Примерно такие же итоги сравнения и с Белгородским заводом.

Мощный Спасскцемент имеет себестоимость клинкера, которая превышает этот показатель на «мокрых» Старооскольском и Балаклейском заводах на 25% и 18% соответственно. Между тем Спасскцемент достиг наиболее низкого удельного расхода топлива – 140,3 кг/т клинкера.

Разительные результаты сравнения себестоимости продукции Карагандацемента и Чимкентского цементных заводов. Здесь мокрый способ производства имеет себестоимость клинкера и цемента почти в два раза ниже при одинаковом качестве цемента. Коэффициент использования печей (КИ) на заводе мокрого способа равен 90,8%, а на заводе сухого способа 59,2%.

Рыбницкий и Резинский цементные заводы также в значительной мере уступают по себестоимости клинкера и цемента своим аналогам – Здолбуновскому и Жигулевскому заводам. Конечно, особо высокая себестоимость продукции Резинского завода объясняется затянувшимся пусковым периодом и низким КИ (69%), но следует отметить, что освоение завода мокрого способа производства не требует нескольких лет.

Навоийский и Ахангаранский заводы в Узбекистане не являются исключением в установленной закономерности. Получаемый по мокрому способу цемент имел среднюю марку «430,3» и себестоимость портландцемента 15,92 р/т, а портландцемент Навоийского завода соответствовал марке «400», и себестоимость была равна 18,06 р/т. КИ печей был закономерен, мокрый способ – 81,8%, сухой – 69%.

Отчего же современные предприятия сухого способа производства со средним удельным расходом топлива 153,5 кг/т клинкера имеют худшие показатели по себестоимости? Это очень интересный и важный вопрос, которому руководители и многие специалисты цементной промышленности не уделяли должного внимания. Такая техническая политика противоречит принципу разумного хозяйствования и рыночной экономике.

Ответ на этот вопрос дает объективный анализ технико-экономических показателей обоих способов производства цемента. Он прост. В структуре себестоимости

клинкера происходит перераспределение величин затратных статей. Да, удельный расход топлива на обжиг клинкера снижается, и существенно. Но удельный расход электроэнергии возрастает на 51,5%, а статья по расходу на содержание и эксплуатацию оборудования в среднем по анализируемым предприятиям сухого способа увеличилась почти в два раза. Этот показатель для сухого способа равен 5,01 р/т клинкера, а для мокрого способа – 2,64. Неумолимый рост этих двух статей портит картину себестоимости цемента, получаемого сухим способом.

Кстати, следует отметить некорректность метода сравнения показателей, когда удельный расход топлива по мокрому способу у нас определяют по показателям за год, а для сухого способа зарубежных заводов – по результатам кратковременных испытаний печных агрегатов (с участием представителей фирм – поставщиков оборудования), и часто без учета расхода топлива в сушильных барабанах и подтопках сырьевых мельниц.

Компетентные специалисты НИИцемента [9] отметили, что за последние 15 лет (1970–1985 гг.) фондоемкость производства 1 т цемента возросла в 1,5 раза. Одной из основных причин, вызывающих удорожание строительства цемзаводов, является интенсивный переход на сухой способ производства цемента.

При строительстве фирмами США и Японии новых заводов сухого способа в Бразилии и Южной Корее удельные капиталовложения составляли около 150 USD/т. Этот показатель в Саудовской Аравии, где строительство вели германские фирмы, достигал 220 USD/т [10].

Анализ проектных данных зарубежных заводов показывает, что удорожание стоимости строительства заводов сухого способа производства возникает за счет более дорогой транспортировки сырья (отсутствие гидротранспорта), более капиталоемкого передела подготовки и усреднения сырьевой муки, более высокой фондоемкости обжигового отделения, относительно больших затрат на охрану окружающей среды. По данным Южгипроцемента, проектные удельные капиталовложения на заводах сухого способа увеличиваются в 1,8 раза в сравнении с заводами мокрого способа. Реально же стоимость заводов сухого способа в два раза выше стоимости завода мокрого способа одинаковой мощности (табл. 1).

Авторы [9] отмечают, что рост затрат на амортизацию почти полностью перекрывает экономию на топливе. А ведь у сухого способа есть и другие удорожающие факторы: увеличение расходов на электроэнергию, запчасты и зарплату, а также более низкие показатели по качеству цемента и КИ оборудования.

Стабильная и безостановочная работа цементных печей в основном определяет экономику завода. Нарушение режима обжига, кратковременные или длительные остановки, последующие розжиги, горячие ремонты снижают производительность, стойкость футеровки, качество клинкера и приводят к перерасходу топлива.

Известна закономерная зависимость КИ любых технологических линий, работающих в непрерывном режиме, от числа машин и аппаратов, различных устройств с приводами, длины и количества транспорта. Чем больше единиц оборудования и сложнее схема производства, тем больше отказов, простоев и аварий. Поэтому сухой способ с применением вращающихся печей и сложной системой запечных теплообменников проигрывает по коэффициенту использования оборудования простому и надежному мокрому способу производства цемента.

Более высокая себестоимость цемента, получаемого на анализируемых заводах сухого способа, относится не только к тринадцати заводам мокрого способа, приведенным в табл. 2. Этот показатель выше средней себестоимости цемента в бывшем СССР и РСФСР.

Пониженная активность клинкера сухого способа обусловлена грубым помолом и недостаточной степенью гомогенизации сырьевой муки. Подготовка сырьевого шлама по мокрому способу намного дешевле и обеспечивает самые высокие требования технологии получения высокопрочного портландцемента. Обо всем этом известно технологам цементного производства. В свое время В.Л. Бернштейн [3] на заседании Научно-технического совета МПСМ СССР обратил внимание, что никто из выступающих не поднял вопроса об активности клинкера, а между тем при сухом способе производства этот показатель ниже, чем при мокром.

Разумеется, техническая возможность повышения качества сырьевой муки имеется, но это потребует дополнительных капиталовложений, увеличения электропотребления и трудовых затрат, что еще более снизит конкурентоспособность сухого способа. Наряду с этим ряд ученых считает, что третий фактор, снижающий качество клинкера сухого способа, обусловлен его высокой пористостью и неоднородностью структуры [11, 12].

Еще недавно полусухой способ с печами Леполь оценивался как передовое достижение техники. Ныне их уже заменяют печами с циклонными теплообменниками и декарбонизаторами. Надолго ли? Думается, что практика заставит бизнесменов считать деньги.

Естественно, применение сухого способа может быть целесообразным в безводных географических районах. Да и в перенаселенной Японии не наблюдается избытка пресной воды.

Скорее всего оправданное развитие получит комбинированный способ получения клинкера, в котором будут компромиссно применять мокрый шлам и сухую муку. Печные агрегаты должны быть более простыми и надежно работающими, и вращающиеся барабаны еще далеко не исчерпали своих возможностей.

Сухой способ породил интересную новинку в технологии обжига клинкера. Разработанный в Германии, усовершенствованный в Японии декарбонизатор по сути воплощает двухогневой способ обжига клинкера, который может быть распространен на другие конструкции печных агрегатов. В Гипроцементе разработан новый агрегат «Инергит», особенность которого состоит в том, что вместо циклонного теплообменника с декарбонизатором применен вращающийся барабан. Такая конструкция имеет хорошую перспективу на развитие.

В заключение автор высказывает мнение, что на данном этапе процесса развития технологии получения цементного клинкера произошло разделение интересов производителей цемента (а также его потребителей) и мировых фирм, поставляющих цементное оборудование. Последние использовали неадекватные методы рекламирования своей продукции.

Есть основания полагать, что сложившаяся ситуация плохо отражается на экономике производителей цемента и его потребителях. Первые платят больше за дорогое и сложное оборудование, а вторые получают цемент худшего качества по более высокой цене. Фирмы, производящие цементное оборудование, получают хорошую прибыль.

Из всего вышесказанного необходимо сделать следующие выводы и предложения.

- Осуществлять сравнение технологических линий сухого и мокрого способов на основе технических и функциональных характеристик, опубликованных в рекламных проспектах и заказных статьях в журналах, следует с большой осторожностью, поскольку превосходство тех или иных показателей еще не означает наличия преимущества по конечному результату — полной себестоимости клинкера и цемента.
- Сравнительный анализ двух способов производства цемента в СССР не выявил экономических преимуществ

сухого способа. Этот вывод подтверждается имеющейся информацией результатов эксплуатации заводов сухого способа за рубежом.

- Повышение себестоимости клинкера и цемента, получаемого по мокрому способу, обусловлено следующими факторами: ростом стоимости строительства заводов почти в два раза; сложностью технологии и органическими недостатками сухого способа (образование настывлей, зависание сырья, нестабильность работы оборудования, низкий КИ); относительно низким качеством продукции; повышенными расходами на содержание оборудования, амортизацию, на трудозатраты и электроэнергию.
- Концепцию дальнейшего развития цементной промышленности в Российской Федерации следует избавить от ошибочных догм и экономически несостоятельных технологий, предлагаемых зарубежными производителями цементного оборудования. Российским цементникам необходимо освободиться от наследия слепой политики подражательства и скорректировать эту концепцию в соответствии с требованиями объективных реалий и здоровой экономики.

Следует изучать и использовать новые направления технологического обновления цементных заводов. Имеются положительные результаты использования альтернативных видов топлива, в частности углеродсодержащих отходов добычи и переработки угля, нефти, металлургической, химической и других отраслей промышленности, рядом цементных предприятий России и СНГ. В отдельных случаях этот опыт опережает разработки зарубежных конкурентов.

Список литературы

1. *Авдеев В.Е., Лейфман Г.Е.* Приоритетные направления технического развития производства цемента на период до 1995 года // Цемент. 1989. № 1.
2. *Бухтин М.Ф.* Цементный завод будущего в представлении научных работников и производственников // Цемент. 1988. № 5.
3. *Златокрылов Р.М., Бухтин М.Ф.* Шире внедрять энергосберегающие технологии производства цемента // Цемент. 1988. № 7.
4. *Барбашев Г.К., Дрожжин А.Х.* Основные направления развития производства цемента в СССР и за рубежом // Цемент. 1989. № 4.
5. *Удачкин И.Б.* Перспективы развития цементной промышленности страны // Цемент. 1989. № 6.
6. *Баринова Л.С.* Промышленность строительных материалов России и развитие производства цемента // Цемент и его применение. 2004. № 2.
7. НИИцемент. Цементная промышленность СССР в 1987 году. Выпуск XLV.
8. *Бернштейн В.Л., Сыркин М.Я., Бабич М.В., Иваницкий С.П.* Пуск и освоение высокопроизводительных линий заводов сухого способа производства. ВНИИЭСМ. Сер. 1. Цементная и асбоцементная промышленность. Вып. 1. М., 1989.
9. *Карелин В.С., Мешик Т.Г., Грикевич Л.Н., Бушуева Э.И.* Новое в цементной промышленности СССР и зарубежных стран. ВНИИЭСМ. Сер. 1. Цементная промышленность. Вып. 3. М., 1986.
10. *Котати С.С.* Оптимальная мощность технологических линий по производству цемента. ВНИИЭСМ. Сер. 1. Цементная промышленность. Вып. 5. М., 2002.
11. *Волконский Б.В. и др.* Фазовые превращения при клинкерообразовании в печах сухого способа производства // Цемент. 1971. № 12.
12. *Сулименко Л.М., Кузнецова Т.В. и др.* Агломерация портландцементных сырьевых шихт при повышенных температурах // Цемент. 1989. № 5.
13. *Авдеев В.Е., Удачкин И.Б.* Ключ к цементу // Строительство и бизнес. 2003. № 11(39). С. 14.



Виталий Анатольевич Вознесенский (г. р. 1934)

Долгие годы связывают редакцию с одним из ведущих ученых в области математического моделирования, заслуженным деятелем науки и техники Украины, лауреатом премии Совета Министров СССР, профессором, доктором технических наук Виталием Анатольевичем Вознесенским. Виталий Анатольевич является одним из тех, кто участвовал в формировании и развитии раздела математических методов в промышленности строительных материалов в научно-техническом и производственном журнале «Строительные материалы»®.

В настоящее время профессор В.А. Вознесенский возглавляет организованный им Научный совет по компьютерному материаловедению в Международной инженерной академии. Именно в этой области науки наиболее полно раскрываются возможности методологии экспериментально-статистического моделирования, которую Виталий Анатольевич создавал многие годы.

Им были созданы авторские приборы, награжденные медалями ВДНХ СССР, разработано оригинальное планирование эксперимента для анализа свойств песков, технологической смеси и мелкозернистого бетона на треугольных диаграммах Гиббса—Курнакова и Шрейнемакерса.

В период работы (1963—1975 гг.) в Кишиневском политехническом институте им. С. Лазо научные интересы В.А. Вознесенского концентрируются на проблемах применения кибернетики, математических методов и вычислительной техники в задачах управления качеством строительных материалов. Уже первая книга В.А. Вознесенского — «Статистические решения в технологических задачах» (1969 г.) внесла существенный вклад в развитие инженерных школ СССР, начавших применять статистические методы для анализа и оптимизации отраслевых химико-технологических объектов.

На основании обобщения опыта применения и развития методологии статистических решений в задачах анализа и оптимизации качества строительных материалов им был сформулирован системный подход как методологический принцип технологического исследования.

Изданная в 1974 г. монография «Статистические методы планирования эксперимента в технико-экономических исследованиях» стала настольной книгой целого поколения экспериментаторов в технических, естественных и общественных науках.

С 1975 г. профессор В.А. Вознесенский работает в Одесском инженерно-строительном институте (в настоящее время Одесская государственная академия строительства и архитектуры — ОГАСА), где организует первую в строительных вузах кафедру процессов и аппаратов. Здесь им в соавторстве написаны учебники «Процессы и аппараты в технологии строительных материалов», «Численные методы решения строительно-технологических задач» и др.

Особое внимание профессор В.А. Вознесенский уделяет подготовке молодого поколения ученых. Из 37 кандидатов наук из 14 стран мира, защитившихся под его руководством, 12 работают на семи кафедрах ОГАСА.

С 1978 г. В.А. Вознесенский возобновляет традицию, начатую еще в 1968 г. во время работы в Кишиневском политехническом институте им. С. Лазо, ежегодного проведения республиканских и городских научных семинаров по математическому моделированию в материаловедении, которые переросли в международные семинары по моделированию и оптимизации композитов (МОК). Организуемые им конференции и семинары отличаются острыми научными дискуссиями при неизменной доброжелательности коллег. Инженеры-исследователи и ученые Украины, России, Молдавии, Литвы, Польши, Румынии, Болгарии и других стран высоко ценят семинар МОК.

Профессор В.А. Вознесенский — автор более 500 научных работ, монографий, авторских свидетельств, статей, в которых отражается широта инженерного кругозора, направленность на решение конкретной задачи в области бетоноведения, полимерных композитов, химических модификаторов и др. Будучи членом Совета по координации научно-исследовательских работ в области бетона и железобетона при НИИЖБ Госстроя СССР и членом научно-методического совета по высшему архитектурному и строительному образованию Минвуза СССР, В.А. Вознесенский проводил методическую работу.

Виталия Анатольевича отличают глубокие фундаментальные знания, умение их использовать в различных технологических ситуациях, широкая эрудиция. Его лекции, доклады, учебники и книги насыщены нетривиальной научной информацией, содержат яркие, запоминающиеся образы.

Созданную профессором В.А. Вознесенским научную школу отличает внутренняя логика, разумное планирование эксперимента и умение получать максимально полезную информацию из результатов исследования.

Заслуги Виталия Анатольевича по достоинству оценены. Он лауреат премии Совета Министров СССР (в авторском коллективе) за разработку, организацию производства и внедрение в строительство герметизирующих материалов на основе бутилкаучука, премии Госкомобразования СССР за лучшую научно-исследовательскую работу, выполненную в вузах страны (монография «ЭВМ и оптимизация композиционных материалов» в соавторстве с Т.В. Ляшенко, Я. Ивановым, И. Николовым). В настоящее время В.А. Вознесенский избран иностранным членом Российской академии архитектуры и строительных наук, он член Американской статистической ассоциации.

Моделирование и оптимизация в материаловедении. МОК-44

21–22 апреля 2005 г. в Одессе состоялся очередной 44-й Международный семинар по проблемам моделирования и оптимизации композитов (МОК-44), который организовали и провели Международная инженерная академия, Научный совет по компьютерному материаловедению МИА, Одесская государственная академия строительства и архитектуры (ОГАСА), Центр научно-технического творчества ОГАСА, Одесский дом ученых.

На семинаре рассматривались следующие темы:

- экспериментально-статистические модели в компьютерном материаловедении;
- метод Монте-Карло в материаловедении;
- многокритериальные задачи и компромиссные решения;
- оценка стойкости и долговечности;
- оптимизация материалов и конструкций.

Бессменным руководителем семинара является доктор технических наук В.А. Вознесенский, который от имени организационного комитета приветствовал участников. Для участия в семинаре было заявлено более 150 авторов с 86 докладами и сообщениями. Заседания традиционно проходили в Зеленом зале старинного особняка Толстых, построенного в XIX в. по проекту архитектора Боффо, где с 1923 г. расположен Одесский дом ученых.

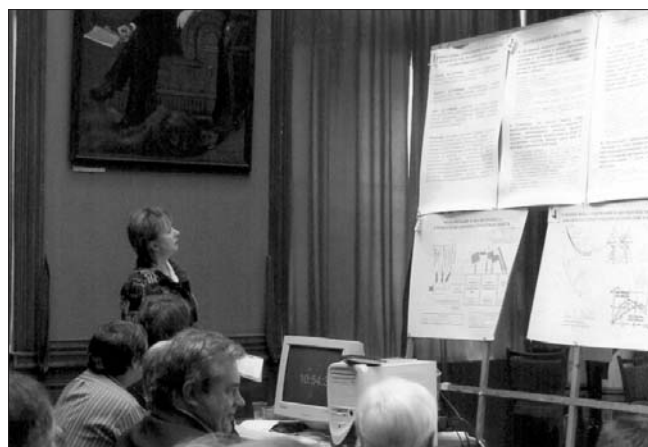
До начала работы семинара по сложившейся традиции были проанализированы и подведены некоторые итоги работы участников и научных школ за прошедший год. Многие участники семинара существенно продвинулись в своих творческих и научных поисках, завершив и защитив диссертации, получив почетные степени и звания, написав и издав монографии, учебники. Кроме того, была проделана большая организационная и внедренческая работа по реализации разработок в производство, что свидетельствует о возрождении интереса к результатам научных исследований со стороны предприятий и организаций.

С докладом «Проблема правдоподобия гипотез строительного материаловедения и методы компьютерного материаловедения» выступил д-р техн. наук В.А. Вознесенский (Одесса), который обобщил материалы исследований за тридцать пять лет – от экспериментально-статистических моделей 70-х гг. до методов компьютерного материаловедения нынешнего века. Докладчик рассмотрел вопросы фрагментарного подхода в исследованиях и предложил варианты обобщения результатов с целью получения максимальной информа-

ции от проведенных опытов и экспериментальных данных. При этом все выводы и пути реализации поставленных задач должны решаться комплексно, с высоким уровнем качества и иметь четкую направленность для дальнейшей реализации в производство, что могут обеспечить современные компьютерные технологии. В качестве практического руководства для материаловедов В.А. Вознесенский предложил активнее использовать структурно-субстанциональные модели в строительном материаловедении, которые хотя и требуют значительного интеллектуального напряжения и профессионального мастерства, но позволяют получить правдивую информацию о структуре, свойствах материала и его качественных превращениях.

Большое внимание специалистов привлек доклад канд. техн. наук **Е.С. Шинкевич** (Одесса) «Оптимальные технологические решения производства силикатных модифицированных материалов и изделий», который представлял собой законченный вариант докторской диссертации. Стало доброй традицией проводить апробацию работ на семинаре. Настойчивость докладчика в выдвигаемых гипотезах и предложениях, отстаивание полученных результатов и сделанных выводов, уверенные ответы на многочисленные вопросы коллег позволили семинару сделать заключение о высокой степени зрелости как диссертации, так и диссертанта.

Как всегда увлекательно и достаточно спорно представил свое видение структуры и свойств гетерогенных материалов д-р техн. наук **В.Н. Выровой** (Одесса). Доклад вызвал бурную дискуссию и обмен мнениями по вопросу развития трещин при замораживании-оттаивании строительных материалов. Концепция механизма распределения деформаций в материале с присутствием трещин различной ширины раскрытия и изменяемой траекторией их развития, выдвигаемая автором, была подвергнута комплексному анализу и критике. Однако, учитывая высокий уровень компетентности докладчика, предложенные аргументы и иллюстрации, многие противники выдвигаемой концепции вынуждены были



Е.С. Шинкевич, канд. техн. наук (Одесса, Украина)



Марек Циак, доктор наук (Ольштин, Польша)



В зале заседаний во время работы семинара

согласиться с его представлениями по моделированию процесса разрушения искусственных конгломератов. Тем более что данный доклад изобилует конкретными примерами и полученными зависимостями между структурой строительных материалов, характером технологических трещин и принципами управления этими процессами в широком диапазоне рецептурно-технологических параметров.

Об изучении процесса коррозионного разрушения бетона в агрессивных средах сделал блестящий доклад д-р техн. наук **А.С. Файбусович** (Луганск). Им были представлены теоретические основы для количественной оценки коррозии бетона. Выведенные автором математические зависимости распространения фронта коррозии для любой агрессивной среды в линейном и объемном отображении являются значительным вкладом в теорию коррозии бетона и позволяют использовать полученные результаты в качестве методологического аппарата в исследовательской практике. Доклад вызвал большой интерес, множество вопросов и получил одобрение подавляющего числа участников семинара.

Весьма содержательным, с обилием интересных иллюстраций и нестандартных подходов к решению поставленной задачи в вопросах совместимости добавок в цементных системах был доклад польского ученого доктора **Марека Циака** (Ольштин). Приведенные им классификации по добавкам в бетоны и полученные экспериментальные данные для различных рецептур и компонентов отличались оригинальностью подхода и интересными выводами, полученными с использованием современных компьютерных технологий. Докладчику было задано много вопросов, на которые он старался отвечать не только по существу, но и с прищипом юмором.

Интересный доклад «Математическое и экспериментальное моделирование разрушения упруго-хрупких тел сосредоточенными нагрузками» сделал д-р физ.-мат. наук **А.Д. Деметьев** (Новосибирск). Докладчик не только теоретически обосновал принципы разрушения тел, но и рассказал о практическом приложении результатов исследований. Его разработки легли в основу изготовления рабочих органов установок по разрушению горных пород, при проходке тоннелей и т. п. Новые экспериментальные данные в совокупности с теоретическим обоснованием стали основой ряда патентов и новых устройств, а полученный экономический эффект свидетельствует о важности данной работы для народного хозяйства.

Следует отметить еще несколько докладов и сообщений, вызвавших интерес аудитории, — «Оптимизация составов газобетонов применением железосодержащих компонентов» канд. техн. наук **А.А. Шишкина** (Кривой

Рог), «Физические основы прогнозирования напряженного состояния бетона в бетонных и железобетонных конструкциях» канд. техн. наук **Р.Я. Ливши** (Львов), «Возможность использования искусственных нейронных сетей в строительной науке» канд. техн. наук **О.А. Попова** (Одесса), «Пути повышения стойкости бетона в конструкциях сельскохозяйственного назначения» д-ра техн. наук **Л.Г. Филатова** (Сумы), «Оптимизация и моделирование УЗК-воздействия на грунты при пробоподготовке» канд. техн. наук **А.М. Пономаренко**, «О механических напряжениях, создаваемых кластерами гетерогенной среды» канд. техн. наук **А.Н. Герези** (Одесса) и др.

Пробовали свои силы молодые ученые из различных городов и научных школ. Положительные оценки получили работы молодых ученых Р.В. Пархоменко (Львов), В.В. Троян (Киев), Е.Э. Самойловой (г. Макеевка Донецкой обл.), Е.В. Мартынова (Одесса), Н.В. Лушниковой (Ровно), А.Н. Григоренко (Харьков), О.А. Пушкаренко (Днепропетровск) и др.

Дискуссии и обсуждения докладов и сообщений происходили не только во время заседаний, но и в перерывах, что способствовало дополнительному вовлечению участников в работу семинара, выработке консолидированных суждений по обсуждаемым вопросам.

Международные семинары МОК давно превратились в школу повышения квалификации научных работников в области строительных материалов и материаловедения. Досадно, что российская научная общественность упорно не желает принимать участие в этих ежегодных форумах познания и обмена опытом. А ведь есть чему поучиться у наших коллег в вопросах эффективного использования современных методологий и технологий.

А.П. Пичугин, д-р техн. наук (Новосибирск)

 <p>БГТУ</p>	<p>Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова</p>	
<p>Международная научно-практическая конференция Современные технологии в промышленности строительных материалов и стройиндустрии (XVII Научные чтения)</p>		
<p>Белгород</p>	<p>5-7 октября 2005 года</p>	
<ul style="list-style-type: none"> • Современные проблемы строительного материаловедения. • Научные основы энерго- и ресурсосберегающих технологий производства строительных материалов. • Строительные конструкции, здания и сооружения. • Архитектура и градостроительство. • Эффективные материалы, технологии и машины для строительства и эксплуатации автомобильных дорог. • Инженерная защита окружающей среды. • Информационные технологии в управлении техническими системами и моделировании. • Энергосберегающие технологические комплексы и оборудование для производства строительных материалов. • Актуальные проблемы экономического развития. 		
<p>В рамках конференции состоится V Международная научно-практическая конференция-школа-семинар молодых ученых, студентов, аспирантов и докторантов, посвященная памяти В.Г. Шухова.</p>		
<p>308012, Россия, Белгород, ул. Костюкова, 46, БГТУ им. В.Г. Шухова, ОНТИ</p>		
<p>Тел./факс: (0722) 25-17-49 e-mail: conf@intbel.ru http://conf.bstu.ru</p>		

Российская строительная неделя-2005

4–7 апреля 2005 г. в Москве состоялась крупнейшая в России комплексная выставка в области строительства и отделки – Российская строительная неделя. Ее традиционно организует английская выставочная компания ITE. В MosBuild-2005 приняли участие около 1700 фирм из России (более 60%), Австрии, Германии, Великобритании, Дании, Испании, Италии, Китая, Кореи, Польши, Словении, Словакии, Турции, Финляндии, Франции, Швеции и др. Общая площадь выставки составила 95 тыс. м². Экспозицию посетило более 80 тыс. человек.

Российская строительная неделя состоит из 13 выставок, среди которых наиболее известна выставка MosBuild (Строительство). В этом году организаторы разместили экспонентов на двух площадках. В Экспоцентре на Краснопресненской набережной остались разделы «Строительство», «Сантехника и оборудование для ванн и комнат», «Керамика и камень», «Системы отопления, вентиляции, кондиционирования воздуха и искусственного охлаждения», «Оборудование и технологии для керамической промышленности», «Ландшафтная архитектура и приусадебное хозяйство», «Металл в строительстве», ранее размещавшийся в Центре международной торговли. В выставочный комплекс «Крокус Экспо», расположенный за пределами Москвы, были переведены экспозиции, посвященные внутренней отделке помещений под общим названием MosBuild+ («Напольные покрытия», «Интерьер, отделочные материалы и дизайн», «Окна и двери», «Стекло и фасады»).

Следует отметить, что организаторам мероприятия удалось достаточно четко разделить экспонентов по тематикам, благодаря чему произошло естественное разделение потока посетителей на выставке подготовили как технические новинки, так и программы продвижения материалов. На стендах компаний состоялись пресс-конференции, презентации, натурные показы и др.

Традиционно большинство участников выставки являются крупными зарубежными, отечественными или совместными компаниями по производству строительных материалов и конструкций или их дилерами. Многие из них специально для представления на выставке подготовили как технические новинки, так и программы продвижения материалов. На стендах компаний состоялись пресс-конференции, презентации, натурные показы и др.

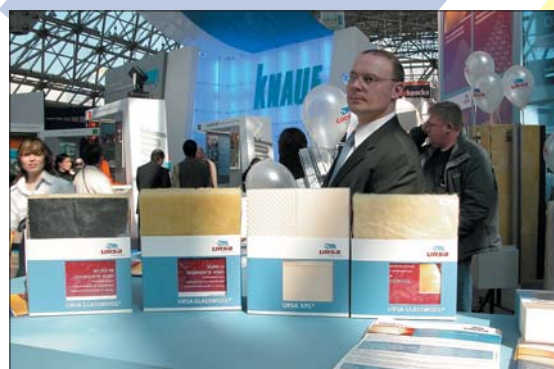
Новую стратегию работы представила компания **ROCKWOOL**. Теперь компания поставляет не только теплоизоляцию, но и готовые решения – системы теплоизоляции. Разработка систем была продиктована необходимостью повышения качества работы с клиентами на фоне роста объемов строительства в России, обострением конкуренции на рынке и ратификацией Киотского протокола, который направлен на сокращение выбросов парниковых газов. В рамках этого подхода на выставке были представлены две новые системы: кровельная система ROCKROOF и фасадная система ROCKFACADE, включающие не только комплекс материалов, необходимых для монтажа, но и консалтинг.

Система ROCKROOF предназначена для плоских крыш с основанием из профнастила или железобетонных плит. В нее входят гидроизоляционная мембрана, теплоизоляция ROCKWOOL, система механического крепления, пароизоляционная пленка и др. Элементы системы подобраны таким образом, что их свойства взаимно дополняют и усиливают друг друга.

Система ROCKFACADE с тонким штукатурным слоем предназначена для наружной теплоизоляции. Она состоит из четырех основных слоев: клеевого, теплоизоляционного, армирующего и декоративного. В настоящее время разработано специальное программное обеспечение для AutoCAD, а также альбомы технических решений, что во многом повышает качество и упрощает работу проектировщиков.

Другой активный игрок рынка теплоизоляции – компания **URSA** привлекала посетителей не только качественными материалами на основе штапельного стекловолокна и экструдированного пенополистирола, но и новым проектом – традиционным вспененным полистиролом, производство которого начато в Сибирском и Приволжском округах.

Компания **ISOVER**, запустившая в 2004 г. производство теплоизоляционных материалов на основе стекловолокна в России, заняла позицию третьего «кита» отечественного теплоизоляционного рынка. Стратегию продвижения материалов компания строит на внедрении новых технологий производства и узкой специализации каждого выпускаемого материала. Например, известно, что теплофизические и физико-механические свойства волокнистых теплоизоляционных материалов существенно зависят от свойств волокна. Поэтому на заводе в г. Егорьевске в начале 2005 г. была освоена технология производства волокна Arlanda Plus, характеризующегося меньшим диаметром и высокой однородностью. Это позволило существенно улучшить характеристики материалов, особенно изделий низкой плотности.



Теперь ассортимент материалов URSA пополнился вспененным полистиролом URSA EPS



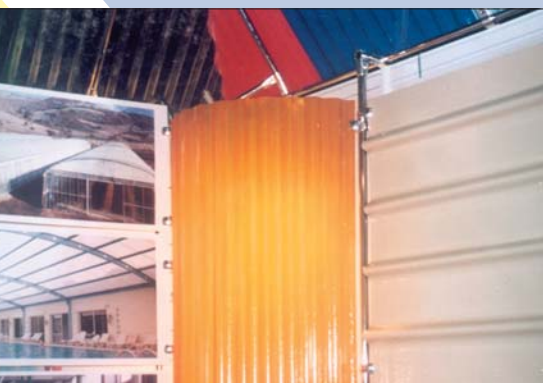
Коэффициент теплопроводности (λ) стал главным элементом рекламной компании фирмы. А пушистые веселые «лямбды» действительно заставляли посетителей остановиться у стенда или просто улыбнуться в ответ



Компания «Мосстрой 31» представила декоративные элементы из ППС сложной конфигурации, которые фирма может производить на новом резательном оборудовании



Новая композитная черепица «Luxard» на стенде компании «ТехноНИКОЛЬ»



Стеклопластиковые материалы компании «Фибротек» имеют высокие декоративные свойства и придают строениям эlegantный внешний вид



Стенд фирмы «КНАУФ» традиционно отличался оригинальным дизайном, высокой информативностью и удобством для посетителей

Учитывая, что в Европейском сообществе выработаны единые стандарты требований к изоляционным материалам, где во главу угла поставлена оценка теплопроводности, фирма ISOVER проводит ребрендинг российского ассортимента. Теперь в маркировке изделий главным показателем является не плотность, а коэффициент теплопроводности. Например, маркировка КТ 40 означает, что теплоизоляционные маты имеют коэффициент теплопроводности 0,04 Вт/(м·°С).

Кровельные и гидроизоляционные материалы традиционно занимали значительную часть экспозиции и были представлены как жесткими, так и мягкими кровельными материалами.

С новыми материалами можно было познакомиться на стенде **компании «ТехноНИКОЛЬ»** — одного из ведущих российских производителей кровельных, гидро- и теплоизоляционных материалов. Расширение спектра предлагаемой кровельной продукции произошло за счет жестких материалов. Впервые была представлена черепица «Luxard» на основе металлического листа. Стальной лист толщиной 0,5 мм покрыт слоем нового для России сплава алюминия, цинка и кремния (ALUZINK), акрилатом, базальтовой крошкой и специальным лаком. Такая черепица обеспечивает высокие эксплуатационные качества кровли. Гарантия производителя на сохранение свойств черепицы составляет 50 лет.

Новое направление деятельности компании — производство рулонных звукоизоляционных материалов марки «Изофон» и «Изофон-супер». Материалы предназначены для защиты от ударного шума. Рулонный звукоизоляционный материал «Изофон» состоит из стеклохолста, на который с одной стороны нанесен слой битумно-полимерного компаунда, придающий материалу влагозащитные свойства. В качестве защитного слоя на компаунд нанесена полимерная пленка. Материал используется в качестве звукоизолирующей прокладки под плавающую стяжку или напольное покрытие (ламинат, паркет и др.), в деревянных конструкциях.

Технические характеристики материала «Изофон»

Масса 1 м ² , кг, не менее	1,3
Динамический модуль упругости при нагрузке 2 кПа, МПа, не более	0,2
Разрывная нагрузка при испытаниях полоски шириной 5 см, Н, не менее	170
Индекс снижения уровня ударного шума, Дб, не менее	23

«Изофон-супер» является не только звуко-, но и гидроизоляционным материалом. Он состоит из стеклохолста, покрытого битумно-полимерным связующим и внешним звукоизолирующим слоем, выполненным из специального полиэфира с высокими звукоизоляционными свойствами. Верхняя сторона мембраны «Изофон-супер» защищена полимерной пленкой, а зона бокового нахлеста — легко снимаемой силиконизированной пленкой.

Технические характеристики материала «Изофон-супер»

Масса 1 м ² , кг, не менее	2
Динамический модуль упругости при нагрузке 2 кПа, МПа, не более	0,25
Разрывная нагрузка при испытаниях полоски шириной 5 см, Н, не менее	294
Индекс снижения уровня ударного шума, Дб, не менее	23
Водонепроницаемость при давлении 0,01 МПа в течение не менее 72 ч абсолютная	

Завод изоляционных материалов «Эверест-Изоляция», выпускающий рулонные битумно-полимерные материалы, предложил новый материал этой группы — «Монокрон»™, который разработан совместно с компанией Moonshine Ing. Group на основе СБС-модифицированного битума и полиэстерового полотна. По данным производителя гибкость материала на брусе радиусом закругления 10 мм составляет -20°С, теплостойкость +110°С, он характеризуется низкой текучестью компаунда. Гарантия составляет 10 лет, расчетный срок эксплуатации более 50 лет.

Жесткие кровельные материалы были широко представлены как отечественными, так и иностранными производителями, которые предлагали металлические профилированные листы и кровельные панели с теплоизоляцией, цинковую и медную кровлю, традиционный шифер и др.

Новый российский производитель стеклопластиковых материалов — **компания «Фибротек»** — дебютировала на выставке. В декабре 2004 г. в г. Нефтекамск (Республика Башкортостан) запущено производство стеклопластиковых фасадных и кровельных покрытий. Панели представляют собой полупрозрачные прямые или волнистые листы, которые производятся на основе ненасыщенных полиэфирных смол, армированных рубленым стекловолокном с добавками УФ-стабилизаторов, антиоксидантов и др.

Технические характеристики панелей «Фибротек» толщиной 1,5 мм

Прочность при разрыве, Н/мм ²	61,2
Модуль эластичности, Н/мм ²	8000
Прочность при изгибе, Н/мм ² ,.....	190
Водопоглощение, мас. %.....	0,4

Панели «Фибротек» могут быть окрашены согласно цветовой гамме каталога RAL и хорошо сочетаются в конструкциях с другими материалами. Проведенные испытания показали соответствие материалов стандартам пожарной безопасности. Они разрешены к применению для наружной отделки стен и крыш.

Высокую оценку специалистов в этом году получила выставка «Технокерамика». На ней были представлены разработки крупнейших мировых производителей оборудования для керамической промышленности, среди которых преобладали итальянские компании. Это было обусловлено весьма активной позицией итальянской ассоциации производителей оборудования для керамической промышленности ACIMAC, а также института внешней торговли Италии ICE.

Впервые на выставочном форуме мирового уровня был представлен стенд молодого омского научно-производственного и проектного предприятия – *Института новых технологий и автоматизации промышленности строительных материалов (ИНТА)*. Разработки института вызвали интерес не только у российских, но и у зарубежных специалистов.

В выставочном комплексе «Крокус Экспо» значительное место занимала экспозиция «Окна и двери». На ней же был расположен стенд официального спонсора MosBuild-2005 корейской *компании LG Chem*, представляющей пластиковые профили для производства окон.

Выступая на пресс-конференции, посвященной открытию выставки, генеральный директор LG Chem господин Ли Ман Хи отметил, что 2005 год войдет в историю компаний как дата начала работы в России. В весьма амбициозных планах фирмы – завоевание лидерства на российском рынке оконных технологий.

Краткий экскурс в историю фирмы, созданной в 1947 г., быстро занявшей лидирующее положение в химической промышленности Кореи, ставшей в 1958 г. создателем более известной в России компании LG Electronics и весьма обоснованно намеревающейся войти к 2013 г. в пятерку лидеров мировой химической промышленности, показывает, что на российском рынке профилей вполне могут произойти изменения, и весьма существенные.

Походу в Россию предшествовало длительное и многостороннее маркетинговое исследование. Специально были разработаны конструкции профилей, отвечающие специфическим условиям переработки и эксплуатации в России – L-600 и L-700, имеющие повышенную теплоизоляцию и защиту от шума, минимальное число деталей и специальную разметку, указывающую место установки крепежа. Корейские разработки вызвали высокий интерес специалистов.

Оригинальную разработку впервые в Европе представила *компания VELUX*. Для неосвещенных естественным светом помещений под крышей дома предназначен световой туннель ВЕЛЮКС. Обычно такими помещениями являются коридоры, холлы, гардеробные и ваннные комнаты. Окно светового туннеля, так же как и любого другого мансардного окна, устанавливается в крышу. Солнечный свет проводится в помещение по гофрированной трубе с высокой степенью отражения, при этом освещаемое помещение должно иметь горизонтальный потолок.

Следует отметить, что данный тематический раздел практически полностью был подготовлен для работы со специалистами. Производители и поставщики профилей из ПВХ, металла были ориентированы на встречу с производителями оконных конструкций. Этому способствовало соседство с поставщиками оборудования для производства окон из ПВХ, стеклопакетов и др.

Широкий спектр материалов для отделки включал обои, тканевые покрытия, пластиковые панели, штукатурные составы и др. Технологии производства и нанесения материалов теперь позволяют декорировать практически любую поверхность от гипсокартона до старинной кирпичной кладки.

Новым словом в технологии сухой отделки стала система для отделки стен и потолков *компании «Садко»* из Екатеринбурга. В систему «Садко» входит каркас из металлических профилей и панели из вспененного ПВХ. Несущие профили монтируются к стене вертикально, а монтажные – горизонтально. Облицовочные панели защелкиваются на монтажных профилях, а ступенчатая обработка кромки позволяет создавать практически незаметные швы. Технологию можно использовать на различных основаниях, так как не требуется предварительной отделки поверхности. Масса 1 м² каркаса с облицовкой составляет 3,5 кг.

В рамках многих выставок MosBuild-2005 прошли научно-технические и презентационные мероприятия, в которых приняли участие специалисты из многих регионов России, стран СНГ и дальнего зарубежья. Российская строительная неделя вновь подтвердила свои лидирующие позиции в сегменте строительных выставок и продемонстрировала резервы для дальнейшего развития.

С.Ю. Горегляд



На MosBuild-2005 дебютировала российская фирма «Инкеррам», представляющая интересы итальянских производителей «Piccinini impianti», «Cosmes», «Bongioanni macchine»



На стенде Ассоциации «Крилка» была представлена коллекция образцов, обработанных огнезащитными составами и прошедших огневые испытания



Компания VELUX впервые в Европе презентовала световоды для неосвещенных помещений



На открытой площадке компания «Элис» представила декоративные кованные решетки, садовые скамейки и другие необычные изделия из кованого металла



ИНТЕРСТРОЙЭКСПО-2005

С 19 по 23 апреля 2005 г. в Санкт-Петербурге на территории выставочного комплекса «Ленэкспо» в рамках международного строительного форума «Интерстройэкспо-2005» прошла крупнейшая в Северо-Западном регионе специализированная выставка «Интерстройэкспо», включающая специализированные выставки: «Строительный дизайн», «Окна. Двери. Кровля», «Теплоент», «Российская стройиндустрия», «Российская промышленность для ЖКХ», «Загородное домостроение». Экспозиция разместилась в пяти павильонах и на открытой площадке, общая выставочная площадь составила более 18 тыс. м². Свои достижения представили около 800 экспонентов.

Неуклонно растет интерес зарубежных компаний к выставке. Это подтверждается тем, что в 2005 г. в «Интерстройэкспо» приняли участие компании из 29 стран мира, среди которых традиционное большинство составляют фирмы Финляндии, многие из них приезжают не впервые. Представительство зарубежных фирм составило около 15%. Иностранными партнерами мероприятия выступили: Международный комитет организаторов выставок (IBEC), Finnexpo и Finpro (Финляндия), Генеральное консульство Польши, Autage (Литва), Czehtrade (Чехия), SBA Korea (Южная Корея), Генеральное консульство Эстонской Республики. Содействие продвижению итальянских фирм на российский рынок обеспечивает институт внешней торговли ICE. Впервые в международном строительном форуме принимали участие компании из Южной Кореи и Швейцарии.

Выросло количество посетителей выставки – почти 80 тыс. человек, из которых более 10% – иностранные специалисты.

Наиболее представительным традиционно было участие предприятий Санкт-Петербурга и Ленинградской области. Разнообразные серийные и единичные железобетонные изделия для строительства и монтажа жилых домов модернизированной 137-й серии представил

ДСК «Блок» группы ЛСР (Санкт-Петербург). Модернизированная 137-я серия отличается улучшенной архитектурно-планировочной компоновкой квартир, возможностью проектирования необходимого набора квартир по индивидуальному заказу в существующих блок-секциях, доступностью здания для маломобильных групп населения (лифтовая кабина расположена на одном уровне с землей), использованием различных цветовых решений фасадов и др.

Впервые на строительном форуме представляло свою продукцию ООО «Кировский домостроительный комбинат» (г. Кировск Ленинградской обл.). Проведенные реконструкция и техническое перевооружение позволяют комбинату выпускать широкий ассортимент железобетонных изделий и мелкоштучных вибропресованных изделий. На базе испанской линии «Тенсиланд» комбинат производит предварительно напряженные без опалубочного формования железобетонные плиты перекрытий для применения в зданиях с несущими стенами из кирпича или монолитного бетона. Плиты изготавливаются на стендах длиной 125 м в виде непрерывных полос шириной 1200 мм и высотой 300 мм.

Порадовала новинками традиционная экспозиция стеновых строительных материалов. Павловский завод строительных материалов ПО «Ленстройматериалы» (п. Павлово Кировского района Ленинградской обл.), являющийся производителем широкого ассортимента силикатного кирпича и сухой известково-песчаной смеси, предложил вниманию строителей блоки силикатные стеновые межкомнатные пустотелые.

Технические характеристики блоков

Размеры, мм	500×250×80
Влагопоглощение, %	8–12
Масса, кг	13,7
Пустотность, %	22
Индекс изоляции воздушного шума, дБ	45



Новинки, представленные на стенде Союза строителей Мурманска, обсуждают (справа налево): вице-губернатор Санкт-Петербурга А.И. Вахмистров, председатель комитета Госдумы по промышленности, строительству и наукоемким технологиям М.Л. Шакум, зам. председателя комитета ТПП РФ по предпринимательству в сфере строительства и ЖКХ Л.С. Барина, ректор СПбГАСУ Ю.П. Панибратов



ООО «Кировский домостроительный комбинат» было создано в 2002 г. на базе Дубровского производственного комбината. После технического перевооружения предприятие выпускает 120 наименований продукции, из которых можно возводить дома до 25 этажей с повышенными потребительскими свойствами, сложными объемно-планировочными решениями и эффектными долговечными фасадами



На «Интерстройэкспо-2005» успешно дебютировал раздел «Строительное оборудование, строительные машины и спецтехника», который занял большую часть открытой площадки

Быстровозводимые дома каркасного типа из многослойных панелей были представлены заводом-автоматом «Haus-konzept Содружество» (г. Колпино Ленинградской обл.). Панели представляют собой многослойную конструкцию, состоящую из штукатурного слоя толщиной 6–7 мм; слоя пенополистирола 40 мм; плит OSB толщиной 15 мм, между которыми расположен слой минераловатного утеплителя толщиной 180 мм, паронепроницаемый барьер Ютафтол Н и деревянные стойки 60×180 мм шагом 650 мм; гипсокартона Gyproc толщиной 13 мм. Такая конструкция панели обеспечивает тепловые характеристики дома в соответствии с современными нормами.

Характерной чертой развития современного строительства является расширение области использования быстровозводимых и мобильных зданий, что стимулировало создание новых и развитие существующих технологий производства конструкций для такого строительства. Впервые на строительном форуме были представлены несущие пенополистирольные панели для скоростного строительства, производимые фирмой «Радослав» (г. Переславль-Залесский Ярославской обл.).

Технологии и материалы для устройства промышленных полов по шведской технологии «СуперПол» с использованием российского сырья – кварца карьера Гора Хрустальная (Екатеринбург), цемента завода «Осколцемент» (Старый Оскол Белгородской обл.) и модифицирующих добавок шведской фирмы «ProKit» были представлены ООО «ССМ-Бетон» (Санкт-Петербург). Технология «СуперПол» предназначена для покрытий, воспринимающих высокие и средние эксплуатационные нагрузки, и может применяться не только при устройстве новых бетонных полов, но и при восстановлении старых.

Новую серию комплексных добавок для бетонов продемонстрировало ООО «Управляющая компания «Группа предприятий «СКТ-СТАНДАРТ» (Гомель, Беларусь). Комплексная добавка «Хидетал-П-5» является воздухововлекающей; ускорителем твердения; суперпластификатором – набор прочности за 24 ч твердения без пропарки составляет 65–75% прочности от нормируемой, на третьи сутки – 100% прочности от нормируемой; снижает водопотребность бетонной смеси до 23%, повышает подвижность бетонной смеси с П1 до П5 без снижения прочности изделия. Комплексная добавка «Хидетал-П-6» предназначена для бетонов с высокими требованиями по морозостойкости и водонепроницаемости и является пластификатором III группы, повышающим морозостойкость с F150 до F300, водонепроницаемость с W8 до W18, подвижность бетонной смеси с П1 до П3 без снижения прочности изделия. Комплексная добавка «Хидетал-П-7» относится к пластификаторам III группы, ускорителям твердения и



Теплоизоляционные характеристики первого в России брендированного стеклопакета Thermobel, выпускаемого с использованием низкоэмиссионного стекла Low-E, посетители могли оценить собственноручно

уплотняющим добавкам: набор прочности за 24 ч твердения без пропарки составляет 65–75% прочности от нормируемой, на третьи сутки – 100% прочности от нормируемой, повышает подвижность бетонной смеси с П1 до П3 без снижения прочности изделия, повышает среднюю плотность бетона до 2650 кг/м³ в зависимости от дозировки. Все добавки представляют собой порошки.

Некоторые российские регионы организовали коллективные стенды: Минархстрой республики Коми, Министерство строительного комплекса Московской области, Управление архитектуры и градостроительства Новгородской области, Союз строителей Мурмана, Департамент строительства и ЖКХ Мурманской области, Министерство по строительству и коммунальному хозяйству Саратовской области.

В рамках «Интерстройэкспо-2005» дебютировал раздел строительного оборудования, строительных машин и спецтехники. Раздел был представлен на площади более 2 тыс. м². Среди участников выставки этого направления такие компании, как «Водоканалстрой», «Вольво Восток», «Интерлизинг», «Транслайн», для которых участие в «Интерстройэкспо» также явилось дебютом.

«Интерстройэкспо» всегда отличается продуманной деловой программой. Ежедневно проводились семинары, конференции, презентации участников выставки. В рамках строительного форума прошла пресс-конференция некоммерческой организации «Хризотилловая ассоциация», на которой выступили заместитель исполнительного директора по взаимодействию стран СНГ С.В. Ершов, старший научный сотрудник лаборатории отраслевой гигиены труда и промышленной вентиляции Екатеринбургского медицинского научного центра профилактики и охраны здоровья рабочих промпредприятий Минздравсоцразвития РФ О.В. Широкова, менеджер по связям с общественностью Д.В. Никитин. «Хризотил-асбест – одно из самых безопасных промышленных волокон!» – под таким слоганом Хризотилловая ассоциация участвовала в международном строительном форуме, и это было основной темой проведения пресс-конференции.

Организация главного выставочного события в Северо-Западном регионе высоко оценивается специалистами – участниками и посетителями. Однако высокий профессиональный уровень организаторов, доброжелательное отношение к экспонентам не могут компенсировать дефицита выставочных площадей. Поэтому мы рады были узнать, что ВК «Ленэкспо» ведет строительство нового павильона, полностью отвечающего современным требованиям. Ввод в эксплуатацию павильона № 7 позволит расширить экспозицию «Интерстройэкспо-2006» и откроет возможности для дальнейшего развития перспективных тем.

«Жилищное строительство: стратегическое развитие, экономические аспекты»

состоялся 20–21 апреля 2005 г. в Санкт-Петербурге в рамках Международного строительного форума «Интерстройэкспо». В нем приняли участие официальные делегации Архангельской, Астраханской, Белгородской, Владимирской, Вологодской, Ивановской, Калининградской, Кировской, Ленинградской, Липецкой, Московской, Мурманской, Новгородской, Псковской, Ростовской, Свердловской, Тамбовской, Тульской, Ярославской областей, Ямало-Ненецкого АО, Ставропольского, Краснодарского, Хабаровского краев, Республик Коми, Карелия, Татарстан, в состав которых входили руководители профильных министерств и комитетов, руководители предприятий и организаций строительного комплекса. Также в работе конгресса участвовали руководители и специалисты различных ассоциаций, общественных организаций, учебных и исследовательских институтов, сотрудники консульств Великобритании, Канады, Швеции, Института внешней торговли Италии. Всего в работе конгресса приняли участие более 400 человек.

За два дня работы конгресса участники обсудили широкий спектр тем — от проблем развития рынка и его законодательного регулирования до вопросов использования новых эффективных строительных материалов.

Выступление вице-губернатора Санкт-Петербурга **А.И. Вахмистрова** было посвящено жилищному строительству города. В 2004 г. петербургские строители сдали 2,03 млн м² жилой площади, это 524 дома примерно на 28 тыс. квартир. Объем капитальных вложений вырос по сравнению с 2003 г. на 15%. За счет средств городского бюджета в 2004 г. было завершено строительство 20 объектов, в том числе построено пять жилых домов общей площадью около 40 тыс. м², что вдвое больше, чем в 2003 г.

А.И. Вахмистров подробно остановился на проблеме реконструкции жилья первых массовых серий. Активное участие в этой работе принимают московские строители, в частности Московская инвестиционно-строительная компания. Он отметил, что реконструкция пятиэтажек в городе проводится не только силами инвесторов. В 2004 г. была принята адресная программа санации жилых домов первых массовых серий на 2005–2008 гг. Все работы в рамках этой программы проводятся за счет средств городского бюджета.

В 2004 г. в Санкт-Петербурге стартовала новая схема государственного заказа, размещение которого осуществлялось исключительно по результатам конкурсных и внеконкурсных процедур (открытый конкурс, способ запроса котировок, способ «у единственного источника»). В результате экономическая эффективность при размещении госзаказа составила 1,77 млн р. Открытые торги и

конкурсы на проведение подрядных работ обеспечили снижение стоимости строительства не менее, чем на 7%.

Большой интерес вызвал доклад заместителя главы Администрации Калининградской области **С.В. Лантева**. Он отметил, что основными направлениями деятельности строительного комплекса области являются реализация Федеральной целевой программы развития Калининградской области на период до 2010 г., развитие жилищного и гражданского строительства, а также базы стройиндустрии и промышленности строительных материалов.

Строительный комплекс Калининградской области включает более 730 подрядных организаций, предприятий ПСМ, проектных и других компаний различных форм собственности, в которых работает 48 тыс. человек.

В 2004 г. на территории области за счет всех источников финансирования построено 244,5 тыс. м² жилья, что составляет 105% к 2003 г. и 0,26 м² на душу населения. Однако 33,8 тыс. человек все еще нуждаются в улучшении жилищных условий.

Ипотечное жилищное кредитование является на современном этапе наиболее перспективным для решения «квартирного вопроса». В связи с этим в марте 2003 г. областной Думой принят Закон Калининградской области «Об утверждении Программы ипотечного жилищного кредитования населения Калининградской области на 2004–2007 годы». В рамках этой программы намечается улучшить жилищные условия более 900 семей. В областном бюджете на 2005 г. на эти цели предусмотрено 22,8 млн р.



М.Л. Шакум, председатель Комитета Госдумы по промышленности, строительству и наукоемким технологиям



В.П. Стрельбицкий, нач. управления развития стройиндустрии и ПСМ Департамента градостроительной политики, развития и реконструкции Москвы



А.Н. Семеняка, генеральный директор ОАО «Агентство по ипотечному жилищному кредитованию»



Предприятиями стройиндустрии и ПСМ в 2004 г. выпущено продукции на сумму 930 млн р, что составляет 110% к уровню 2003 г. В настоящее время в регионе выпускаются практически все основные виды строительных материалов, изделий и конструкций. Некоторые изделия высокого качества, например двери, с удовольствием покупают строительные организации из многих регионов и городов России.

В области проводится работа с целью максимального использования местного производственного и научно-технического потенциала, привлечения иностранных инвестиций и технологий, направленных на создание новых и модернизацию существующих мощностей по выпуску современных эффективных строительных материалов.

Многие выступающие — руководители строительных комплексов регионов — высказывали определенную тревогу в связи с принятием Федерального закона «Об участии в долевом строительстве многоквартирных домов и иных объектов недвижимости». Они отмечали, что будучи направленным на защиту прав дольщиков, закон является весьма сложным документом. Он не предусматривает необходимых механизмов, регулирующих правовые отношения участников долевого строительства. Не разработаны соответствующие подзаконные акты. Таким образом, в настоящее время закон практически препятствует привлечению в строительство инвестиций юридических и физических лиц, которые составляли до недавнего времени до 15%. Для застройщиков это ошутимая потеря.

Были озвучены данные исследования, проведенного в Санкт-Петербурге: 44% горожан предпочитают вкладывать деньги в строительство жилья, поскольку это вложение реально защищает их от инфляции. В тоже время банки не стремятся вкладывать деньги в сферу строительства, мотивируя это высокими рисками. В 2004 г. объем кредитования строительного сектора по данным банковского сообщества Санкт-Петербурга и Северо-Запада составил 4%, что на 1% меньше, чем в 2003 г.

В настоящее время наблюдается возрастающий спрос не только на элитное жилье, но и на типовые одно- и двухкомнатные квартиры. Это лучшее свидетельство роста благосостояния населения и формирования среднего класса, что является фактором стабильности и поступательного развития всего общества. Однако покупка жилья, даже самого недорогого, по-прежнему является недоступной роскошью для подавляющего большинства населения. Например, в Санкт-Петербурге за 2004 г. объем сделок по покупке квартир уменьшился на 10%. Поэтому одной из важнейших задач власти всех уровней является развитие ипотечного



кредитования. Об этом говорили практически все участники конгресса.

В связи с этим большой интерес и активное обсуждение вызвал доклад генерального директора ОАО «Агентство по ипотечному жилищному кредитованию» **А.Н. Семеняки**, который представил концепцию развития единой системы рефинансирования ипотечного жилищного кредитования. Он отметил, что ипотечное жилищное кредитование развивается в различных регионах крайне неравномерно. Самые высокие показатели в Приволжском Федеральном округе, где проживает 21,5% населения страны, а объем рефинансирования ипотечных кредитов — 43,4%. В Южном Федеральном округе проживает 15,8% населения страны, объем рефинансирования ипотечных кредитов — 1,5%. В Северо-Западном Федеральном округе работа по ипотечному жилищному кредитованию лучше всего поставлена в Вологодской области — объем рефинансирования кредитов составляет 77,1% от общего объема по округу.

На конференции «Жилищное строительство: проблемы качества и безопасности жилья» в рамках конгресса было отмечено, что возникновение в последние годы большого числа небольших строительных организаций, укомплектованных низкоквалифицированными кадрами, отрицательно сказывается на всех стадиях строительного цикла. Не способствует повышению качества строительства и привлечение крупными подрядчиками рабочей силы из бывших союзных республик. За годы перестройки серьезные потери понесла система профессионального образования в строительстве. В этой ситуации возрастает роль органов Госархстройнадзора, а основными критериями, по которым следует оценивать качество строительства, должны быть вопросы безопасности, прочности, устойчивости и эксплуатационной надежности объекта, его конструкций и инженерных сетей. Участники конгресса активно обсуждали вопрос создания и функционирования саморегулируемых организаций, которые могут стать эффективным общественным контрольным аппаратом.

Значительная часть выступлений была посвящена вопросам использования новых строительных технологий.

Большой резонанс вызвали доклады, сделанные на конференции, посвященной малоэтажному строительству, так как для многих регионов страны именно такое строительство является основным.

Участники конгресса посетили строительные и промышленные объекты Санкт-Петербурга — квартальную многоэтажную жилую застройку (компания ССМО «Лен-СпецСМУ), клубный коттеджный поселок в ближайшем пригороде (компания «Петростиль»), завод промышленной переработки стекла (компания «Главербор Петербург»).

СОБЫТИЯ

Администрация Пензы приглашает московских инвесторов

21 апреля 2005 г. в Комплексе архитектуры, строительства, развития и реконструкции Москвы в рамках Программы межрегионального сотрудничества в области строительства состоялась презентация инвестиционных проектов, предлагаемых к реализации в Пензе (Поволжский федеральный округ РФ). Делегацию Пензы возглавлял исполняющий обязанности главы администрации А.В. Пашков. В нее также входили заместитель главы по строительству, главный архитектор города и начальник управления градостроительства и архитектуры.

В своем выступлении А.В.Пашков представил объективные характеристики города, его географическое положение, структуру промышленности и доходной части бюджета, демографический и социальный состав населения. Особо докладчик остановился на состоянии и структуре строительного комплекса, рынке жилья. Он отметил, что в Пензе строится около 120 тыс. м² жилья в

год, в то время как производственные мощности позволяют строить 600 тыс. м² в год. В городском жилищном строительстве принят курс на возведение 17–22-этажных домов.

Администрация Пензы предлагает московским инвесторам площадки под строительство как в центральных, так и в периферийных районах города – 370 га для строительства микрорайонов и 160 га под точечную застройку. В первую очередь администрация заинтересована в строительстве гостиниц высокого и среднего класса, торговых и развлекательных центрах, киноконцертного зала, аквапарка. Вниманию инвесторов, среди которых были такие крупные компании, как «ИНТЕКО», «Моспромстройматериалы», «ИК Квартира.РУ», «ПИК-Регион», было представлено около 30 площадок.

Московским инвестиционным компаниям администрация гарантирует всестороннее содействие и индивидуальный подход.

По материалам КАСРР Москвы

Нужен камень и песок – получи лицензию

Депутаты Приморья узаконили порядок предоставления недр для разработки месторождений общераспространенных полезных ископаемых на территории края.

Общераспространенными полезными ископаемыми, порядок предоставления которых относится к полномочиям субъектов, являются глина, камень, песок. Согласно Закону «О предоставлении месторождений общераспространенных полезных ископаемых на территории Приморского края», право пользования участками недр для разработки этих месторождений предоставляется на конкурсной основе.

Исключение составляют месторождения, балансовый запас которых не превышает 500 тыс. м³, – в основном это

придорожные карьеры, используемые в дорожном строительстве. В этом случае право пользования может быть предоставлено без проведения конкурса. Это позволяет упростить процедуру оформления разработки.

В настоящее время лишние административные барьеры, которые делают дорожное строительство более длительным и дорогостоящим, никому не нужны. А когда речь идет о месторождениях песка, глины и камня более значительных объемов, то проведение конкурса или аукциона обязательно, как и наличие лицензии на разработку всех месторождений.

По материалам
Законодательного собрания
Приморского края

У гигантов лакокрасочного рынка появится новый конкурент?

Год назад ООО «Корунд» купило имущественный комплекс ОАО «Корунд» (г. Дзержинск Нижегородской обл.) – единственного российского производителя цианоселей и синтетического корунда – за 301 млн р. ООО «Корунд» является 100% дочерним предприятием московской компании «Оргсинвест», которая аффилирована с ЗАО «Газонефтехимическая компания».

На предприятии ведется модернизация производств и реализация так называемых мелких программ стоимостью

до 1 млн USD. В частности, до конца мая планируется запустить в эксплуатацию цех экспериментальных пентафталевых лакокрасочных материалов мощностью 150 т в месяц, а также дорожной краски – до 600 т в сезон. Второй этап развития лакокрасочного производства – создание производства алкидных лаков мощностью 25–30 тыс. т в год.

Лакокрасочное производство ООО «Корунд» выделено в дочернее ООО «Корунд-Лакокраска».

По материалам
ООО «Корунд-Лакокраска»

В Магадане начато производство полимерных труб для ЖКХ

На Магаданском механическом заводе (ММЗ) запущена новая производственная линия по изготовлению полипропиленовых труб, утепленных ППУ, для использования в жилищно-коммунальном хозяйстве. Проект по созданию линии по производству труб обошелся ММЗ в 10 млн р, еще столько же выделено из средств фонда особой экономической зоны.

Использование полимерных предизолированных труб поможет решить проблему обновления всех тепло-

коммуникаций Колымы и позволит снизить тепловые потери почти в четыре раза при увеличении срока службы труб до 30 лет.

В ближайшее время первая партия труб, выпущенных на новой линии, поступит в районы Магаданской области, где температура зимой достигает –50°C. По мнению экспертов, их использование снижает риск возникновения чрезвычайных ситуаций в условиях низких температур.

По материалам
ИА «REGNUM-ВолгаИнформ»

Введен в эксплуатацию самый мощный на Северо-Западе завод по производству бетона и растворов

Предприятие Группы ЛСР ОАО «Объединение 45» введено в эксплуатацию в промышленной зоне «Парнас» новый бетоносмесительный завод башенного типа, проект которого разработан финской инжиниринговой компанией «Steel-Kamet», мощностью 180 м³/ч. Инвестиции в проект превысили 2 млн евро.

При проектировании завода использованы новейшие технологии в сфере производства бетонных и растворных смесей. Для подогрева материалов и воды установлена теплоэнергетическая дизельная установка «Турбоматик» фин-

ского производителя Polarmatic OY мощностью 1,25 мВт. Дозирование материалов для приготовления бетона осуществляется с точностью до 0,5–0,6%. Впервые в Санкт-Петербурге на производстве бетонных смесей установлен автоматический дозатор сухих добавок. Завод оснащен двумя смесителями уплотненного бетона по 2,25 м³ немецкой фирмы BHS.

Мощности нового завода способны увеличить производительность предприятий ОАО «Объединение 45» на 30%, благодаря чему компания сможет охватить около 70% рынка строительных растворов и 40% рынка товарного бетона Санкт-Петербурга. По итогам 2004 г. ОАО «Объединение 45» занимает более 26% городского рынка бетонных и растворных смесей.

Санкт-Петербургский «Дорстройпроект» вошел в Группу ЛСР

Одна из крупнейших дорожно-строительных компаний Северо-Запада России «Дорстройпроект» вошла в Группу ЛСР. На момент вхождения в Группу ЛСР компания «Дорстройпроект» являлась весьма успешным предприятием, включающим пять производственных баз, лабораторно-испытательный центр, семь асфальтосмесительных установок, располагающим 600 единицами дорожно-строительных машин.

Возможность использовать ресурсы Группы ЛСР после объединения позволили «Дорстройпроекту» в короткие сроки существенно расширить и модернизировать свою материально-техническую базу. В частности, по лизинговой схеме приобретено 20 самосвалов Scania грузоподъемностью 25 т и 20 грузовиков Iveco грузоподъемностью 20 т.

В России открылись первые кирпичные магазины

ЗАО «Керамика», крупнейший оператор рынка керамического кирпича России, реализующий продукцию кирпичных заводов Группы ЛСР – «НПО «Керамика», «Ленстройкерамика», «Победа», открыла первую в России специализированную розничную сеть кирпичных магазинов «Кирпичный центр». Впервые при розничной продаже кирпича будут введены дисконтные карты для клиентов. Также впервые кирпич можно будет приобрести с помощью банковских пластиковых карт.

Кроме широкого ассортимента керамической продукции в магазинах будут представлены архитектурные проекты, материалы (сухие строительные смеси) и инструменты, необходимые для кирпичного строитель-

Сумма сделки составила 4 млн евро. За счет собственных средств компании были приобретены 13 новых экскаваторов Volvo. Инвестиции составили около 1,4 млн евро. В 2005 г. предполагается приобрести новую мобильную дробильно-сортировочную установку «Титан», а также новый асфальтосмеситель немецкой фирмы «Ammann».

В настоящее время производственная мощность асфальтобетонных заводов компании составляет 500 тыс. т в год. В 2005 г. «Дорстройпроект» планирует произвести около 350 тыс. т асфальтобетона.

Традиционно большинство объектов компании находилось в Ленинградской области. Объединение с крупнейшим производственно-строительным холдингом позволило «Дорстройпроекту» успешно участвовать в тендерных торгах за крупные городские заказы. В частности, в апреле выигран контракт комитета по строительству Правительства Санкт-Петербурга на сумму 41,5 млн р.

ва. Специалисты магазинов оказывают бесплатные консультационные услуги по подбору и расчету необходимого ассортимента для каждого проекта дома, осуществляется доставка продукции на объекты.

Всего открыто четыре «Кирпичных центра», которые объединены единой телефонной линией. Общая численность работников в «Кирпичных центрах» составляет 30 человек.

В настоящее время розничный рынок керамического кирпича Санкт-Петербурга и Ленинградской области оценивается в 45–50 млн шт. усл. кирпича. Планируемый уровень продаж кирпича через «Кирпичные центры» на 2005 г. составляет около 20 млн шт.

Предполагается, что в течение года новые магазины посетит не менее 60 тыс. человек.

По материалам Группы ЛСР

Полносорное домостроение остается перспективным для строительства жилья

ОАО «Завод железобетонных изделий-1» (Гатчинский р-н Ленинградской обл.), принадлежащий московской компании ЗАО «Строительная корпорация «Росстрой», приступил к производству полносорных жилых домов.

ОАО «Завод железобетонных изделий-1» в 2004 г. был приобретен корпорацией «Росстрой» для создания полного производственного цикла на рынке жилищного строительства. Общий объем инвестиций «Росстрою» в реновацию завода ЖБИ-1 составит 30 млн USD.

Входящее в «Росстрой» ЗАО «СУ-155» является одним из учредителей ОАО «Московская инвестиционно-

строительная компания» (МИСК), получившего в рамках соглашения между правительствами Петербурга и Москвы участки для санации жилья первых массовых серий и нового строительства.

В настоящее время продукция завода используется в строительстве жилого комплекса общей площадью 140 тыс. м² в районе Купчино (Санкт-Петербург). Строительство ведется ОАО «МИСК» в рамках проекта по расселению жилья первых массовых серий. Третья и четвертая очереди жилого комплекса будут полностью выполнены из сборных конструкций завода ЖБИ-1.

По материалам компании «Деловой Петербург»



«Ас-Тик КП»

ПОСТАВКА ПОЛИМЕРНЫХ ПРОТИВОНАЛИПАЮЩИХ ФУТЕРОВОЧНЫХ ПЛАСТИН
ДЛЯ ЭКСКАВАТОРНОГО И ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Проблема налипания материала на рабочие поверхности оборудования решена!

Противоналипающие полимерные футеровочные пластины (ППФП) – эффективное средство борьбы с налипанием различных материалов на рабочие поверхности технологического оборудования.

ППФП обладают:

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

ППФП выпускаются различных размеров, технологичны, надежны в эксплуатации.

Эффективность ППФП подтверждается долговременной успешной эксплуатацией в качестве облицовки рабочих поверхностей технологического оборудования – бункеров для хранения огарок, приемных бункеров гипса, гранул, чаш грануляторов, циклонов и др. – на предприятиях цементной промышленности России: ОАО «Новоросцемент», ОАО «Осколцемент», ОАО «Магнитогорский ЦОЗ», ОАО «Ангарскцемент».

В настоящее время осуществляется опытно-промышленное внедрение ППФП на ООО «Топкинский цемент», ОАО «Угловский известковый завод», ООО «Глинопереработка» (Россия), ОАО «Волынь-Цемент» (Украина) и АО «Цемент» (Молдова).

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

ООО «Ас-Тик КП»

Телефон: (095) 236-07-68 Тел./Факс: (095) 718-48-12

E-mail: astik_kp@mail.ru

УДК 66.023.3

В.Г. КУЗНЕЦОВ, президент, В.М. ЗАТКОВЕЦКИЙ, главный технолог, канд. хим. наук, И.П. КУЗНЕЦОВ, коммерческий директор, ООО «Ас-Тик КП» (Москва), А.В. МАЛИНОВ, главный инженер, канд. техн. наук, В.Н. ПОЛУХИН, главный конструктор, ЗАО ПКФ «Воронежский керамический завод», В.С. АФАНАСОВ, генеральный директор, ЗАО «Копанищенский комбинат строительных материалов» (Воронежская обл.)

Полимерные футеровочные пластины – эффективное решение проблемы налипания увлажненных материалов на рабочие поверхности технологического оборудования

Опыт эксплуатации технологического оборудования в различных регионах России и стран СНГ свидетельствует, что зачастую его производительность резко падает, а в ряде случаев работа становится вообще невозможной из-за интенсивного налипания разрабатываемых и перегружаемых увлажненных сырьевых материалов на рабочие металлические поверхности. При низких температурах положение ухудшается из-за дальнейшего примерзания налипшего материала.

Экспериментальными исследованиями, проведенными специалистами фирмы «Ас-Тик КП», установлено, что толщина налипшего слоя материала на металлических стенках составляет в среднем 50–250 мм в зависимости от горно-технических и горно-геологических условий эксплуатации технологического оборудования. В результате этого пропускная способность узлов уменьшается на 20–50% и более, что влечет за собой существенное снижение производительности оборудования в целом.

Следует отметить, что традиционно расчистка технологических узлов от налипшего материала осуществляется, как правило, с использованием малопроизводительного тяжелого физического труда.

Известно, что около 30% территории России и стран СНГ занимает зона материалов повышенной увлажненности, а половина разрабатываемых состоит из суглинков и глин. Повышенная влажность материалов особенно проявляется в осенне-весенние периоды. При этом зафиксированные экспериментально значения липкости разрабатываемых материалов находятся в диапазоне от 0,5 до 50 КПа и более [1], что требует поиска эффективных и универсальных решений борьбы с налипанием.

В настоящее время известно много способов и технических решений в области борьбы с налипанием, в том числе механические (скребки, щетки, вибраторы и др.), термические (обогревательные устройства), электрофизические (устройства, использующие электроосмос), химические (применение жидких профилактических веществ). Однако перечисленные направления не дали достаточно эффективных решений в связи с определенной сложностью изготовления, монтажа и эксплуатации либо с вредным воздействием на обслуживающий персонал и окружающую среду.

Фирма «Ас-Тик КП» с целью борьбы с налипанием материалов рекомендует полимерные противоналипающие футеровочные пластины (ППФП) различной толщины, эффективно применяющиеся на предприятиях основных отраслей народного хозяйства России и стран СНГ в различных горно-геологических и горно-технических условиях [2, 3, 4]. ППФП обладают высокой гидрофобностью (краевой угол смачивания 85–90%), низким коэффициентом трения (по стали 0,13–0,15, по сырьевым материалам 0,38–0,45), износостойкостью и ударопрочностью, химической стойкостью к действию кислот, щелочей и др., температурный интервал эксплуатации от –40 до +120°C. Для материалов с коэффициентом крепости по шкале Протодьяконова до 6 единиц рекомендуется применять ППФП ОИ (обычного исполнения), а более 6 единиц – ППФП ПИУ (повышенной износостойкости и ударной прочности). ППФП могут поставляться толщиной от 1,5 до 80 мм, шириной до 2000 мм, длиной до 4000 мм (рис. 1).

На предприятиях стройиндустрии важное значение придается мероприятиям, улучшающим точность дозирования



Рис. 1. Применение ППФП на различных видах оборудования: а – на стенках бункера МГОК; б – на полимерном плужковом сбрасывателе

сырьевых материалов и заполнителей для обеспечения требуемого качества готовой продукции. Установка электрических вибраторов на металлических стенках бункеров, воронок и других устройств для улучшения выпуска материалов малоэффективна вследствие того, что налипающие материалы трудно поддаются вибрационному воздействию.

С целью расширения областей применения ППФП на предприятиях строительных материалов в ЗАО ПКФ «Воронежский керамический завод» и ЗАО «Копанищенский комбинат строительных материалов» были проведены опытно-промышленные испытания весовых бункеров дозаторов и бункера, предназначенного для кратковременного хранения сырьевых материалов.

ППФП толщиной 6 мм были смонтированы в коническом бункере (размеры входного отверстия 1100 мм, выходного отверстия 300 мм, высота 1400 мм) для сырья весовой тележки стекловаренной печи. Загружаемый материал представляет смесь песка, борной кислоты, углекислого бария и каолина общей влажностью 4–9% и размером частиц 1–3 мм. Интервалы рабочих температур от +5 до +20°C.

Сравнение эксплуатационных показателей бункера, оборудованного ППФП, и бункера необорудованного свидетельствует о следующем:

1. Простой металлического бункера, связанные с его расчисткой, составляли 2–3 ч в неделю. Для расчистки привлекался один человек. В связи с неэффективностью работы вибратора приходилось производить его замену с периодичностью два раза в год и проводить ремонт бункера три раза в год.
2. Бункер, оборудованный ППФП, работает без простоев при отсутствии зависания материала на его стенках и без вибратора (рис. 2). За время эксплуатации было осуществлено порядка 1200 контрольных взвешиваний. Суммарная масса смеси составила порядка 660 т (при массе взвешивания 550 кг и до 30 взвешиваний в сутки).
3. При визуальном осмотре ППФП износа не отмечено.

Аналогичная картина наблюдалась и на бункере для отошающего сырья, представляющего собой смесь песка, измельченного боя керамической плитки и доломита влажностью 4–9%. Интервал рабочих температур составлял от –10 – +10°C. Трапециевидальный бункер имеет размеры в верхней части 2000×2000 мм, в нижней части 400×400 мм и высоту 1600 мм. Перегрузочный узел представлял вибрэкстратор длиной 1800 мм и шириной 450 мм. Объем перегружаемого материала составлял порядка 84 т в сутки. За время эксплуатации бункеров, оборудованных ППФП, и не оборудованного, перегружено порядка 7560 т материала. Простой бункера, не оборудованного ППФП, составляли 4–5 ч в неделю (чистка бункера, замена стенок бункера и вибратора). Для чистки бункера привлекалось два человека. Бункер с ППФП работает без простоев и зависаний материала при отсутствии вибратора. Износа пластин за период эксплуатации не отмечено.

В ЗАО «Копанищенский комбинат строительных материалов» ППФП толщиной 10 мм были смонтированы на бункере для приема и краткосрочного хранения природного измельченного мела, основные физико-механические характеристики которого следующие: естественная влажность 10–20%, гранулометрический состав 0–50 мм, предел прочности при сжатии 5,8–6,8 МПа. Размеры приемного бункера составляли в верхней части 4000×6000 мм, в нижней части 1000×1000 мм при высоте 5000 мм. Интервал рабочих температур составлял от –20 до +10°C. За время эксплуатации бункера, оборудованного ППФП, через него перегружено порядка 550 т природного мела, значительно уменьшились простои оборудования, толщина налипания, время очистки бункера и физические усилия, требующиеся при очистке. Визуально отмечен незначительный износ пластин. Следует под-

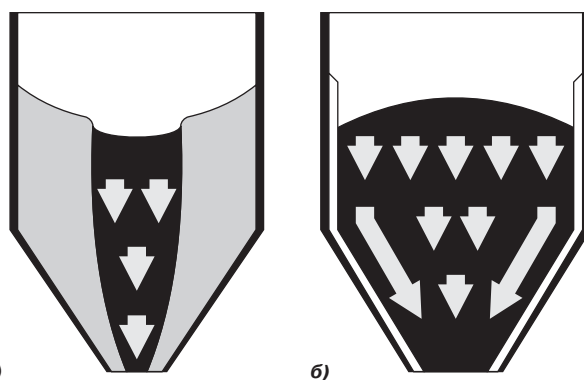


Рис. 2. Движение материала по стенкам бункера: а – нефутерованные; б – футерованные ППФП

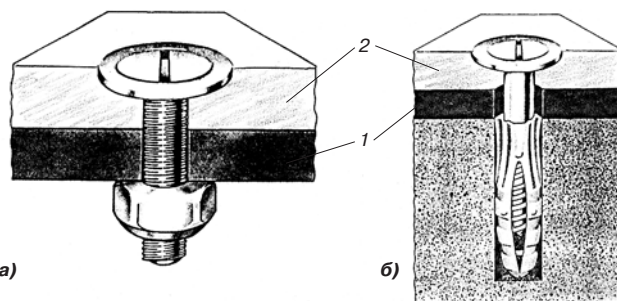


Рис. 3. Схемы крепления ППФП к защищаемым рабочим поверхностям оборудования: а – метизное впасть; б – то же, с дюбелем; 1 – стенка рабочего оборудования; 2 – ППФП

черкнуть, что для полной футеровки бункера требуется порядка 60 м² ППФП, а зафутеровано было лишь 27 м².

На рис. 3 показан наиболее часто применяемый вариант крепления ППФП к стенкам технологического оборудования.

Результаты опытно-промышленных испытаний ППФП свидетельствуют, что для обеспечения заданной погрешности дозирования цемента и воды $\pm 2\%$ и заполнителей $\pm 3\%$, а также для улучшения качества готовой продукции на цементных заводах и шихты на стекольных и керамических заводах целесообразно оборудовать ППФП рабочие поверхности весовых бункеров-дозаторов как циклического, так и непрерывного действия, а также бункеров, предназначенных для кратковременного хранения и последующего выпуска сырьевых материалов. При этом удаляются вибраторы с электрическим приводом и вспомогательным оборудованием (трансформаторы, преобразователи частоты тока и штепсельные соединения).

Список литературы

1. Кузнецов В.Г., Кочетов Е.В., Россихин Г.В., Игнатов С.М. Повышение производительности роторных комплексов и драглайнов за счет уменьшения налипания грунта. ЦНИИТЭИтяжмаш. Сер. 2. Горное оборудование. Вып. 1. 1991.
2. Кузнецов В.Г., Жуков В.П., Михайлов Е.М., Сырцов В.М., Рубин С.М. Полимерные противоналипающие футеровочные пластины // Строит. материалы. 2000. № 6. С. 10.
3. Кузнецов В.Г., Старовойтов В.М., Суворов В.М., Суцев С.В. Снижение налипания сырья на рабочие поверхности технологического оборудования // Цемент и его применение. 2000. № 3. С. 10.
4. Кузнецов В.Г., Кузнецов И.П. Повышение технологических возможностей использования строительных материалов при работе с липкими грунтами // Строительные и дорожные машины. 2003. № 4. С. 11.

Бумажные мешки для упаковки сыпучих материалов «Корснас Пекеджинг»

Международная компания «Корснас Пекеджинг» является вторым по величине производителем бумажных мешков в Европе. Компания представлена 11 заводами и 25 торговыми представительствами. Заводы компании равномерно расположены по всей территории Европы. В Восточной Европе производства мешков расположены в Украине, Чехии, Румынии и Сербии.

Все заводы независимо от региона их расположения оснащены современными производственными линиями, работают в соответствии с едиными стандартами и уделяют большое внимание подготовке персонала. В настоящее время компания «Корснас Пекеджинг» обеспечивает 15% потребности всего европейского рынка в промышленных бумажных мешках. Потребителями бумажных мешков компании «Корснас Пекеджинг» являются такие международные холдинги, как Dycerhoff, Heidelbergcement, Lafarge, Holcim, Cemex, Italcementi, Titan и другие производители цемента, а также крупнейшие европейские производители сухих строительных смесей — Henkel, Knauf, Ortiroc и др.

Производственная мощность компании составляет более 1 млрд мешков в год. На ее предприятиях работают около 1000 сотрудников, а оборот в 2004 г. составил более 200 млн USD.

Компания «Корснас Пекеджинг» является частью группы «Корснас», которая также включает в себя компанию «Корснас АБ», занимающуюся производством бумаги. «Корснас АБ» была создана в 1855 году и в 2005 году празднует свое 150-летие. «Корснас АБ» наряду с производством белой и бурой мешочной бумаги высокого качества производит также бумагу для упаковки жидкости и целлюлозу. Бумага компании «Кор-

снас АБ» по своим прочностным характеристикам была внесена в Книгу рекордов Гиннеса как самая прочная бумага в мире.

В свою очередь, группа «Корснас» принадлежит шведской корпорации «Кинневик», владеющей различными компаниями в более чем 50 странах мира. Это производство бумаги и мешков, телевидение, радио, газеты, банки, страховые и маркетинговые компании. Акции компании «Кинневик» зарегистрированы на Стокгольмской фондовой бирже.

С начала 2005 года вступила в действие инвестиционная программа группы «Корснас» по увеличению производственных мощностей завода в Украине, чтобы воспользоваться близостью к рынкам стран СНГ — России, Белоруссии, Казахстана — и единым экономическим пространством. В начале 2005 года завод был оснащен современной немецкой линией и многоцветной печатной машиной. Это увеличило производственную мощность завода с 30 до 80 млн мешков в год. И это только начало больших перемен. Руководство компании видит огромные перспективы роста и развития рынков Восточной Европы и постоянно расширяет свои инвестиционные планы.

Следует отметить, что «Корснас Пекеджинг» — это единственная компания, предлагающая своим покупателям комплексное решение в упаковке. Наряду с производством мешков, компания выпускает наполняющее и пакетирующее оборудование, оборудование для укладки наполненных мешков на паллеты.

В ассортименте компании «Корснас Пекеджинг» широкий спектр бумажных мешков — клапанные, открытые, мешки с дном типа «ласточкин хвост». Более всего компания сфокусирована на произ-

водстве мешков для строительной отрасли, продавая 28% изделий производителям цемента и 27% — производителям сухих строительных смесей. Остальная часть распределяется следующим образом: 16% — пищевые продукты, 9% — химические вещества, 7% — корма для животных и 13% — прочие сегменты рынка.

20 лет назад «Корснас Пекеджинг» стала первой компанией, предложившей концепцию однослойного мешка, которая была подхвачена другими производителями и сейчас активно применяется.

Для производства мешков используется бумага, клей, краска только лучших мировых фирм. Большая часть потребляемой бумаги производится компанией «Корснас АБ» (Швеция).

Компания постоянно совершенствует свою продукцию на всех уровнях. Высококвалифицированные специалисты разрабатывают новые сорта бумаги, придавая им лучшие потребительские свойства. Совершенствуются конструкции мешков. Большое внимание уделяется дизайну упаковки и качеству печати. Этому способствует внедрение более современного флексографического оборудования и качественных красок.

Совершенствование технологических свойств бумажных мешков учитывается при разработке и модернизации оборудования для фасовки сыпучих продуктов, что позволяет совершенствовать процессы упаковки и увеличивать срок хранения материалов.

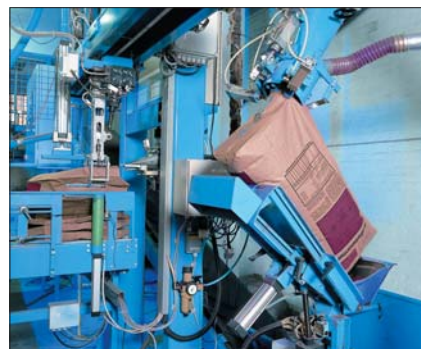
О. Мелько
региональный представитель
компании «Корснас Пекеджинг»
в России, странах СНГ и Балтии



Компания «Корснас АБ» выпускает самую прочную в мире бумагу



Цех по производству бумажных мешков



Фасовочное оборудование компании «Корснас Пекеджинг»

М.В. СЕНЯНСКИЙ, генеральный директор, О.М. ЕПИШКИН, главный менеджер
отдела автоматизированных весовых систем и технологий дозирования,
М.В. ГУСЕВ, начальник отдела технологий дозирования,
ЗАО «Весоизмерительная компания «Тензо-М» (Москва)

Модернизация действующих и разработка новых автоматизированных бетоносмесительных установок

Созданная в 1990 г. ЗАО «Весоизмерительная компания «Тензо-М» к настоящему времени является одним из российских лидеров по разработке и производству тензометрических датчиков и весоизмерительного оборудования для взвешивания, дозирования и учета в различных отраслях народного хозяйства, в том числе стройиндустрии. Ежегодно компания выпускает более 20 тыс. тензометрических датчиков и 5 тыс. весов и дозаторов различных наименований и модификаций, которые отвечают высоким требованиям международного уровня. Выпускаемые серийно изделия прошли испытания на утверждение типа и занесены в Государственный реестр средств измерений РФ.

Новое направление в развитии компании — модернизация действующих и разработка новых БСУ. При этом мы исходим из того, что многие действующие бетоносмесительные установки изношены, а требования к производительности и качеству изготавливаемых бетонных смесей значительно возросли. Очевидно, что модернизация действующих БСУ требует значительно меньших средств, чем строительство новых. Она позволяет намного улучшить характеристики установок по сравнению с действующими и, следовательно, повысить качество выпускаемой бетонной смеси, привести ее в соответствие с установленными требованиями; обеспечить соблюдение рецептуры бетонной смеси и технологии производства бетона; увеличить производительность установки и расширить номенклатуру производимых смесей; повысить экономию сырья и энергоресурсов.

Модернизация БСУ заключается в основном в установке новых электронных весовых дозирующих систем и объединении всех дозаторов в локальную сеть с помощью многофункционального контроллера и компьютера. Уже существующие весовые емкости на БСУ оснащаются новыми автоматическими заслонками и клапанами, шкафами электронного и пневматического управления. Возможно дополнительное оснащение техническими и программными средствами автоматизированного управления в составе новейших АСУ ТП. При необходимости устанавливается новое технологическое, транспортное и аспирационное оборудование — современные бетоносмесители, дозирующие шнеки; монтируются контрольно-измерительные приборы и датчики. Возможна также поставка вибрационного оборудования для улучшения сыпучести материалов.

При модернизации действующих БСУ могут быть усовершенствованы скипы различной грузоподъемности и модификаций для взвешивания инертных материалов-заполнителей (песка, щебня). При этом схемы взвешивания грузоприемных устройств, устройства защиты от перегрузок (электрическая и механическая) остаются и к ним добавляются тензодатчики (С2, М65, М70), терминалы или шкафы управления.

В последнее время становится актуальным контроль загрузки склада цемента. С этой целью используются различные датчики уровня цемента, а для определения его массы в силосах — электронные весовые устройства ТВЭУ-100 Г.

Для защиты от ветровых нагрузок используются антипрокидывающие устройства в составе узлов

встройки тензодатчиков. При модернизации бункеров инертных материалов-заполнителей с ленточными питателями применяются датчики типа С2 со стандартными узлами встройки типа ШС.

Чтобы минимизировать остановки технологического процесса при замене бункеров, они устанавливаются на датчики сжатия типа К2 с простейшим узлом встройки.

Все это позволило нам в 2004–2005 гг. успешно модернизировать ряд бетоносмесительных установок.

Деятельность компании не ограничивается усовершенствованием действующих установок. ЗАО «ВИК «Тензо-М»

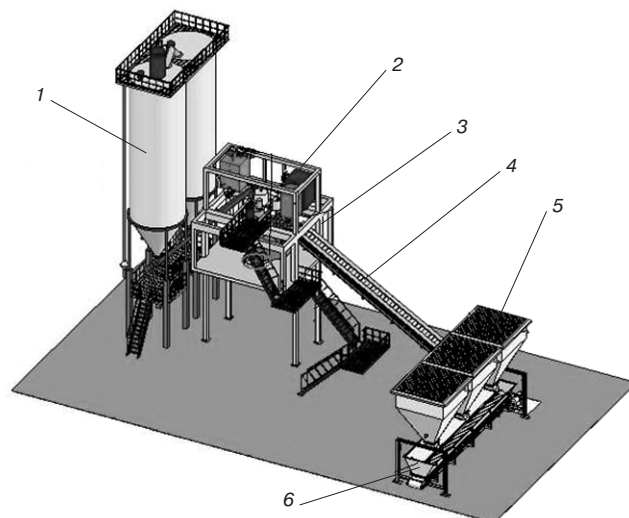


Рис. 1. Автоматизированная бетоносмесительная установка АБСУ-30 «Тензо-Микс»: 1 — склад цемента; 2 — бетоносмеситель; 3 — блок дозаторов; 4 — наклонный конвейер; 5 — расходные бункеры для инертных материалов-заполнителей (песок, щебень); 6 — дозатор-конвейер инертных материалов-заполнителей (песок, щебень)



Рис. 2. Пульт управления АБСУ-30

разработало и осуществило серийный выпуск новых мобильных всепогодных автоматизированных бетоносмесительных установок производительностью 30 м³/ч АБСУ-30 серии «Тензо-Микс» (рис. 1).

**Технические характеристики
автоматизированной бетоносмесительной установки
АБСУ-30 серии «Тензо-Микс»**

Производительность, м ³ /ч	30
Инертные материалы-заполнители	песок, щебень
Емкость готового замеса бетонной смеси, л	1000
Количество и вместимость расходных бункеров заполнителей	3 по 15 м ³
Предел погрешности дозирования	
цемента, воды и добавок	не более 1%
инертных материалов-заполнителей	не более 2%
Вместимость склада цемента, т	2х60
Установленная мощность, кВт	до 90
Обслуживающий персонал, чел.	2
Габаритные размеры, м	30х9х16

Конструкция этой современной, построенной по блочно-модульному принципу БСУ обеспечивает ее быстрый и легкий запуск в течение 7 дней, а также надежность работы в автоматическом режиме при круглогодичной эксплуатации. Не последнюю роль в этом играет то обстоятельство, что в наших БСУ используется лучшее российское и зарубежное оборудование. Среди его производителей такие известные фирмы, как WAM (Италия), Omron (Япония), Festo (Германия), Valvaut (Италия) и другие.

Загрузка цемента производится из цементовоза в склад вместимостью 120 т. Цемент, вода и добавки поступают в блок дозаторов и после блока дозаторов — в бетоносмеситель. Заполнители загружаются в расходные бункера погрузчиком, который перемещается по пандусу. Инертные материалы-заполнители подаются

из расходных бункеров через заслонки на дозатор-конвейер, который подает материалы на наклонный транспортер, передающий его в смеситель. При необходимости вместо наклонного транспортера может быть установлен сип. После перемешивания инертных материалов, цемента, воды и добавок в бетоносмесителе бетонная смесь выгружается в автобетоносмеситель или автосамосвал.

Автоматизированная система управления технологическим процессом (АСУТП) (рис. 2) производства бетона выполнена по принципу встраиваемых систем и изготовлена на базе промышленного контроллера и весовых терминалов собственного производства. Она обеспечивает управление технологическим процессом производства бетона, отображение процесса в реальном времени, учет расхода исходных материалов (цемента, песка, щебня, воды, добавок) и произведенного товарного бетона. В установке предусмотрен контроль потребляемой мощности электродвигателя бетоносмесителя и контроль влажности заполнителей. Эта современная надежная система дозирования и управления технологическим процессом, разработанная нашей компанией, является главной отличительной особенностью автоматизированной установки АБСУ-30 серии «Тензо-Микс».

Важную роль в обеспечении надежности дозирующего оборудования играют тензодатчики. Компанией «ТЕНЗО-М» освоено их производство из нержавеющей стали. Такие датчики незаменимы при изготовлении дозирующих систем, работающих во влажных и агрессивных средах. Крепление сильфонов на датчиках Т2 и Т4 из нержавеющей стали осуществляется посредством лазерной сварки. Изготовленные на этих датчиках дозаторы цемента «Гамма-200-1» и «Гамма 500-1», а также дозатор воды «Гамма 300-1» успешно эксплуатируются в течение ряда лет на ведущих предприятиях отрасли.

ТЕНЗО-М

ВЕСОИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ КОМПАНИЯ

ВЕСЫ
ДОЗАТОРЫ
ДАТЧИКИ
СИСТЕМЫ



Весы крановые



Дозатор для цемента



Дозатор для инертных материалов



Дозатор для воды и жидких добавок



Тензодатчики

ТВ-011

ТВ-014



Весы автомобильные



Дозатор для битума



ВПН-500



Весы вагонные

140050, МО, Люберецкий район, п. Красково, ул. Вокзальная, 38
Тел./факс +7 (095) 745-30-30, 501-80-22, 501-80-27, 501-80-54
[http:// www.tenso-m.ru](http://www.tenso-m.ru) e-mail: tenso@tenso-m.ru

Теплоизоляционные изделия URSA GLASSWOOL

Качественная теплоизоляция — эффективный способ энергосбережения

В настоящее время остро стоит вопрос энергосбережения, поскольку теплотери зданий превышают нормативы в несколько раз. По данным независимой международной общественной организации «Гринпис», в России теряется ежегодно более 40% вырабатываемой энергии.

Применение волокнистых теплоизоляционных материалов позволяет сократить потери тепла в два раза, что помимо прямого экономического эффекта сокращает выбросы в атмосферу CO₂, образующегося при производстве тепловой энергии. Новые более жесткие требования вызвали необходимость изменения основ проектирования и строительства зданий, потому что традиционные материалы и технологии не удовлетворяли требованиям современных норм сопротивления теплопередаче наружных ограждающих конструкций.

В российской практике широкое применение нашли строительные конструкции с утеплителями из минеральной ваты на основе стекловолокна. Одним из крупнейших производителей волокнистых теплоизоляционных материалов (ТИМ) на основе стеклянного штапельного волокна в России является компания «URSA Евразия». Изделия URSA GLASSWOOL обладают отличными физико-механическими характеристиками и занимают прочное место на отечественном рынке строительных материалов. Объем их производства в России составляет более 30% от общего объема производимых в стране минеральных ТИМ.



Процесс производства

Производство и контроль готовых изделий URSA GLASSWOOL осуществляется в соответствии с техническими условиями ТУ 5763-001-71451657–2004 «Изделия теплоизоляционные из стеклянного штапельного волокна URSA».

Материалы URSA GLASSWOOL изготавливаются из силикатного расплава с высоким содержанием кремнезема. Основные компоненты шихты — кварцевый песок, доломит и глинозем. Шихта подается пневмотранспортом в плавильную газовую печь, где плавится при температуре 1500°C, превращаясь в жидкое стекло. Затем масса попадает в чаши центрифугальной машины, действующей по принципу распылителя. Чаши имеют множество отверстий диаметром 4–5 мкм и вращаются с огромной скоростью. На образующиеся стеклянные волокна набрызгиваются связующие и масла, способствующие укреплению структуры материала и склеиванию волокон. Затем полученная вата попадает в камеру полимеризации, где обрабатывается горячим воздухом при температуре 200–230°C. Этот этап является последним при формировании заданных свойств материала. После обработки готовое изделие из стекловолокна режется по необходимым размерам. В зависимости от назначения любое изделие может быть кашировано в процессе производства алюминиевой фольгой, стеклохолстом или крафт-бумагой.

Физико-механические свойства

Номенклатура изделий URSA GLASSWOOL включает маты (М) и плиты (П) из стеклянного штапельного волокна плотностью 11–85 кг/м³ (см. таблицу). Основной отличительной особенностью матов от плит является возможность устройства изоляции большой площади без разрывов (стыков).

Плотность материала определяет многие важные характеристики, в том числе теплопроводность. Теплопроводность изделий URSA GLASSWOOL составляет 0,035–0,042 Вт/(м·К). На графике (см. рисунок) представлены значения теплопроводности ТИМ при разных значениях плотности.

Стекловолокно имеет бóльшую длину (около 15 см), чем волокно каменной ваты (1,5 см). Вследствие этого оно обладает повышенной упругостью и вибростойкостью. Прочность волокон составляет R_p = 20–25 МПа.

Изделия URSA GLASSWOOL плотностью до 35 кг/м³ относятся к группе негорючих материалов (НГ), а плотно-

Характеристики	М-11(Г)	М-15(Г)	М-25(Г)	П-15(Г)	П-20(Г)	П-30(Г)
Плотность, кг/м ³	9–13	13–18	21–25	13–16	18–26	26–32
Теплопроводность при температуре 25°C, Вт/(м·К), не более	0,042	0,041	0,037	0,041	0,038	0,035
Теплопроводность в условиях эксплуатации, Вт/(м·К), не более						
А	0,05	0,048	0,043	0,049	0,043	0,042
Б	0,055	0,053	0,05	0,055	0,048	0,046
Сорбционная влажность за 72 ч, мас. %, не более	5	5	5	5	5	5
Сжимаемость при нагрузке 2000 Па, %, не более	90	70	60	70	60	50
Горючесть	НГ	НГ	НГ	НГ	НГ	НГ



стью свыше 35 кг/м^3 – к группе Г1 (слабогорючих) (ГОСТ 30244–94).

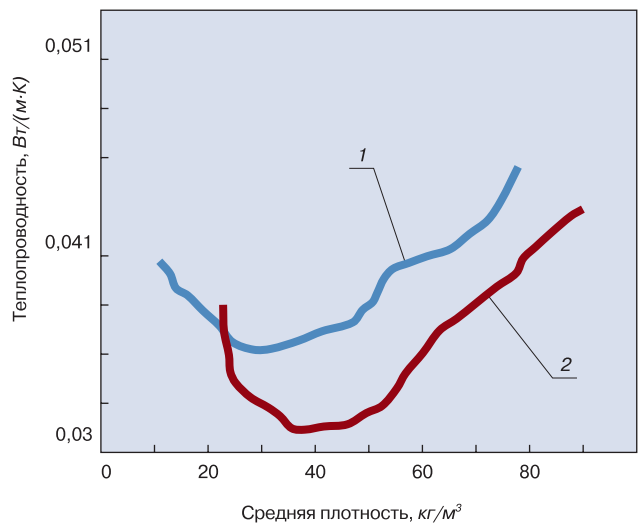
Изделия из стекловолокна отличаются стабильностью формы. Маты при упаковке в рулоны подпрессовываются в 5–6 раз и благодаря упругости и эластичности быстро восстанавливают первоначальный объем после вскрытия упаковки. За счет этих свойств ими можно облицовывать неровные поверхности без зазора между утеплителем и поверхностью, а также применять в конструкциях любой конфигурации.

Изделия обладают высокой химической стойкостью.

Содержание влаги в изделиях при нормальных условиях эксплуатации конструкции составляет не более 0,5 % по объему или 2–3 % по массе. Чтобы минимизировать влагопоглощение, вату в процессе производства пропитывают специальными водоотталкивающими составами – гидрофобизаторами (кремнийорганическими соединениями или специальными маслами).

Стекловолокнистые материалы обладают хорошей паропропускаемостью, что предотвращает накопление влаги в конструкции.

Изделия из стекловолокна URSA GLASSWOOL могут эксплуатироваться при температуре -60 – $+320^\circ\text{C}$ и применяются для тепло- и звукоизоляции ограждающих конструкций жилых, общественных и производственных зданий в конструкциях утепления наружных стен (навесные вентилируемые фасады, каркасные стены, сэндвич-панели поэлементной сборки, трехслойные стены с облицовкой из камней и блоков), каркасно-обшивных перегородок, полов по перекрытиям, скатных крыш, трубопроводов, промышленного оборудования, теплообменных аппаратов, бытовых и промышленных холодильников, различных транспортных средств.



Распределение теплопроводности каменной ваты (1) и штапельного стекловолокна (2) в зависимости от средней плотности этих материалов

В каждой конструкции к теплоизоляционным материалам предъявляются особые требования, определяемые нагрузками и воздействиями, которые испытывает утеплитель при эксплуатации и при производстве работ, что обуславливает выбор марки утеплителя. Правильный выбор марки теплоизоляционного материала обеспечивает комфортный тепловлажностный режим внутренних помещений и увеличивает звукоизолирующую способность конструкции. Например, для теплоизоляционной системы навесного вентилируемого фасада рекомендуется использовать плиты URSA GLASSWOOL П-30(Г).

Для предотвращения уноса тепла из слоя теплоизоляции за счет конвекции под действием восходящего потока воздуха, а также выноса отдельных волокон теплоизоляционного материала необходимо устанавливать ветрозащиту, функцию которой выполняет стеклохолст или ветрозащитные супердиффузионные пленки URSA SECO.

Для стен каркасного типа и межкомнатных перегородок рекомендуется использовать маты и плиты URSA GLASSWOOL средней плотностью не менее 15 кг/м^3 . Выбор марки определяется исходя из типа здания и конструктивных особенностей каркаса, а также в зависимости от требуемой звукоизоляции. Так, например, стекловолокно URSA GLASSWOOL П-45 обладает наиболее эффективными звукоизолирующими свойствами.

Качество конструкции обеспечивается качеством применяемых материалов, проектных решений и производства работ. Поэтому важно применять грамотные инженерные решения, соблюдать технологию монтажа и рекомендации производителей строительных материалов, что в конечном счете обеспечит качество возводимых конструкций.

По материалам компании «УРСА Евразия»



Официальный дистрибьютор

www.ursa.ru



ПРЕДСТАВИТЕЛЬСТВО ООО «УРСА Евразия»

В МОСКВЕ

Телефон: (095) 781-25-26, e-mail: moscow@uralita.com

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР

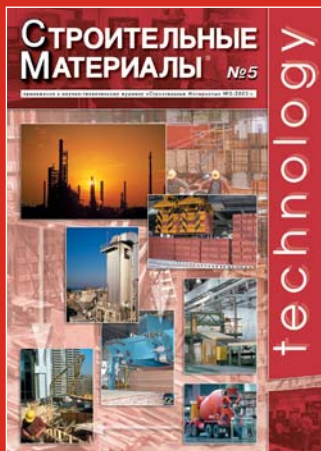
ООО «УРСА Евразия»

В МОСКВЕ

Центр Строительных Технологий «УРСА»

Телефон: (095) 980-75-96

Содержание журнала
«Строительные материалы:
technology»
№5-2005 г.



Подписной индекс
87722
по объединенному каталогу
«Пресса России»

- О.В. КОРОТЫШЕВСКИЙ, канд. техн. наук, академик РАЕН, А.А. ЖИХАРЕВ, инженер, ЗАО «Фибробетон» (Москва)
Развитие технологии по производству пенобетона ЗАО «Фибробетон»
- Т.А. ЛЕБЕДЕВА, С.А. БЕЛЫХ, кандидаты техн. наук, Братский государственный университет, А.И. КУДЯКОВ, д-р техн. наук, Томский государственный архитектурно-строительный университет
Жидкостеклянные ячеистые материалы
- А.А. РОМАНОВИЧ, канд. техн. наук, Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова
Повышение эффективности работы оборудования для измельчения материалов
- Г.И. СТОРОЖЕНКО, ген. директор, д-р техн. наук, Г.В. БОЛДЫРЕВ, Н.А. СОБЯНИН, кандидаты техн. наук, ООО «Баскей», Н.А. ДВОРНИКОВ, д-р техн. наук Институт теплофизики СО РАН (Новосибирск)
Новые технологии переработки минерального сырья в строительстве
- В.П. ДОБРОСОЦКИЙ, генеральный директор, К.С. ГРОМОВ, инженер, А.В. МАЛИНОВ, канд. техн. наук, Г.В. КОЛЬЦОВ, заместитель директора по экономике и финансам, ПКФ ЗАО «Воронежский керамический завод», Ю.В. КРАСОВИЦКИЙ, д-р техн. наук, В.Г. ИВАНОВА, инженер, Воронежская государственная технологическая академия
Рациональная организация и методика пылегазовых измерений при производстве строительных материалов и керамики

УДК 666.3-478

М.С. ВАСИЛЕВИЧ, ст. научн. сотрудник, УП «НИИСМ» (Минск, Республика Беларусь)

Некоторые аспекты разработки и производства керамических пустотелых поризованных блоков

Постоянное повышение потребительских свойств выпускаемой продукции и освоение новых видов — один из путей, позволяющих производителю удержаться на рынке. Особенно четко это подтверждается на производстве керамических стеновых материалов.

С изменением приоритетов в строительстве, направленных на снижение затрат на отопление, спрос на традиционные керамические стеновые материалы существенно снизился. Это привело к спаду производства стеновой керамики в Республике Беларусь со всеми вытекающими последствиями — низкой рентабельностью, прекращению совершенствования производства и т. д.

С 1992 г. до настоящего времени производство керамических стеновых и лицевых материалов в Республике Беларусь сократилось с 1,35 до 0,4 млрд шт. усл. кирпича. Таким

образом, на одного жителя республики в год производится всего 40 шт. кирпича, а потребляется около 8 шт. Для сравнения, в Германии — 76 шт., Испании — 132 шт., Австрии — 165 шт., Бельгии — 122 шт., Италии — 129 шт., а в Китае — 480 шт. Средняя выработка на одного работающего в производстве республики не превышает 80 тыс. шт., в Европе — от 280 тыс. шт. во Франции до 842 тыс. шт. в Австрии.

Подобная ситуация была в Европе в начале 70-х годов прошлого столетия, когда ячеисто-бетонные блоки вытеснили с рынка строительства керамические стеновые материалы. Тогда производители стеновой керамики интенсивно начали поиск новых, лучших по свойствам, чем ячеистый бетон, материалов и результатом их работ явились керамические пустотелые блоки с поризованным черепком,

получившие название «Poroton», «Klimaton», «Thermoblock» и т. д. В результате в настоящее время в жилищном строительстве Германии используется до 80% керамических материалов и только 7–8% ячеисто-бетонных блоков. Кирпичные дома служат столетиями, а затраты на их содержание самые низкие. Кроме того, по показателю комфортности они находятся на втором месте после деревянных исходя из общепринятой 20-балльной шкалы комфортности.

Технология поризации керамического черепка широко используется в мировой практике для получения стеновой керамики с высокими теплозащитными свойствами ($\lambda = 0,14-0,33$ Вт/(м·К)). При этом достигается высокое термическое сопротивление стены при сохранении высоких прочностных свойств и других достоинств керамики.

При использовании ограждающих конструкций с термическим сопротивлением $R = 3 \text{ м}^2 \cdot \text{К} / \text{Вт}$ экономия топлива за отопительный сезон может достигать 5 кг условного топлива на 1 м^2 стены.

В качестве поризующих добавок используются, как правило, гранулированные органические материалы — отходы различных производств, бытовой мусор, осадки сточных вод, опилки древесных пород. Но лучшим поризатором является вспененный полистирол с размером гранул до 3 мм.

Крупные производители строительной керамики Европы делают ставку в основном на производство крупноразмерных керамических камней и блоков повышенной пустотности с поризованным черепком. Изделия отличаются улучшенными теплоизоляционными свойствами. Коэффициент теплопроводности находится в пределах $0,14\text{--}0,33 \text{ Вт} / (\text{м} \cdot \text{К})$ при средней плотности $600\text{--}1100 \text{ кг} / \text{м}^3$; механическая прочность — $5\text{--}15 \text{ МПа}$. Низкая теплопроводность обусловлена в первую очередь высокой пустотностью изделий, рациональным объемом, конфигурацией и расположением пустот, а также, хотя и в меньшей степени, повышенной пористостью керамического черепка.

В России крупноразмерные блоки выпускает предприятие «Победа-ЛСР» в Санкт-Петербурге. Пустотность блоков 45%, средняя плотность $770\text{--}1000 \text{ кг} / \text{м}^3$, коэффициент теплопроводности $0,17\text{--}0,26 \text{ Вт} / (\text{м} \cdot \text{К})$.

Поризованная строительная керамика пользуется устойчивым спросом уже много десятилетий благодаря сочетанию высоких теплозащитных свойств, долговечности, гигиеничности и комфорта проживания.

В Республике Беларусь керамические пустотелые поризованные блоки не производились из-за отсутствия научных разработок по технологии их получения, нормативно-технической документации производства и применения.

В связи с этим в УП «НИИСМ» были выполнены исследования (руководитель темы В.Ю. Мелешко) по разработке технологии получения керамических пустотелых поризованных блоков, которые показали возможность их получения на базе глин месторождения Гайдуковка, являющихся основным сырьем для ОАО «Радощковичский керамический завод».

В качестве поризующих добавок применяли древесные опилки, лигнин, торф, вспененный полисти-

рол, а также смесь полистирола с опилками, лигнином и торфом в различном соотношении. Оценку эффективности определяли по степени поризации керамического черепка и его прочности в зависимости от количества и вида вводимой поризующей добавки. Степень поризации рассчитывалась по формуле (1) и в зависимости от состава шихты составила от 6,3 до 60,8%, а прочность при сжатии — от 5,1 до 20,5 МПа.

$$\Pi = \frac{\rho_k - \rho}{\rho_k} \cdot 100, \quad (1)$$

где Π — степень поризации, %; ρ_k — плотность черепка контрольного образца, $\text{кг} / \text{м}^3$; ρ — плотность поризованного черепка, $\text{кг} / \text{м}^3$.

Было установлено оптимальное место ввода поризующей добавки в технологической схеме производства, ее количество и влияние на формовочные свойства шихты, сушку, обжиг и свойства полученного черепка. Выпущена опытная партия изделий. Полученный в опытно-экспериментальных условиях керамический пустотелый поризованный блок размером $250 \times 120 \times 280 \text{ мм}$ имел следующие показатели в зависимости от вида и количества введенной поризующей добавки и ее гранулометрического состава:

Средняя плотность, $\text{кг} / \text{м}^3$ $800\text{--}925$
 Водопоглощение, % $23\text{--}40$
 Прочность при сжатии, МПа . . . $3,2\text{--}7,7$
 Марка по морозостойкости . . . $F25\text{--}75$;
 Коэффициент теплопроводности в сухом состоянии,
 $\text{Вт} / (\text{м} \cdot \text{К})$ $0,14\text{--}0,26$

Это позволило сделать сравнительный расчет экономической целесообразности производства керамических пустотелых поризованных блоков и рекомендовать ОАО «Радощковичский керамический завод» начать подготовительные работы по организации их производства [1].

По топливно-энергетическим затратам производство 1 м^3 керамических пустотелых поризованных блоков в зависимости от вида и количества поризующей добавки позволит снизить расход топлива по сравнению с автоклавными ячеисто-бетонными блоками плотностью $550 \text{ кг} / \text{м}^3$ на $27\text{--}38 \text{ кг}$ усл. топлива.

Исходя из этого можно утверждать, что производство керамических пустотелых поризованных блоков экономически выгодно.

Проведенными исследованиями установлено, что наиболее эффективными поризующими добавками для ОАО «Радощковичский керамический завод» являются вспененный полистирол, наиболее подходящий по фракционному составу и сохра-

няющий форму частиц при массовой подготовке, и древесные опилки.

В результате на ОАО «Радощковичский керамический завод» отработаны технологические параметры формовки, сушки, обжига и выпущена экспериментальная партия блоков пустотелых с поризованным черепком. Получены изделия размерами $250 \times 120 \times 138 \text{ мм}$ и $510 \times 250 \times 219 \text{ мм}$ с общей плотностью $850\text{--}1100 \text{ кг} / \text{м}^3$; маркой по прочности $75\text{--}175$; маркой по морозостойкости $F50\text{--}75$; коэффициентом теплопроводности в сухом состоянии $0,18\text{--}0,29 \text{ Вт} / (\text{м} \cdot \text{К})$.

Полученные в заводских условиях блоки подтверждают данные результатов исследований и свидетельствуют о возможности производства керамических пустотелых поризованных блоков из глин месторождения Гайдуковка. В настоящее время по разработанной технологии ОАО «Радощковичский керамический завод» производит пустотелые поризованные блоки размером $250 \times 120 \times 138 \text{ мм}$, а также пазогребневые блоки размером $510 \times 120 \times 138 \text{ мм}$ для внутренних перегородок.

Для организации массового выпуска крупноразмерных поризованных пазогребневых блоков размером $510 \times 250 \times 219 \text{ мм}$ необходимо разработать технологический регламент производства, выполнить реконструкцию технологической линии, разработать нормативно-техническую документацию на блоки и применение их в строительстве.

Организация промышленного выпуска керамических поризованных блоков в Республике Беларусь позволит:

- снизить расход ТЭР на единицу продукции и уменьшить потребление природного газа;
- повысить рентабельность производства;
- повысить конкурентоспособность керамических материалов в строительстве и увеличить их потребление;
- обеспечить требуемое термическое сопротивление ограждающих конструкций без применения других теплоизоляционных материалов и без увеличения нагрузок на фундамент;
- снизить расход раствора за счет отсутствия вертикальных швов;
- повысить производительность труда каменщиков и т. д.

Литература

1. Мелешко В.Ю. Керамические стеновые материалы: некоторые проблемы производства и применения // Строит. материалы. 2001. № 7. С. 7–9.

Комплексное использование минеральных ресурсов месторождений твердых полезных ископаемых

Под таким названием 14 апреля 2004 г. в Московском государственном горном университете состоялась семинар, организованный ассоциацией производителей и потребителей природных строительных материалов «Недра».

Комплексное использование минеральных ресурсов месторождений составляет часть проблемы рационального природопользования. Несмотря на частое повторение словосочетания «комплексное использование», в действительности в эксплуатацию вводятся месторождения, как правило, ради добычи единственного полезного ископаемого. Такое положение характерно для всех стран.

В настоящее время Россия стоит перед выбором стратегического пути: продолжать движение в сырьевом направлении или встать на путь инновационного развития, отметил д-р техн наук **Н.Н. Чаплыгин** (ИНКОН РАН). Горнодобывающая промышленность продолжает формировать значительную часть ВВП нашей страны. Однако увеличение выпуска продукции отстает от роста расхода потребляемых ресурсов, что означает явно выраженное экстенсивное развитие. При этом изучению ресурсной продуктивности технологий не уделяется должного внимания.

К отходам горного производства относят не востребуемые минеральные ресурсы. Это вскрышные породы, твердые отходы обогащения, также поступающие в отвалы, и пульпообразные продукты переработки, из которых формируются шламохранилища.

Обобщенные данные о количестве неиспользуемых минеральных ресурсов отсутствуют. Есть отрывочные сведения и оценки. Исходя из объемов добычи различных полезных ископаемых в России можно считать, что ежегодные отвалы и шламохранилища пополняются 3–4 млрд т различных видов отходов горного производства, часть которых могла бы являться попутными полезными ископаемыми. По оптимистическим оценкам вовлекается в производство не более 10–12% отходов.

Редки примеры планомерного использования таких природных ресурсов, как воды из вскрываемых водоносных горизонтов или создаваемых при ведении горных работ образований – выработанных пространств карьеров, отвала и др.

Типичны случаи, когда попутные полезные ископаемые, добываемые из недр, используются в основном производстве данного предприятия. Так, карьер «Большевик» обеспечивает одноименный цементный завод тремя видами сырья: мелом, альпской глиной и опокой, относящейся к вскрыше. Из этих компонентов формируется шихта.

При разработке комплексных месторождений необходимо добывать каждое полезное ископаемое в задан-

ных пропорциях. Природа этого соотношения не обеспечивает. Поэтому избыточный объем попутных полезных ископаемых складировать, образуя отвалы, которые лишь условно можно назвать техногенными месторождениями (ТМ).

На многих карьерах, разрабатывающих карбонатные месторождения с целью производства щебня, вторым видом продукции является известняковая и доломитовая мука для известкования кислых почв. Поскольку мука в большинстве случаев производится из отсевов дробления, ее следует считать продуктом комплексного использования минеральных ресурсов.

Сравнительно успешным можно назвать проект комплексного освоения ресурсов КМА, хотя многолетние дорогостоящие работы даже при плановой системе развития экономики по отношению к сырью для строительных материалов свелись к получению небольших объемов нерудных строительных материалов из вскрышных пород и обеспечению цементного завода мелом. Причем, поскольку толща мела неоднородна по своему составу, а селективная выемка усложняет производство горных работ, цементный завод был вынужден в течение длительного периода довольствоваться поставкой мела из отвала, в котором мел перемешивался.

Другая группа потенциальных полезных ископаемых образуется при переработке минерального сырья. В промышленности строительных материалов наибольшее количество отходов получают в подотрасли нерудных строительных материалов (НСМ) и асбестодобывающей подотрасли. Комбинат «Ураласбест» за год перерабатывает около 60 млн т горной массы, производя до 6 млн м³ щебня из отходов обогащения. При этом большая часть пригодной для выпуска продукции горной массы поступает в отвалы.

Проблему комплексного использования минеральных ресурсов в горной отрасли промышленности строительных материалов охарактеризовал канд. техн. наук **О.Е. Харо** (ВНИПИИСтромсырье). Он отметил, что в промышленности НСМ объем отходов обогащения достигает 20%. При производстве щебня из скальных изверженных пород при 3–4-стадийном дроблении образуется до 25% отсевов, а карбонатных пород – 45%. Чтобы избежать дальних перевозок, отсевы нередко



Д-р техн наук Н.Н. Чаплыгин (ИНКОН РАН)

складируются бессистемно. На ряде карьеров отвалы отсевов дробления уже препятствуют развитию горных работ.

Отсевы дробления изверженных пород могут иметь многоцелевое назначение. Из отсевов карбонатных пород производятся в основном мука и минеральный порошок, хотя использовать карбонатные отходы могут десятки отраслей народного хозяйства. Но пока не менее 30 млн м³ отсевов укладывается в отвалы за год. А объем продукции, производимой из отсевов, не превышает 12% от производимых отсевов.

Отсевы дробления — это минеральное сырье, прошедшее несколько стадий дробления, то есть затраты на их выработку сопоставимы с издержками на производство щебня. По качеству отсевы довольно однородны. Казалось бы, этот вид отходов горного производства должен получать статус ТМ и ставиться на баланс геологических структур. Но этого не происходит.

Таким образом, теряются значительные объемы потенциальных полезных ископаемых. Это вызывает тревогу, поскольку вблизи крупных населенных пунктов запасы общераспространенных полезных ископаемых иссякают и из теряемых потенциальных полезных ископаемых можно сформировать фонд минерального сырья, рассчитанный на многолетнее обеспечение производителей строительных материалов.

Добыча попутных полезных ископаемых — фактор экономической и негативно влияет на решение проблемы комплексности использования сырья не только в России. Например, данные более чем по 600 карьерам и шахтам штата Огайо (США) показывают, что лишь на 6% предприятий добывается более одного полезного ископаемого.

Создание ТМ требует раздельной выемки, транспортировки и складирования разнотипных пород. Нередко порода должна перемещаться на большее расстояние, чем до ближайшего отвала. Это требует дополнительных издержек. Такие издержки нужно компенсировать.

Стимул к образованию ТМ должны создавать законодательство о недропользовании и налоговая политика. В некоторых странах установлены повышенные нормы налогообложения при складировании отходов, поощряются фирмы, вовлекающие в производство вторичное сырье.

Увеличение объема добычи полезных ископаемых в 2004 г. составило 106%. А новые отвалы и шламохранилища требуют выделения дополнительных территорий. Причем с учетом того, что в эксплуатацию вовлекаются месторождения с большим коэффициентом вскрыши и менее качественным сырьем, объемы отчуждаемых земель будут возрастать опережающими темпами. В таблице приведены данные о площадях нарушенных и рекультивированных земель в 2003 г., которые показывают, что вовлечение в производство вторичных минеральных ресурсов позволит сохранить тысячи гектаров земель.



Канд. техн. наук О.Е. Харо (ВНИПИИстромсырье)

Отрасль промышленности	Нарушено земель, тыс. га	Рекультивировано, тыс. га
Нефтедобывающая	25,9	18,8
Цветная металлургия	13,1	20,5
Угольная	1,6	3,5
Строительных материалов	1,1	1,3

Проблема комплексного использования минеральных ресурсов многогранна. Он затрагивает процессы как горных работ, так и переработки минерального сырья. Ее решение зависит от:

- наличия оборудования с определенными технологическими характеристиками и часто требует нестандартных конструкторских решений;
- создания психологического настроя общества, готовности горняков работать на будущее;
- способности общества и органов государственной власти, которые оно выбирает, принимать и добиваться исполнения законов о недропользовании, адекватных стоящим задачам, устремленным в будущее.

Об этом говорили на семинаре представители РНТО строителей, Института проблем комплексного освоения недр РАН, Международной академии наук экологии, безопасности человека и природы, ФГУП «ВНИПИИстромсырье», Федеральной службы экологического, технологического и атомного надзора, Московского государственного горного университета, Аникского ГОКа, иностранных фирм.

Участники семинара выделили первоочередные задачи, от решения которых зависит повышение эффективности использования минеральных ресурсов.

1. Необходима выработка концепции развития основных отраслей горной промышленности с учетом требований, которые станут предъявлять различные потребители минеральной продукции в обозримой перспективе, не только к объемам, но и к качеству минерального сырья. Нужны прогнозы, на которые могут ориентироваться руководители предприятий. В России работы в этом направлении практически перестали выполняться, что не позволяет формировать политику по техническому перевооружению отрасли. Было отмечено, что долгосрочные прогнозы, в том числе по НСМ, составляют многие страны, даже Турция.
2. Создание условий для привлечения малых предприятий для переработки отходов горной промышленности. Это группа предприятий быстрее реагирует на запросы рынка и оперативно внедряет прогрессивные технологии.
3. Необходимо создать принципиально новые виды оборудования и новые технологии для разделения природных и дробленых песков, в том числе влажных, на фракции с большим диапазоном размеров начиная от десятков микрон; производства щебня с минимальным количеством выхода мелких частиц; разрушения комков пластичной глины при переработке скальных и нескальных осадочных пород.

Участники семинара выразили уверенность, что объединение предприятий и организаций отрасли в ассоциацию «Недра» позволит более эффективно использовать различные методы и формы взаимодействия с исполнительной и законодательной властью. Действенными методами также являются профессиональные встречи, публикации, в том числе полемические, в СМИ. Активизация всех участников профессионального сообщества является залогом успешного решения общепрофессиональных задач.

Г.Р. Буткевич, канд. техн. наук

УДК 643.941.541.49

В.С. ЛЕСОВИК, д-р техн. наук, Е. А. ЛОПАНОВА, инженер,
Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

Исследования процесса гидратации вяжущих материалов методом спиновых меток

Кинетика твердения силикатных материалов до конца не исследована, а потому представляется важным и необходимым детально изучить этот процесс для создания высококачественных строительных материалов и изделий. Задача состоит в том, чтобы научиться моделировать и в совершенстве управлять химическими реакциями, протекающими в сложных силикатных системах.

При решении этой задачи можно применить радиоспектроскопический метод анализа с использованием спиновых меток. Спиновые метки — это стабильные радикалы с функциональными группами, способными специфически взаимодействовать с различными системами. В исследуемую систему вводят парамагнитные молекулы, которые дают характерные сигналы электронного парамагнитного резонанса (ЭПР).

Несмотря на чувствительность, высокую информативность, метод спиновых меток не получил широкого развития в исследовании процессов гидратации вяжущих материалов.

В работе применяли стабильный радикал иминоксила 2,2,6,6-тетраметил-4-гидроксиперидин-1-оксил. Радикал помещали в суспензию цемента (ПЦ 400-ДО, ГОСТ 10178–85), клинкерного минерала с различным содержанием твердой и жидкой фаз. Спектры ЭПР регистрировали в различные промежутки времени на радиоспектрометре ЭПА-2М (частота $9,368516 \cdot 10^9$ Гц, чувствительность $5 \cdot 10^{14}$ спин/э).

Так как молекулы нитроксильных радикалов находятся в разбавленном растворе и совершают быстрое изотопное вращение, их спектр представляет собой триплет — результат сверхтонкого взаимодействия неспаренного электрона с ядром азота.

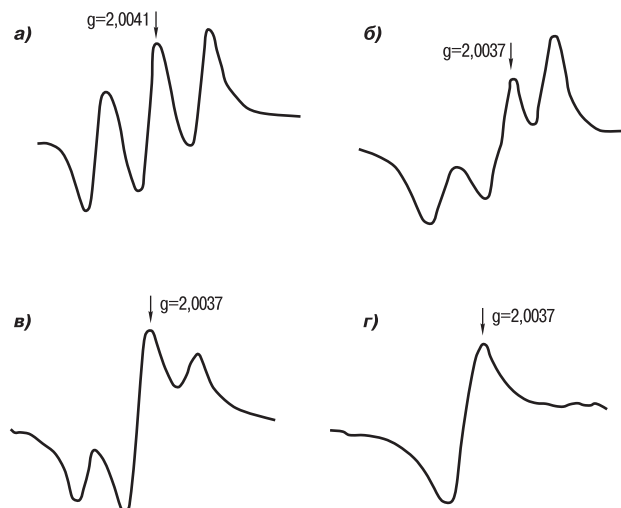


Рис. 1. Спектры ЭПР иминоксила в цементном тесте: а) через 30 с; б) 5 ч; в) 5 сут; г) 7 сут

При затворении цементного теста в начальный момент времени (до 30 с) на спектрах ЭПР хорошо видно сверхтонкое расщепление линии ЭПР иминоксила (рис. 1), которое с течением времени уменьшается и не наблюдается в образцах после 7 сут твердения. Таким образом, по изменению сверхтонкой структуры спектра ЭПР иминоксила в цементном тесте можно судить об изменении распределения молекул воды и о степени ее связывания в процессе гидратации цемента, то есть о кинетике твердения цементного теста.

Согласно проведенным исследованиям, начальная концентрация дисперсионной среды 10–19 мас. % соответствует полному связыванию воды в течение 7 сут. При массовой доле воды в цементном тесте 19–27% видны сигналы от молекул иминоксила, не связанных в кристаллизационную форму.

Следует выделить важную особенность в кинетике твердения вяжущего материала. Через 3–5 сут после затворения цементного теста концентрация радикалов

Исследуемое вещество	Концентрация иминоксила (кмоль/м ³) при гидратации вяжущих материалов в течение времени				
	30 с	5 ч	1 сут	5 сут	7 сут
Портландцемент	0,031	0,029	0,012	0,006	0,002
Клинкерный минерал C ₃ S	0,031	0,029	0,026	0,019	0,015
Клинкерный минерал β-C ₂ S	0,031	0,031	0,028	0,023	0,019

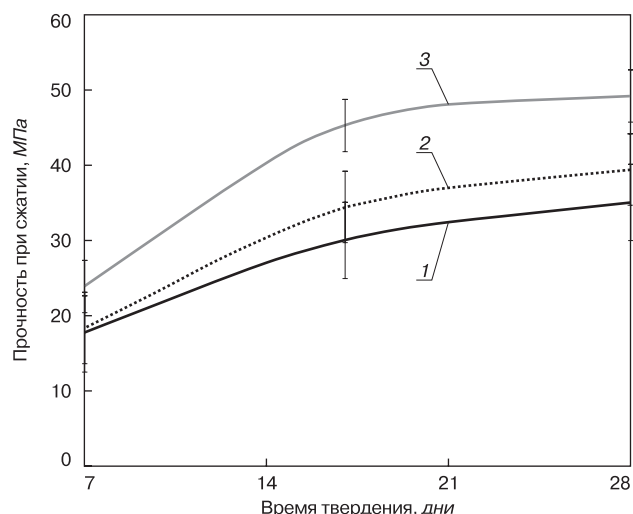


Рис. 2. Прочностные характеристики цементных материалов: 1 – без добавок; 2 – с добавлением окисленного этанола; 3 – с добавлением K₂FeO₄

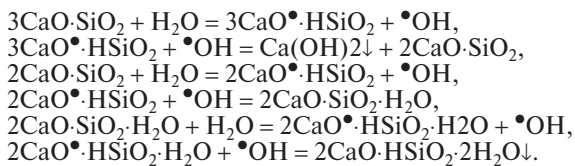
снижается (табл. 1). Снижение концентрации свободных радикалов позволяет высказать предположение о возможности протекания гидратации портландцементов по радикальному или ион-радикальному механизму, так как в соответствии с химическими свойствами молекулы иминооксида взаимодействуют с достаточно активными радикалами R^\bullet , $\bullet OH$, H^\bullet [1, 2].

Представленные результаты позволяют предположить, что механизм гидратации вяжущих материалов и образование морфологической структуры определяются начальной стадией гидратации.

Маршрут течения гидратации зависит от того, по какому механизму происходит разрыв связей в молекуле воды. Разрыв связей в молекулах воды может протекать по ионному (1), радикальному (2) или смешанному маршрутам: 1) $H_2O = H^+ + OH^-$; 2) $H_2O = H^\bullet + \bullet OH$.

Наиболее вероятен смешанный маршрут начальной стадии гидратации вяжущих материалов. Варьируя параметры течения двух параллельных реакций, можно существенно изменить соотношение составов морфологических фаз, образующихся при твердении портландцементов.

Так, при избыточном количестве активных радикалов в системе вследствие более низкой энергии активации радикального процесса наиболее вероятно расщепление воды с образованием радикалов водорода, гидроксила, трехкальциевого и двухкальциевого силикатов — H^\bullet , $\bullet OH$, $3CaO \bullet HSiO_2$, $2CaO \bullet HSiO_2$:



Структура воды оказывает большое влияние на процесс гидратации и морфологию вяжущего материала, поэтому в работе поставлены опыты по изменению морфологической структуры цемента путем введения добавок, генерирующих свободные радикалы. В качестве добавок использовали соединение железа (VI) феррат калия — K_2FeO_4 и электрохимически окисленный этанол, содержащий пероксиды различного состава. Массовые доли добавок в цементном тесте составляли 0,05% (K_2FeO_4) и 0,1% (продукты окисления этанола).

На рис. 3 представлены прочностные характеристики цементного камня без добавок (кривая 1) и с добавками, генерирующими свободные радикалы (кривые 2, 3). Добавление веществ, генерирующих активные свободные радикалы, приводит к увеличению прочности.

Электрохимически окисленный этанол увеличивает прочность в меньшей степени, чем исследованные соединения железа. Вероятно, соединения железа (VI) генерируют большее количество радикалов, которые более активны, чем органические, образующиеся в результате распада пероксидных веществ. Через 28 сут предел прочности при сжатии для образцов с добавками феррата калия составляет около 50 МПа, что на 40% выше по сравнению с контрольными образцами. Доверительный интервал указывает на достоверность проведенных испытаний.

Для определения фаз, образующихся путем введения добавок, увеличивающих прочность силикатных материалов, был проведен рентгенофазовый анализ образцов цемента. Дифрактограммы представлены на рис. 4. В образце с добавлением феррата калия изменяется соотношение между алитом и белитом в сторону увеличения последнего. Соответственно увеличивается количество гидратной фазы $Ca(OH)_2$.

Вероятно, при наличии свободных радикалов в цементном тесте снижается энергия активации образова-

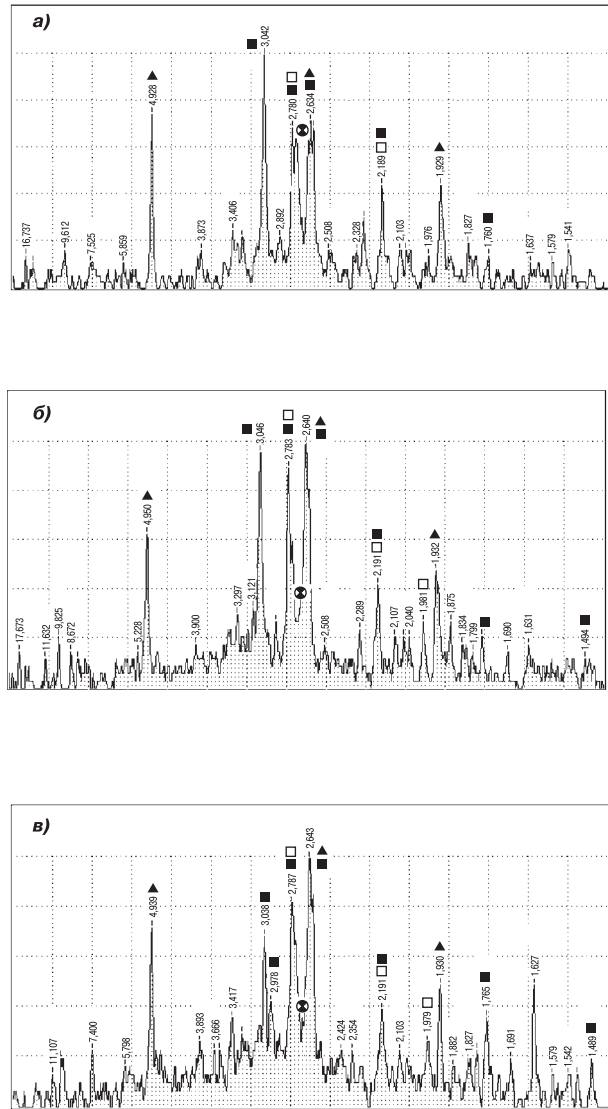


Рис. 3. Дифрактограммы цементных материалов: а) без добавок; б) с добавлением окисленного этанола; в) с добавлением K_2FeO_4 . Обозначения: ■ — C_3S , □ — C_2S , ● — C_3S , ▲ — $Ca(OH)_2$

ния кристаллов, увеличивается количество локальных зон раствора с переменным перенасыщением, образованием в локальных объемах ассоциированных комплексов, которые приводят к возникновению многочисленных зародышей кристаллов. В сочетании с гелем они придадут прочность кристаллизационным контактам всех составляющих цементный камень компонентов.

Детальное рассмотрение механизма гидратации силикатов может оказать существенное влияние на совершенствование технологии получения новых композиционных вяжущих материалов с заранее заданными свойствами.

Таким образом, предложенный механизм позволяет управлять процессами структурообразования путем генерации активных радикалов при твердении клинкерных материалов. Изменение маршрута гидратации позволяет увеличить прочность цементного камня на 40%.

Список литературы

1. Гамильтон К.Л., Мак-Коннел Г.М. Спиновые метки // Успехи химии. 1970. Т. XXXIX. Вып. 3. С. 31–542.
2. Родионов В.А., Розанцев Э.Г. Долгоживущие радикалы. М.: Наука. 1972. 198 с.

Р.В. ЛЕСОВИК, канд. техн. наук, М.С. ВОРСИНА, инженер,
Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

Высокопрочный бетон для покрытий автомобильных дорог на основе техногенного сырья

Современный подход к строительству автомобильных дорог предполагает создание дорожных композитов с высокопрочными покрытиями. Возрастающим требованиям движения, как показывает отечественный и мировой опыт, в наибольшей степени отвечают бетонные покрытия, срок службы которых до капитального ремонта может достигать от 30 до 50 лет, в то время как для асфальтобетонных покрытий он составляет в среднем около 15 лет [1, 2].

В то же время остро стоит вопрос о производстве бетонов на основе отходов промышленности и местного сырья, что особенно актуально на территории КМА.

Анализ природных сырьевых ресурсов и отходов КМА показывает, что в структуре отходов горно-рудного производства преобладают «хвосты» мокрой магнитной сепарации железистых кварцитов (ММС). Отходы ММС представляют собой техногенный песок темно-серого цвета с содержанием основных оксидов, %: $\text{SiO}_2 - 77,85$; $\text{Al}_2\text{O}_3 - 0,59$; $\text{Fe}_2\text{O}_3 - 6,59$; $\text{FeO} - 7,29$; $\text{CaO} - 1,56$; $\text{MgO} - 2,28$.

Частицы отходов ММС представлены остроугольными облом-

ками кварца неправильной формы с раковистым изломом, в незначительном количестве присутствуют удлиненные в одном направлении кристаллы амфиболов, изометричные с землистым изломом зерна магнетита и гематита. Установлено, что кварц отходов ММС в целом отличается более низкой степенью кристалличности, чем песок Вольского и Нижнеольшанского месторождений. Степень кристалличности повышается в направлении регионально-метаморфического, складчато-метаморфического и контактно-метаморфического кварца.

Также при получении дорожного бетона необходимо стремиться к снижению дорогостоящего компонента бетонной смеси – цемента. Простым путем решения этого вопроса является использование вяжущих низкой водопотребности (ВНВ) и тонкомолотых цементов (ТМЦ). В данных вяжущих в качестве наполнителей целесообразно применять отходы промышленности, в которые уже вложены затраты трудовых, электроэнергетических и других ресурсов с целью их рационального применения.

Цель работы – получение высокопрочного дорожного бетона, позволяющего снизить стоимость покрытий за счет использования попутно-добываемой породы добычи железистых кварцитов – кварцитопесчаника (КВП) в качестве крупного заполнителя, отсева его дробления в качестве мелкого заполнителя и отходов ММС в качестве кремнеземистого компонента ВНВ, а также применения технологии укатки бетона.

При применении укатываемого бетона требуется меньшая энергоемкость, увеличивается расстояние между швами, обеспечивается меньшая усадка, а также сокращаются сроки строительства [3].

Изучение состава ($\text{SiO}_2 - 92,85$; $\text{Al}_2\text{O}_3 - 1,94$; $\text{Fe}_2\text{O}_3 - 0,06$; $\text{FeO} - 2,11$; $\text{CaO} - 0,54$; $\text{MgO} - 1,11$; $\text{TiO}_2 - 0,1$; $\text{Na}_2\text{O} - 0,19$; $\text{K}_2\text{O} - 0,21$ мас. %) и свойств отсева дробления кварцитопесчаника показало, что по своим показателям он удовлетворяет требованиям, предъявляемым к мелкому заполнителю для дорожного бетона.

Для получения бетона заданных свойств был произведен подбор состава бетонной смеси двумя методами (табл. 1): *первый* – традиционный расчет состава по методике Ю.М. Баженова, *второй* – по расчету высокоплотной упаковки заполнителя.

При расчете высокоплотного состава заполнителя необходимо получить средние размеры зерен (на практике чаще – размер фракций) и процентное содержание зерен каждого размера (каждой фракции) [4]. Для этого отсев дробления кварцитопесчаника Лебединского месторождения максимальной крупности 10 мм рассеивался на стандартных ситах с размером ячейки: 5; 2,5; 1,25; 0,63; 0,315; 0,14 и 0,08 мм (табл. 2). Крупный заполнитель использовался фракции 5–20 мм.

Для каждой фракции была определена насыпная плотность и плотность упаковки в высушенном состоянии в водной среде в виброуплотненном состоянии (табл. 3).

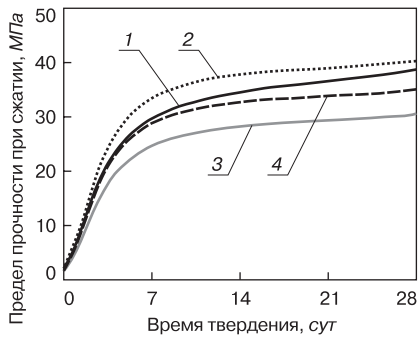
В качестве вяжущих для бетона в нашей работе использовался портландцемент Белгородского цементного завода ПЦ 500 ДО, а также с целью повышения активности вяжущего и снижения расхода клинкерной составляющей применялось ВНВ, в котором кремнеземистым

Таблица 1

Метод подбора состава бетонной смеси	Расход материалов на 1 м ³ смеси, кг			
	Вяжущее	Крупный заполнитель	Мелкий заполнитель	Вода
Первый	442	935	974	137
Второй	397	987	447(фр. 1,25–2,5мм) 307(фр. 0,315–0,63мм) 253(фр. 0,08–0,14мм)	119

Таблица 2

Отсев КВП	Фракция, мм						
	5–2,5	2,5–1,25	1,25–0,63	0,63–0,315	0,315–0,14	0,14–0,08	0,08–0
Естественный вид ($M_{кр} 3,9$)							
Остаток, %	26,5	16,9	15,5	11,9	14,2	8,1	6,9
частный	26,5	43,4	58,9	70,8	85	93,1	100
полный							
Подбор по составу ($M_{кр} 2,2$)							
Остаток, %	–	49,5	–	20,1	–	30,4	–
частный	–	49,5	–	69,6	–	100	–
полный							



Кинетика набора прочности высокопрочного бетона (формовочное давление – 30 МПа): 1 – на ПЦ 500 Д0 с высокоплотной упаковкой заполнителя; 2 – на ВНВ-80 с высокоплотной упаковкой заполнителя; 3 – на ПЦ 500 Д0 с традиционным составом; 4 – на ВНВ-80 с традиционным составом

компонентом служили отходы ММС. Характеристики вяжущих приведены в табл. 4.

ВНВ-80 мы получали путем помола в лабораторной шаровой мельнице отходов ММС, ПЦ 500 ДО и суперпластификатора С-3. Апробация составов в лабораторных условиях подтвердила возможность получения высокопрочного бетона с использованием ВНВ-80.

На основе рассчитанных нами составов исследована кинетика набора прочности бетона в зависимости от вида вяжущих и состава (см. рисунок). Из полученных результатов видно, что бетон с высокоплотным составом заполнителя имеет на 40–50% большую прочность, чем обычный бетон, а также более высокую прочность в ранние сроки твердения.

Исследования влияния формовочного давления на прочность бетона показали, что формовочное давление не оказывает существенного влияния на прочность бетона с традиционным составом, но его влияние резко возрастает при формировании образцов с высокоплотным составом заполнителя (табл. 5).

При сравнении прочности бетонных образцов с высокоплотным составом заполнителя было установлено, что образцы на ВНВ-80 имеют более высокую прочность бетона, чем на ПЦ 500 ДО.

Состав и свойства высокопрочного дорожного бетона с высокоплотной упаковкой заполнителя представлены в табл. 6. Из табл. 6 видно, что свойства высокопрочного дорожного бетона с высокоплотной упаковкой заполнителя как с использованием ВНВ, так и с использованием портландцемента удовлетворяют проектируемому классу бетона.

Экономическая эффективность от применения отсева дробления КВП, высокоплотных составов заполнителя в бетоне и использования отходов ММС составляет до

Таблица 3

Размер ячейки сита (остаток на сите)	Сухое состояние		Водная среда	
	насыпная плотность, кг/м ³	плотность упаковки	насыпная плотность, кг/м ³	плотность упаковки
5	1485	0,56	1545	0,58
2,5	1510	0,569	1515	0,64
1,25	1535	0,579	1639	0,564
0,63	1495	0,564	1612	0,57
0,315	1461	0,551	1682	0,575
0,14	1522	0,574	1594	0,56
0,08	1508	0,569	1579	0,58

Таблица 4

Наименование вяжущего	НГ, %	Начало схватывания, мин	Конец схватывания, мин	Активность при твердении, МПа			
				7 сут		28 сут	
				R _{изг}	R _{сж}	R _{изг}	R _{сж}
ВНВ-80	20,5	2 ч	4 ч 50 мин	7	44,1	10,1	73,2
ПЦ 500 ДО	25	1 ч 50 мин	5 ч 40 мин	4,7	28,5	8	53

Таблица 5

Прессование под давлением, МПа	Средняя плотность, кг/м ³	R _{сж} , МПа	
		7 сут	28 сут
10	2321	14,1	21,2
	2392	14,9	24,4
20	2350	14,6	22,5
	2425	19,1	32,3
30	2379	14,8	23,7
	2447	23,5	38,1

Примечание. Над чертой – традиционный состав бетона; под чертой – состав бетона с высокоплотной упаковкой заполнителя. Вяжущее ПЦ 500 ДО.

Таблица 6

Вид вяжущего	Расход вяжущего	В/Ц	R _{сж} , МПа	Призменная прочность, МПа	Модуль упругости, ГПа	R _{изг} , МПа	Морозостойкость, циклы
ПЦ 500 ДО	397	0,3	38,1	30,5	33,8	5,1	200
ВНВ-80	397	0,3	42,2	34,2	33,1	5,9	300

15%, срок службы автомобильной дороги увеличивается в три раза.

Таким образом, проведенные исследования подтвердили соответствие предъявляемым требованиям разработанного высокопрочного укатываемого бетона, что наряду с быстротой строительства и применением несложного оборудования и дорожной техники открывает перед предлагаемой технологией широкие перспективы.

Список литературы

1. Шейнин А.М., Эжель С.В. Высокопрочные и морозостойкие бе-

тоны для дорожного строительства // Строительная техника и технологии. 2004. № 1. С. 62–65.

2. Козагон М.С. Применение цементобетона при строительстве дорожных одежд // Цемент и его применение. 1997. № 1. С. 28–30.
3. Юмашев В.М., Басурманова И.В. Бетонные покрытия с ранним открытием движения // Автомобильные дороги. 1995. № 12. С. 16–18.
4. Гридчин А.М., Хархардин А.Н., Лесовик Р.В., Шаповалов С.А. Минеральные бетоны для щебеночных оснований // Строит. материалы. 2004. № 3. С. 18–19.

А.Н. БОБРЫШЕВ, д-р техн. наук, Е.В. КОНДРАТЬЕВА, канд. техн. наук,
 Д.Е. ЖАРИН, А.А. БОБРЫШЕВ, канд. техн. наук,
 Пензенский государственный университет архитектуры и строительства,
 Камский государственный политехнический институт (г. Набережные Челны)

Исследование эффекта дополимеризации эпоксидных композитов

Наряду с физико-механическими свойствами коррозионная стойкость служит решающим фактором при выборе и использовании полимерного композита в качестве покрытия в условиях воздействия агрессивных сред. Для пластмасс применяют трехбалльные шкалы оценок, отдельно учитывающие в процентах изменение массы (объема) и механических свойств полимерных материалов под воздействием среды (ГОСТ 12020–72 с изм. «Пластмассы. Методы определения стойкости к действию химических сред»). Путем изучения проницаемости полимерных материалов и защитных свойств покрытий на их основе по привесу в условиях наступившего равновесия определяют массу агрессивной жидкости, проникшей в полимер. Защитные свойства определяют также визуально по изменению внешнего вида покрытия. В зарубежной справочной литературе наиболее часто применяется четырехбалльная система оценок. В табл. 1 представлены количественные показатели изменений, вызванных действием среды в соответствии с трех- и четырехбалльными системами оценок [1].

Механизм деградации полимерных композитов в общем случае включает адсорбцию молекул среды на поверхности композита, диффузию среды в его объем, физико-химическое взаимодействие среды с полимерной матрицей и наполнителем, отвод продуктов реакции от поверхности взаимодействия с образованием из продук-

тов реакции слоя, препятствующего диффузионному и конвективному транспорту среды в глубь композита [2].

Агрессивность среды во многом определяется способностью ее диффузионного проникания в свободное межмолекулярное пространство полимерной матрицы. В результате диффузии происходит набухание матрицы, количественно оцениваемое по степени массопоглощения (K_t):

$$K_t = \frac{M_t - M_0}{M_0}, \quad (1)$$

где M_0 и M_t — масса композита соответственно до и после экспозиции в агрессивной среде в течение времени t .

В условиях эксплуатации полимерные покрытия подвергаются воздействию различных агрессивных сред, наиболее типичными из которых являются вода, водные растворы кислот, солей и щелочей [3]. Образцы экспонировались в 10-, 20- и 30%-ном растворе едкого натра и в водопроводной воде. Следует отметить, что указанные агрессивные жидкости являются полярными с малыми размерами молекул и ионов, что позволяет им проникать в дефектные зоны полимерных покрытий.

Количественной характеристикой химической стойкости материала является коэффициент химической стойкости $k_{x.c.}$, вычисляемый по формуле

$$k_{x.c.} = \frac{\sigma_t}{\sigma_0}, \quad (2)$$

где σ_t — предел прочности при сжатии или при изгибе после выдержки образцов в агрессивных средах в течение времени t ; σ_0 — прочность при сжатии или при изгибе до экспозиции в агрессивных средах.

Величина $k_{x.c.}$ зависит от формы и размеров образцов, плотности структуры и характера распределения агрессивной среды по объему образца. Коэффициент химической стойкости также зависит от физико-химических характеристик исходного олигомера (эпоксидной смолы), наполнителя и отвердителей, а также от способа их совмещения и механизма отверждения эпоксидных полимеров. Поэтому величина $k_{x.c.}$ достаточно условна и он применим только для сравнительной оценки химического сопротивления различных материалов.

Для того чтобы оценить стойкость эпоксидных композитов, отвержденных новым разработанным отвердителем — 3-диметиламинопропанолом (3-ДМАП), проводили сравнительные исследования их с эпоксидными композитами, отвержденными полиэтиленполиамином (ПЭПА).

Исследовали влияние количества наполнителя на стойкость эпоксидных композитов, отвержденных 3-ДМАП в щелочных средах. В качестве наполнителя применяли маршалит — природный тонкомолотый кварцевый песок, объемное содержание которого изменяли от 0,29 до 0,74,

Таблица 1

Оценка стойкости	Изменения, %, не более	
	массы	прочности
Четырехбалльная система		
Вполне стойкие	±2	±5
Стойкие	±10	±10–15
Относительно стойкие	±15	±15–20
Нестойкие	разрушаются	
Трехбалльная система*		
Стойкие	± 3–5	До 10 (15)
Относительно стойкие	До +15 или –10 (±8)	От 10,1 (15,1) до 15 (25)
Нестойкие	Более +15 или –10 (±8)	Более 15 (25)

* Цифры в скобках обозначают требования к реактопластам, без скобок – к термопластам (по ГОСТ 12020–72)

Таблица 2

Отвердитель	Наполнитель, об. ч.						
	0	0,29	0,45	0,55	0,62	0,67	0,71
	Предел прочности при сжатии, МПа						
3-ДМАП	96,5	114	128	132,5	108,6	63	33,3
ПЭПА	87,5	89	101,6	104,7	62,7	30,8	14,6

Таблица 3

Среда	Концентрация, %	Отвердители	Объемные части маршалита					
			0	0,29	0,45	0,55	0,62	0,67
NaOH	10	3-ДМАП	<u>97,9</u> 1,01	<u>100</u> 0,88	<u>110,5</u> 0,86	<u>110,9</u> 0,84	<u>64,7</u> 0,63	<u>24,1</u> 0,38
		ПЭПА	<u>99,3</u> 1,13	<u>89,9</u> 1,01	<u>82,6</u> 0,81	<u>76,3</u> 0,73	<u>41,5</u> 0,66	<u>14,7</u> 0,48
	20	3-ДМАП	<u>103,9</u> 1,08	<u>114,4</u> 1	<u>116,5</u> 0,91	<u>141,7</u> 1,07	<u>96,7</u> 0,89	<u>34</u> 0,54
		ПЭПА	<u>87,2</u> 0,996	<u>104,9</u> 1,18	<u>103,6</u> 1,02	<u>120,7</u> 1,15	<u>69,9</u> 1,11	<u>39,8</u> 1,29
	30	3-ДМАП	<u>97,2</u> 1,01	<u>119,9</u> 1,05	<u>131,8</u> 1,03	<u>143,7</u> 1,08	<u>72,4</u> 0,67	<u>55</u> 0,87
		ПЭПА	<u>83,7</u> 0,96	<u>125,1</u> 1,4	<u>135,7</u> 1,34	<u>104,2</u> 0,995	<u>79,5</u> 1,27	<u>36,4</u> 1,18
H ₂ O	-	3-ДМАП	<u>89,3</u> 0,93	<u>82,9</u> 0,73	<u>83,5</u> 0,65	<u>102</u> 0,77	<u>73,6</u> 0,68	<u>54,6</u> 0,87
		ПЭПА	<u>77,4</u> 0,88	<u>100,9</u> 1,13	<u>100,3</u> 0,99	<u>101,8</u> 0,97	<u>61,3</u> 0,98	<u>34</u> 1,1

Примечание. Над чертой – прочность при сжатии, МПа; под чертой – коэффициент химической стойкости.

то есть от 100 до 700 мас. ч. на 100 мас. ч. ЭД-20. Количество отвердителя 10 мас. ч. ПЭПА или 11 мас. ч. 3-ДМАП.

В табл. 2 показано влияние количества наполнителя (маршалита) на прочность эпоксидной матрицы при сжатии.

Как известно, повышение химической стойкости наблюдается с ростом полноты отверждения и при применении отвердителей, отверждающих эпоксидный олигомер при повышенной температуре [4]. С целью эффективной релаксации остаточных внутренних напряжений образцы после 24 ч воздушного твердения подвергали тепловой обработке в течение двух часов при температуре 80°C. После двух недель выдержки в нормальных условиях образцы погружали в агрессивные среды. Стойкость оценивали путем сравнения пре-

делов прочности при сжатии до погружения в агрессивные среды и после шести месяцев экспозиции.

Согласно ГОСТ 12020–72 защитные свойства полимерных композитов также определяли визуально по изменению внешнего вида исследуемых образцов, подвергающихся воздействию агрессивных сред. Наполнение порошком маршалита выше предела совместности полимера с наполнителем (>0,71 об. ч.) привело к разрушению образцов во всех выбранных средах в связи с дефицитом связующего в композиции. Внешний вид образцов после экспозиции в щелочи и воде практически остался без изменений. Выявилась следующая закономерность: с увеличением концентрации среды образцы в меньшей степени подвергались цветовому изменению, и наоборот, чем меньше была кон-

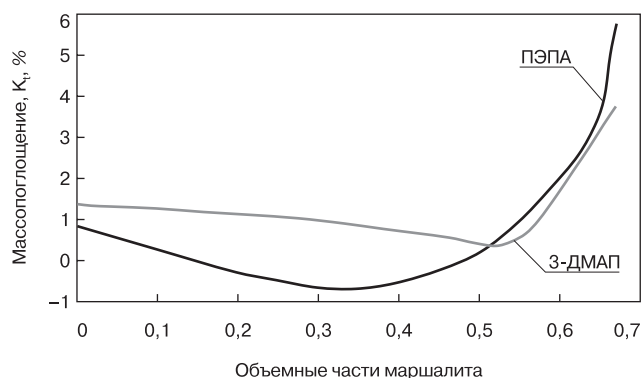


Рис. 1. Массопоглощение наполненных эпоксидных композитов после 6 месяцев выдержки в 10%-ном растворе NaOH

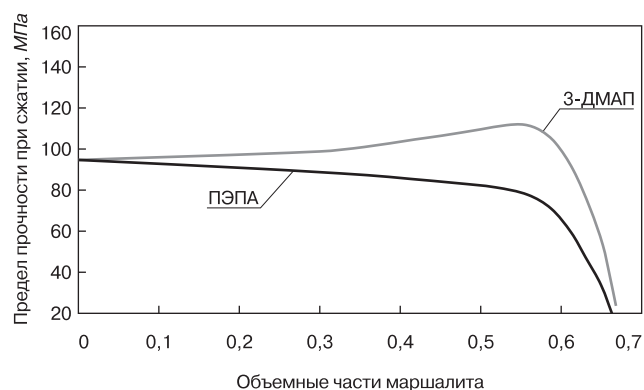


Рис. 2. Предел прочности при сжатии наполненных эпоксидных композитов после 6 месяцев выдержки в 10%-ном растворе NaOH

Среда	%	Объемные части маршалита													
		0		0,29		0,45		0,55		0,62		0,67			
		K_t	$K_{x.c}$	K_t	$K_{x.c}$	K_t	$K_{x.c}$	K_t	$K_{x.c}$	K_t	$K_{x.c}$	K_t	$K_{x.c}$		
NaOH	10									С	Н				
	20	С		С		С		С		С		С	Н		
	30	С		С		С		С		С		С	С		
Вода		С	С	ОС	С	Н	С	ОС	С	Н	С				

Примечание. С – стойкие, ОС – относительно стойкие, Н – нестойкие (см. табл. 1).

центрация, тем сильнее обесцвечивался образец. Изменение предела прочности при сжатии образцов после шести месяцев выдержки в агрессивных средах показано в табл. 3.

Вода, содержащаяся в растворе и сорбируемая наполненными композитами, существенно влияет на процесс их деградации, так как наполненные полимеры имеют большую удельную поверхность и действие воды значительно больше, чем в ненаполненных системах. В результате взаимодействия частиц наполнителя между собой поры могут соединяться, образуя систему капилляров, что способствует проникновению жидкости. Движению воды препятствует хорошее взаимодействие частиц наполнителя с исходной матрицей, поэтому количество введенного наполнителя не должно превышать предела наполнения полимера. Вода является сильнополярной жидкостью с небольшими размерами молекул, что обуславливает возможность проникания ее в большое количество дефектов структуры и способность к образованию водородных связей с гидроксильными группами отвержденных эпоксидных композитов [2, 4]. Следовательно, с уменьшением количества воды в растворе, то есть с повышением концентрации среды прочностные характеристики увеличиваются, что подтверждается результатами экспериментов в щелочной среде: массопоглощение падает, а прочность возрастает.

Массопоглощение композитов с 3-ДМАП в воде существенно не отличается от массопоглощения контрольных образцов с ПЭПА, хотя $k_{x.c}$ наполненных образцов с 3-ДМАП несколько ниже, чем у аналогичных составов с ПЭПА (табл. 3).

Наиболее стойкими являются композиты, отвержденные по полимеризационному механизму. Коэффициенты химической стойкости антикоррозионных эпоксидных покрытий равны 0,8–0,95. Они увеличива-

ются с ростом степени наполнения эпоксидных композитов минеральными наполнителями и с повышением степени совместимости компонентов.

Сравнительный анализ результатов эксперимента показал (рис. 1–6), что чем меньше продифундировало агрессивной жидкости в образец (низкая степень массопоглощения), тем выше величина напряжения, которое способен выдержать образец до разрушения.

Повышение прочности в образцах, отвержденных 3-ДМАП и ПЭПА, можно объяснить «эффектом Иоффе», подтвержденным экспериментально для многих твердых тел, в том числе и для полимербетонов. В начальный период среда интенсивно диффундирует в композит через поверхностные трещины, поры и другие дефекты. Идет «залечивание» средой поверхностных дефектов, то есть растворение поверхностного слоя. Одновременно в поверхностном слое композита происходит химически активированный процесс разрыва связей в перенапряженных участках, сопровождающийся релаксацией внутренних напряжений и более равномерным их распределением в объеме. Одновременно могут протекать процессы доотверждения композитов и эластификация их вследствие проникания жидкостей в рыхлоупакованные области [2]. Это подтверждается результатами эксперимента: в щелочной среде происходит дополимеризация композитов с 3-ДМАП, что видно по уменьшению массопоглощения в первые дни экспозиции и дальнейшей его стабилизации у композитов с оптимальным содержанием наполнителя. Дополимеризация обусловлена присутствием в 3-ДМАП активных карбоксильных групп, которые в щелочной среде теряют атом водорода и тем самым приобретают нескомпенсированность заряда, что повышает их активность при взаимодействии с эпоксигруппами олигомера.

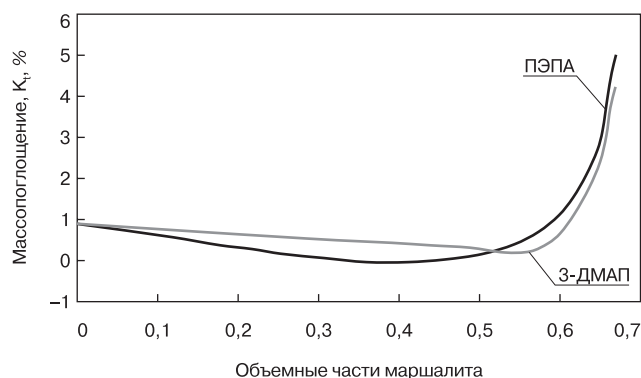


Рис. 3. Массопоглощение наполненных эпоксидных композитов после 6 месяцев выдержки в 20%-ном растворе NaOH

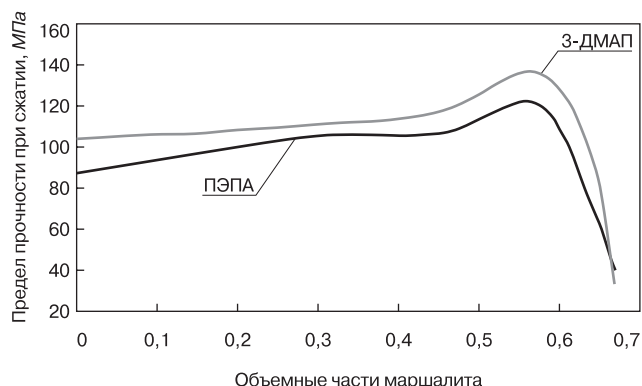


Рис. 4. Предел прочности при сжатии наполненных эпоксидных композитов после 6 месяцев выдержки в 20%-ном растворе NaOH

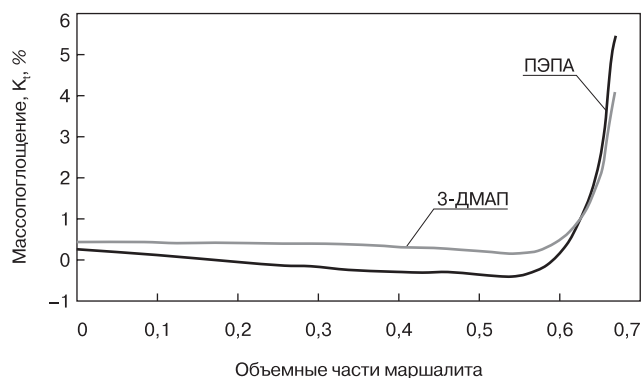
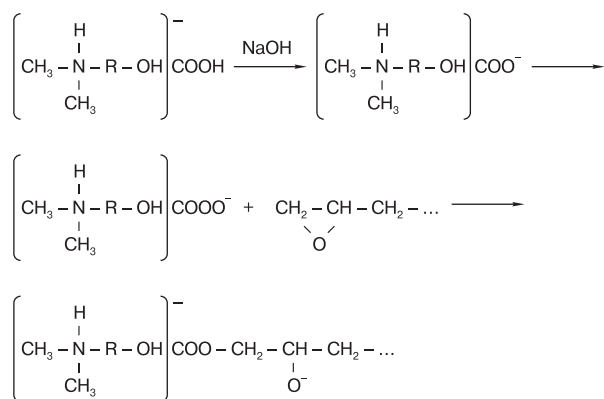


Рис. 5. Массопоглощение наполненных эпоксидных композитов после 6 месяцев выдержки в 30%-ном растворе NaOH



Предел прочности при сжатии эпоксидных композитов, отвержденных 3-ДМАП и ПЭПА после 6 месяцев выдержки в щелочи, несколько возрастает ($K_{x.c} > 1$). Причем с увеличением концентрации щелочной среды наблюдается тенденция роста $K_{x.c}$ и у образцов с 3-ДМАП он становится выше, чем у образцов с ПЭПА и другими отвердителями (Л-18, ПО-300, АФ-2).

В кислотах у образцов, отвержденных ПЭПА, более высокий $K_{x.c}$ по сравнению с образцами, отвержденными 3-ДМАП, так как ПЭПА, имея в основном реакционно-способные аминные группы, способен взаимодействовать лишь с эпоксигруппами эпоксидного мономера. Гидроксильные группы, образуемые в мономере, взаимодействуют с эпоксигруппами соседних молекул олигомера. Это снижает плотность сшивки. Многие гидроксильные группы олигомера в силу стерических ограничений не участвуют во взаимодействии.

Благодаря присутствию в 3-ДМАП трех реакционно-способных концевых групп третичного амина гидроксильная и карбоксильная группы позволяют раскрывать эпоксидный цикл. С другой стороны, образующиеся при раскрытии цикла гидроксильные группы в структуре эпоксидного олигомера взаимодействуют по поликонденсационному механизму с гидроксильными и карбоксильными группами 3-ДМАП, что создает условия для дополнительных сшивок в сетчатой структуре отвержденной эпоксидной смолы. Опытные данные показывают, что отвердитель 3-ДМАП дает большее количество сшивок, чем ПЭПА, в результате чего среда, проникая в полимер с более развитой структурой, легко разрывает поперечные межмолекулярные и межфазные связи из-за высокой их плотности. В образцах, отвержденных ПЭПА, этот процесс более растянут во времени в силу более редкой молекулярной упаковки, и как следствие, эти образцы оказываются более стойкими в кислых средах.

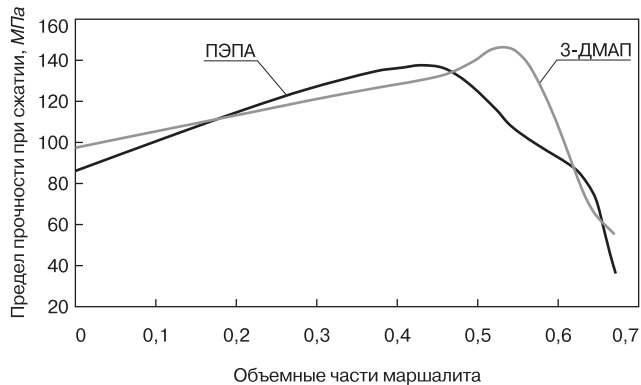


Рис. 6. Предел прочности при сжатии наполненных эпоксидных композитов после 6 месяцев выдержки в 30%-ном растворе NaOH

В немалой степени на упрочнение влияет повышение общей поверхностной энергии вследствие возникновения в композите локализованных включений среды [2].

В результате объединения между собой локализованных включений среды в сплошные микроканалы идет разупрочнение композита. Анализ механизма деградации наполненных композитов на уровне структуры показал, что под действием агрессивных сред в зоне контакта матрицы с наполнителем идет интенсивный рост трещин, увеличивается объем поврежденной структуры. Практически агрессивная среда по объему распределена неравномерно.

Результаты экспериментов были обработаны с учетом ГОСТ 12020–72 и табл. 1. Конечный результат оценки коррозионной стойкости наполненных эпоксидных композитов, отвержденных 3-ДМАП, представлен в табл. 4. Из табл. 4 видно, что данные по стойкости, оцениваемые по изменению степени массопоглощения, не всегда совпадают с данными по стойкости, оцениваемыми по изменению механической прочности. Чаще всего наблюдается, что при оценке по изменению степени массопоглощения образцы оказываются более стойкими по сравнению с оценкой по изменению механической прочности. Выбирая тип защитного покрытия, необходимо руководствоваться условиями эксплуатации и местом конкретного применения полимерного композита. В условиях, не требующих учета прочностных показателей (ненесущие конструкции, антикоррозионное покрытие металлических изделий), за основу принимается стойкость по изменению степени массопоглощения. Если механические характеристики играют первостепенную роль, тогда выбор покрытия основывается на изменении прочности при сжатии.

Анализ результатов эксперимента по определению стойкости к действию химических сред наполненных эпоксидных композитов с новым отвердителем 3-ДМАП свидетельствует о возможности их применения в качестве эффективных материалов для антикоррозионной защиты в щелочных средах наряду с ранее известными отвердителями.

Список литературы

1. Воробьева Г.Я. Коррозионная стойкость материалов в агрессивных средах химических производств. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Химия. 1975. 816 с.
2. Соломатов В.И., Бобрышев А.Н., Химмлер К.Г. Полимерные композиционные материалы в строительстве / Под ред. В.И. Соломатова. М.: Стройиздат. 1988. 312 с.
3. Фрейдлин А.С. Прочность и долговечность клеевых соединений. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Химия. 1981. 272 с.
4. Генель С.В., Белый В.А., Булгаков В.Я., Гехтман Г.А. Применение полимерных материалов в качестве покрытий. М.: Химия. 1968.

Ю.И. ЛАДЫГИН, В.А. БАШАРА, кандидаты техн. наук, А.Н. ЛУГОВОЙ,
М.А. ТИТОВА, О.Г. СИЛИНСКАЯ, инженеры, ООО «Бийский завод стеклопластиков»

Комплексный подход при сравнительных исследованиях химической стойкости полимерного композиционного материала

Арматурные стержни из полимерных композиционных материалов (ПКМ), стеклопластиковая (СПА) и базальтопластиковая арматура (БПА), а особенно гибкие связи из этих материалов, находят все более широкое применение в строительстве. Гибкие связи из ПКМ, используемые в теплоэффективных трехслойных ограждающих конструкциях, являются одним из ответственных элементов конструкции, работающим в сложных эксплуатационных условиях. Они должны иметь высокие физико-механические характеристики и быть стойкими к воздействию агрессивных сред, особенно щелочной среды бетона или кладочного раствора.

Существует мнение, что ПКМ на основе базальтового волокна обладает более высокой химической стойкостью по сравнению с ПКМ, изготовленным на основе бесщелочного алюмоборосиликатного стекла. Действительно, базальтовые волокна по сравнению со стеклянными имеют больший модуль упругости, большую прочность после воздействия высоких температур, превосходят их по щелоч- и кислотостойкости. В табл. 1 приведены полученные на Судогодском заводе стекловолокна результаты сравнительных исследований устойчивости грубого базальтового и алюмоборосиликатного (Е-стекло) волокна к кипячению в различных средах.

На основании полученных данных может сложиться мнение о более высокой химической стойкости ПКМ на основе базальтового роллинга.

Однако опыт исследований химической стойкости ПКМ, проведенных ООО «Бийский завод стеклопластиков» («БЗС»), в том числе в независимых лабораториях (Алтайский государственный технический универси-

тет – АлтГТУ, лаборатория коррозии бетона НИИЖБ, ИЦ «Стройполимергест», Москва, УралНИАСЦентр, Екатеринбург), свидетельствует о том, что это утверждение ошибочно.

При оценке химической стойкости ПКМ необходимо рассматривать не отдельно волокно или связующее, а композицию, где волокно находится в полимерной матрице. Свойства этой композиции определяют ее стойкость к воздействию агрессивной среды. Проведенные авторами эксперименты показывают, что химическая стойкость ПКМ зависит от следующих факторов:

- стойкость связующего к воздействию данной агрессивной среды;
- монолитность структуры ПКМ – отсутствие дефектов (определяется технологией и качеством изготовления);
- состав и равномерность покрытия волокна аппретирующим веществом (обычно называемым «замасливателем» [1]), обеспечивающим надежную связь армирующего волокна со связующим;
- химическая стойкость волокна.

Физико-механические свойства ПКМ формируются параметрами технологического процесса его изготовления (качеством пропитки волокон, режимами отверждения и скоростью охлаждения), обеспечивающими монолитность структуры материала (отсутствие трещин, пор и отслоений матрицы от волокна). Именно монолитность и высокая адгезия матрицы к волокну являются определяющими факторами стойкости ПКМ к воздействию агрессивной среды, поскольку они не позволяют ей проникать к поверхности волокна.

Влияние технологических параметров на химическую стойкость ПКМ, изготовленных на основе одних и тех

же материалов, к воздействию агрессивной среды рассмотрено в [2].

Исследования, проведенные ООО «БЗС», показали, что кроме монолитности большое влияние на уровень химической стойкости как стекло-, так и базальтопластика оказывает тип аппретирующего вещества и уровень адгезии на границе волокно–матрица. Высокая адгезия на этой границе определяется равномерностью нанесения аппретирующего вещества на элементарное волокно, а также совместимостью с ним волокна и матрицы. Поэтому правильный подбор аппретирующего вещества, или «замасливателя» является ответственной задачей при разработке композиционного материала.

Аппретирующее вещество соединяет элементарные волокна в комплексные нити, облегчает их размотку, защищает от разрушения при переработке. В его состав входят адгезионно-гидрофобные вещества, способствующие созданию прочной связи на границе раздела волокно–связующее. Именно эту связь – волокно–аппретирующее вещество–связующее необходимо рассматривать при оценке стойкости материала к действию агрессивных сред. Не отдельные компоненты материала, а их взаимную работу в определенных условиях.

Критерием оценки химической стойкости материала может служить коэффициент старения ($K_{ст}$), представляющий собой отношение прочности после выдержки в агрессивной среде к исходной прочности этого же материала. Прочность ПКМ определяли по методике, изложенной в ГОСТ 4648–71, при трехточечном изгибе образцов круглого сечения, изготовленных из стержней исследуемого ПКМ.

У ООО «БЗС» накоплена база данных о проведенных сравнительных испытаниях различных ПКМ, изготовленных на заводе и приобретенных на рынке строительных материалов. Следует еще раз отметить, что до настоящего времени нет единой методики определения стойкости материала к воздействию агрессивной среды [3].

В исследованиях, проводимых ООО «БЗС», коэффициент химической стойкости определяли по методикам:

- НИИЖБ – сравнение прочностей при трехточечном изгибе до и

Таблица 1

Химическая среда	Потеря массы волокна после трех часов кипячения, %	
	Базальт	Е-стекло
H ₂ O	1,6	6,2
2n NaOH	2,75	6
2n HCl	2,2	38,9

после выдержки в 1n растворе NaOH при 55°C в течение 30 сут;
 – АлтГТУ (согласовано с Федеральным научно-техническим центром Госстроя России) – сравнение прочности при трехточечном изгибе до и после выдержки в насыщенном растворе Ca(OH)₂ при 150°C в течение 14 ч.

В 2003 г. в НИИЖБ по методике лаборатории коррозии бетона и железобетона были проведены сравнительные исследования химической стойкости стеклопластика, произведенного ООО «БЗС» (производитель № 1), и базальтопластика (производитель № 2).

На ООО «БЗС» также проведены сравнительные исследования гибких связей из ПКМ различных производителей:

- СПА ООО «БЗС» – производитель № 1;
- БПА – производитель № 2;
- СПА и БПА – производитель № 3.

Полученные на «БЗС» данные, приведенные в табл. 2, практически совпадают с результатами испытаний в НИИЖБ. Таким образом, результаты испытаний в НИИЖБ (независимой экспертной организации) подтвердили результаты, полученные на «БЗС».

Сравнение полученных данных позволяет сделать выводы:

- гибкие связи из стеклопластика, изготовленные на ООО «БЗС», превосходят по механическим характеристикам гибкие связи из ПКМ других производителей;
- наиболее близки по механическим характеристикам к гибким связям, производимым ООО «БЗС», гибкие связи из базальтопластика производителя № 3. В то же время они самые чувствительные к химическим воздействиям из числа ис-

Показатель	Производитель			
	№ 1	№ 2	№ 3	
Тип волокна	Стекло (СПА)	Базальт (БПА)	Базальт (БПА)	Стекло (СПА)
Тип связующего	Эпоксидное			
Диаметр стержня из ПКМ, мм	5,5	5	6	6
Модуль упругости ПКМ, МПа	50693	41550,2	–	–
Температура стеклования, °С	125	119,5	88,5	97,2
Предел прочности ПКМ (исходный) при растяжении, МПа	1928	1322	–	–
Предел прочности ПКМ (исходный) при изгибе, МПа	1954	1391	1870	1325
K _{ст} после выдержки в NaOH при 55°C	30 сут	0,76	0,41	0,08
	90 сут	0,54	0,18	–
				–
K _{ст} в среде Ca(OH) ₂	0,5	0,42	0,18	0,48

пытанных, особенно химическая стойкость базальтопластика.

Результаты исследования свойств материала гибких связей, представленные в табл. 2, показали, что тип волокна не является определяющим фактором химической стойкости композиционного материала. Это подтверждает представление о том, что определяющим фактором химической стойкости ПКМ является достигнутый уровень технологии (обеспечение монолитности) и правильный подбор связующего и типа аппретирующего вещества («замазливателя»). На Бийском заводе стеклопластиков этим исследованиям уделяется большое внимание.

Список литературы

1. Справочник по композиционным материалам. В 2 кн. Кн. 1 / Под ред. Дж. Любина. Пер. с англ. А. Б. Геллера. М.: Машиностроение. 1988. 448 с. С. 196, 198.
2. Розенталь Н.К., Чехний Г.В., Бельник А.Р., Жилкин А.П. Коррозионная стойкость полимерных композитов в щелочной среде бетона // Бетон и железобетон. 2002. № 3. С. 20–23.
3. Блазнов А.Н., Волков Ю.П., Луговой А.Н., Савин В.Ф. О химической стойкости стеклопластиковой арматуры // Проектирование и строительство в Сибири. 2003. № 3 (15).



Монографии для специалистов горно-обогатительной, металлургической, строительной отраслей промышленности, научно-исследовательских и проектных институтов, профессорско-преподавательского состава, аспирантов и студентов вузов.

Вышли в свет

В.А. Арсентьев, Л.А. Вайсберг, Л.П. Зарогатский, А.Д. Шуляков.

Производство кубовидного щебня и строительного песка с использованием вибрационных дробилок. СПб.: 2004. Печ. лист. 9,0

Л.А. Вайсберг, Л.П. Зарогатский, В.Я. Туркин.

Вибрационные дробилки. Основы расчета, проектирования и технологического применения. СПб.: 2004. Печ. лист. 19,25

Готовятся к выпуску во II–III кв. 2005 г.

Л. А. Вайсберг, А. Н. Картавый, А. Н. Коровников.

Современные просеивающие поверхности грохотов. СПб.: 2005. Печ. лист. 18,2

Л.Ф. Биленко, А.В. Бортников, Л.А. Вайсберг.

Дезинтеграция твердых природных и техногенных материалов. СПб.: 2005. Печ. лист. 45

Заказать книги можно в НПК «Механобр-Техника»

199106, Россия, Санкт-Петербург, В.О., 22 линия, д. 3

Телефон: (812) 331-02-58, факс: (812) 325-62-02, e-mail: gornyi@peterlink.ru

Л.А. ЕРОХИНА, канд. техн. наук, Е.М. ВЕРЯСКИНА, О.А. ТУРУБАНОВ, инженеры,
Ухтинский государственный технический университет (Республика Коми)

Влияние массопереноса на теплозащитные свойства ограждающих конструкций

Климатические условия эксплуатации здания влияют на состояние элементов структуры ограждающих конструкций и на их функции. В условиях Республики Коми с 2002 г. студенты ведут мониторинг на опытном стенде, где смонтированы 4 стеновых блока в кирпичной стене. Блоки имеют разную структуру с утеплителем и без него. Конструкция и способы измерения описаны в [1].

При изучении их состояния на протяжении полутора лет была разработана методика определения влажности в пористой среде стенового материала.

Эта методика основана на определении сорбционной влажности древесины, приобретающей равновесное состояние в пористой среде стены. Сухая древесина, находясь в закрытой нише стены, сорбирует влагу в соответствии с влажностью воздуха, содержащегося там. По этой влажности древесины можно судить о ее количестве и массопереносе в стене.

В опытных блоках при формировании были оставлены углубления на 24–25 см, диаметром 8 см, которые разделили по глубине на три части (отсеки) и каждую часть закрыли теплоизолирующей пробкой толщиной 7 см. В каждый отсек помещали предварительно взвешенный деревянный кубик и оставляли его там на 5–10 дней, после чего повторно взвешивали.

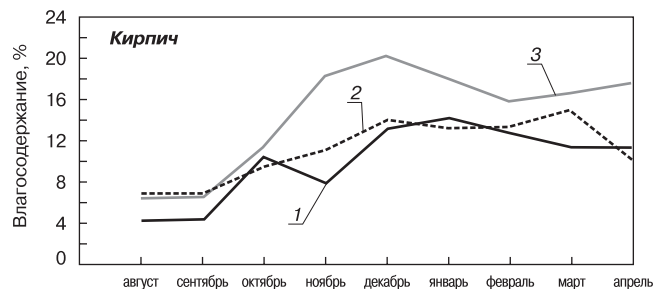
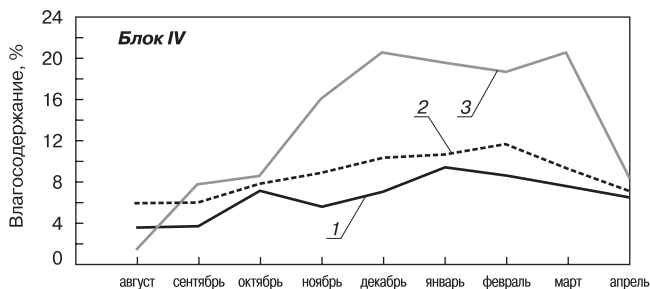
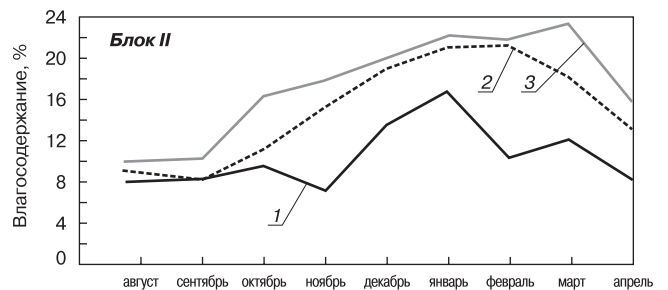
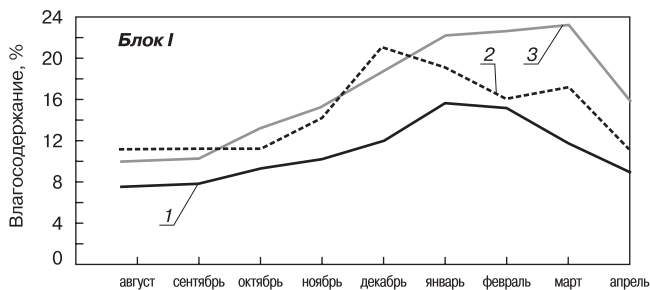
Так постепенно складывалось представление о состоянии влажности в структуре каждого блока в зависимости от сезона. Параллельно влагомером НА-701 контролировали влажность воздуха в помещении и нише.

Блок I отформован из керамзитогазобетона плотностью 770 кг/м³ с тремя слоями утеплителя из пенополистирола толщиной 1,5 см; блок II однослойный из полистиролгазобетона, плотностью 500 кг/м³; блок IV состоит из слоя керамзитогазобетона толщиной 10 см,

слоя пенополистирола толщиной 15 см, затем 1 см воздушной прослойки и облицовка из кирпича плотностью 1600 кг/м³. Для сравнения в кирпичной кладке стены была оставлена ниша шириной в 1/2 кирпича на такую же глубину – 24 см.

Результаты измерений приведены на графиках (см. рисунок). Линия 1 показывает изменение влажности в первом отсеке ниши каждого блока со стороны помещения по месяцам начиная с августа. После летней просушки влажность в стене самая низкая не только в кирпичной кладке, но и в керамзитогазобетоне блока IV, тогда как в блоках I и II она почти вдвое выше. При этом влажность самого глубокого слоя (кривая 3) имеет минимальное значение. Средний слой (кривая 2) в летние месяцы имеет влажность выше, чем высохший внешний слой.

По мере снижения температуры воздуха осенью влажность в стене повышается. Относительная влажность воздуха в помещении в период наблюдений до отопления превышала 70%, а с подключением тепла постепенно снижалась до 22–25%. Влага из помещения переходит к более холодным, внутренним слоям стены – кривая 2 имеет более высокие показатели влажности, чем кривая 1, особенно в зимние месяцы во всех структурах. По мере понижения внешней температуры кривая 3 опережает кривую 2, и такое состояние остается до апреля – мая. За период летнего тепла внешний слой стены подсыхает и его влажность к августу становится даже ниже внутренних слоев. Медленнее высыхает блок II с пенополистиролом в качестве заполнителя. Влажность остается высокой даже летом. Зимой в средней части стены влажность воздуха повышается до 21% в газобетонах, почти до 15% в кирпичной кладке и в блоке с воздушной прослойкой – до 12%.



Послойное изменение влагосодержания в стене по месяцам. Влажность воздуха в стене: 1 – на глубине 8 см; 2 – на глубине 16 см; 3 – на глубине 24 см от внутренней поверхности стены

Самая высокая влажность в стене фиксируется там, где ниже опускается температура, — на глубине 20–24 см (3 отсека). У всех структур кривая 3 показывает максимальное влагонасыщение. Воздух в каждом блоке в одно и то же время имеет разное влагосодержание по глубине. Влага перемещается в направлении низких температур, образуя в третьем отсеке иней (кроме блока с воздушной прослойкой), и если внешний слой пропускает влагу, стена подсыхает, что и происходит с разной скоростью с потеплением в апреле.

Так, с помощью деревянных образцов наблюдали сезонные изменения влагосодержания не только твердой части стены, но и в ее порах, воздух которых содержит влаги больше, чем ее может сорбировать непосредственно материал стены. Влажность газобетона меняется от 5 до 7–8%, влажность кирпича — до 1,5%, а древесины в этих, казалось бы, сухих условиях начинает плесневеть, в стене появляется иней, в кирпичной кладке — лед. Таким образом, идет процесс массопереноса влаги в пористой структуре материала к более холодным слоям.

У газобетонов (блоки I и II) максимальное увлажнение составило в декабре 22% и держалось весь март, так как температура наружного воздуха опускалась до -25–30°C, в кирпичной стене влажность воздуха доходила до 20,8%. В блоке IV высокая влажность внешнего слоя менее других влияла на внутренние слои. Влажность внутреннего слоя (кривая 1) была максимальной в январе, но ниже, чем в других структурах, — около 10%. Влага воздушной прослойки идет в капилляры облицовочного кирпича и, в зависимости от погоды сублимируется или испаряется. Теплозащита стен в холодное время года, когда она так необходима, снижается из-за увлажнения. Относительная влажность воздуха в структуре легкого бетона к декабрю ближе к внешним слоям доходит до 90–95%, в кирпичной кладке — до 77%, но в структуре блока с воздушной прослойкой она составила всего 40%.

Через воздушную прослойку идет интенсивное высыхание, о чем свидетельствуют кривые графика блока IV. В летние месяцы все слои содержат мало влаги и внешний слой подсыхает в большей степени, чем внутренние.

Коэффициент теплопроводности материала с увеличением влажности зимой растет.

Так, в слоистой структуре керамзитогазобетона он увеличился при максимальном увлажнении воздуха от 0,3 до 1,03 Вт/(м·°C), в пенополистиролгазобетоне — от 0,2 до 2,4 Вт/(м·°C), в кирпичной кладке — от 0,42 до 3 Вт/(м·°C), в блоке с воздушной прослойкой — от 0,19 до 0,4 Вт/(м·°C). Кирпичная стена и блок II промерзали насквозь.

Толщина воздушной прослойки для каждой структуры материала может быть разной, важно, чтобы последующий, облицовочный слой не препятствовал просушиванию материала.

Проведенный эксперимент показал, что для ячеистого пенобетона с открытыми порами воздушной прослойки совсем не требуется, но сам материал надо снаружи защищать от продувания.

Для мелкопористой структуры газобетонов эффективным оказался воздушный зазор в 1–2 см. Структура с открытыми крупными ячейками сама может служить проветриваемым слоем в ограждающей конструкции. Особенно эффективным для стен может быть разноплотный ячеистый бетон, который вполне можно получить при современной технике и технологии.

Литература

1. Ерохина Л.А., Веряскина Е.М., Турубанов О. А. Сравнительный анализ увлажнения ограждающих конструкций при эксплуатации зданий на Севере // Строит. материалы. 2004. № 8. С. 50–53.

СПЕЦИАЛЬНОЕ КОНСТРУКТОРСКОЕ БЮРО
СКБ СТРОЙПРИБОР
ПРИБОРЫ НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ
Лицензия Госстандарта РФ на изготовление средств измерений №000110-ИР

Измерители прочности бетона

ИПС-МГ4.01 Метод ударного импульса по ГОСТ 22690. Оснащен функциями ввода коэффициента совпадения K_c типа контролируемого изделия и вычисления класса бетона В.

ИПС-МГ4.03 Расширенный режим измерений с возможностью выбора вида заполнителя, возраста и условий твердения бетона. Диапазон 3...100 МПа.

ПОС-50МГ4 Метод отрыва со скалыванием по ГОСТ 22690.

ПОС-50МГ4 «Сколь» Метод скалывания ребра и отрыва со скалыванием по ГОСТ 22690. Электронный силоизмеритель, индикация цифровая, время подготовки к работе не более 5 мин. Оснащен электронным силоизмерителем. Индикация скорости нагружения, автоматическая обработка измерений. Диапазон 5...100 МПа.

Измерители адгезии

Предназначены для контроля прочности сцепления керамической плитки, штукатурки, защитных и др. покрытий с основанием методом нормального отрыва по ГОСТ 28089. 28574. Максимальное усилие отрыва:

ПСО-2,5МГ4	2,45 кН (250 кгс)
ПСО-5МГ4	4,90 кН (500 кгс)
ПСО-10МГ4	9,80 кН (1000 кгс)

Измерители параметров армирования

ИПА-МГ4 Измеритель защитного слоя бетона, расположения и диаметра арматуры железобетонных конструкций магнитным методом по ГОСТ 22904. Диапазон измерения защитного слоя 3...100 мм при диаметре арматуры 3...40 мм

ЗИН-МГ4 Измеритель напряжений в арматуре ж/б изделий частотным методом по ГОСТ 22362.

ДО-40МГ4 Измеритель силы натяжения арматуры методом поперечной оттяжки по ГОСТ 22362.

Приборы для теплофизических измерений

ИТП-МГ4 «100/250» Измеритель теплопроводности и термического сопротивления материалов при стационарном режиме по ГОСТ 7076 и методом теплового зонда по ГОСТ 30256.

ИТП-МГ4.03 «Поток» Обеспечивается определение плотности тепловых потоков, проходящих через ограждающие конструкции зданий и теплоизоляцию энергообъектов. Имеет режим самописца (до 15 суток). Диапазон.....2...500 Вт/м²; -30...+100°C.

Измерители параметров вибрации

Вибротест-МГ4 Измеритель виброскорости, виброускорения, амплитуды и частоты колебаний виброустановки и др. объектов.

Вибротест-МГ4+ Имеет режим самописца (до 25 часов).

Измерители влажности и температуры

Влагомер-МГ4 Измерители влажности строительных материалов по ГОСТ 16588, 21718.

МГ4Д Измеритель влажности древесины.

МГ4Б Измеритель влажности бетона, кирпича, древесины.

МГ4У Универсальный измеритель влажности строительных материалов, включая сыпучие.

ТГЦ-МГ4.01 Измеритель влажности и температуры воздуха с режимом самописца (до 5 суток). Диапазон 0...100%, -20...+85°C.

ТЗЦ-МГ4.01 Термометр цифровой зондовый. Одно- и двухканальный, с режимом самописца (до 15 суток). Диапазон -30...+250°C.

Анемометр ИСП-МГ4 Измеритель скорости воздушных потоков и их температуры в вентиляционных системах, средней скорости ветра с режимом самописца (до 24 часов). Диапазон 0,4...30 м/с, -20...+100°C.

Приборы сертифицированы, имеют энергонезависимую память, режим связи с ПК.

454084, г. Челябинск, а/я 8538, ул. Калинина, 11г,
Тел./факс: (3512) 90-16-85, 90-16-13,
Москва, тел.: (095) 220-38-58, 964-95-63, (912) 479-58-81
E-mail: stroypribor@chel.surmet.ru http://www.stroypribor.ru

Модификация теплоизоляционного материала из поливинилхлорида

Тепловая изоляция в строительстве играет важную роль. С ее помощью решают вопросы комфортного жизнеобеспечения, безопасного проведения технологических процессов, а также экономии топливных ресурсов. Теплоизоляционные конструкции являются неотъемлемой частью защиты промышленного оборудования, технологических линий, паро- и трубопроводов, жилых, общественных и промышленных зданий, повышая их долговечность, надежность, устойчивость и эффективность. Теплоизоляция позволяет экономить количество применяемых конструктивных материалов за счет уменьшения толщины стен зданий.

В Концепции развития приоритетных направлений промышленности строительных материалов и стройиндустрии на 2001–2005 гг. [1] особое внимание уделено развитию промышленности теплоизоляционных материалов, в частности организации новых мощностей по производству высокоэффективных материалов широкой номенклатуры, а также разработке прогрессивного технологического оборудования для их создания.

Ассортимент неорганических теплоизоляционных материалов весьма широк. Это вата, плиты минераловатные и стеклянные на синтетическом и битумном связующем; блоки из пеностекла; асбестовермикулитовые и др. плиты и сегменты; плиты из ячеистого бетона; сыпучие зернистые материалы и пр. Большинство неорганических теплоизоляционных материалов в отли-

чие от полимерных имеют высокое значение паропроницаемости, что ограничивает их применение без защитных внешних оболочек. Так, пенополистирол и пенополиуретан имеют значение паропроницаемости, равное 0,05, плиты из резольного пенопласта – 0,15 мг/м·ч·Па, что на порядок ниже паропроницаемости неорганических теплоизоляционных материалов. Коэффициент их теплопроводности также не уступает неорганическим материалам. Для данных пенопластов он находится на уровне 0,029–0,05 Вт/(м·°С), причем плотность у газонаполненных пластмасс в 2–10 раз ниже [2]. Следовательно, применение теплоизоляционных материалов из синтетического сырья целесообразно и рационально.

Хотя пенопласты применяются в меньших объемах, чем волокнистые утеплители, в связи с изменением требований к термическому сопротивлению ограждающих конструкций объем их производства значительно возрос. Это связано и с меньшими удельными капитальными затратами на организацию их производства по сравнению с другими материалами. Также в современном строительстве все чаще применяют теплоизоляцию пенопластами наружных стен жилых зданий.

Одним из распространенных полимерных теплоизоляционных материалов является пенополивинилхлорид (ППВХ). Сырьем для его производства служит поливинилхлорид эмульсионных марок. В состав композиции

Таблица 1

Наименование ингредиентов	Содержание ингредиентов, мас. ч.						
	Известные композиции			Разработанные составы			
Поливинилхлорид	100	100	100	100	100	100	100
Метилметакрилат	25	32,5	40	25	32,5	40	32,5
Карбонат аммония	10	13	16	10	13	16	13
Гидрокарбонат натрия	8	9	10	8	9	10	9
Азоизобутиронитрил	0,3	0,7	1	0,3	0,7	1	0,7
Диоктилфталат	–	–	–	6	9	12	12

Таблица 2

Показатели	Содержание ингредиентов, мас. ч.						
	Известные композиции			Разработанные составы			
Плотность, кг/м ³	230	250	180	230	250	180	250
Время вспенивания, мин	45	90	50	28	24	16	12
Уменьшение времени вспенивания, кратность	–	–	–	в 1,6 раза	в 3,75 раза	в 3,125 раза	в 7,5 раз
Прочность при сжатии, МПа	1,5	1,7	0,8	1,6	1,8	0,9	1,8
Теплопроводность, Вт/(м·°С)	0,042	0,044	0,038	0,042	0,044	0,038	0,048

входят также мономеры (чаще всего метилметакрилат – ММА), пластификаторы (диоктилфталат, трикрезилфосфат и др.) для получения эластичных пенопластов, газообразователи (порофор ЧХЗ-57, карбонат аммония, карбонат натрия и др.), активаторы, которые при необходимости снижают температуру разложения газообразователей, стабилизаторы структуры, наполнители. Пены получают как прессовым, так и беспрессовым методами.

На ПКФ «Инкомпен» (г. Владимир) ППВХ выпускают в виде листов размером 620×620×45 мм. Для данного предприятия автор с сотрудниками проводили работу по модификации жесткого пенопласта с целью улучшения его свойств и усовершенствования технологии его изготовления [3, 4]. Пенопласт получали прессовым методом. Недостатком производственной композиции являлось большое время вспенивания – до 90 мин. Поэтому была поставлена задача сократить время вспенивания заготовки жесткого ПВХ в паровой камере с сохранением его прочности при сжатии.

Для постановки эксперимента использовали следующие ингредиенты: ПВХ марки E6250Ж (ГОСТ 14039–79), метилметакрилат (ГОСТ 20370–74), карбонат аммония (ГОСТ 9325–79), гидрокарбонат натрия (ГОСТ 2156–76), азоизобутиронитрил (ЧХЗ-57, ТУ 113-03-365–82), диоктилфталат (ТУ 6-06-241–92). Компоненты загружали в шаровую мельницу, перемешивали в течение 6 ч, просеивали, таблетировали, спекали заготовку при температуре 170–185°C при удельном давлении прессования 12–13 МПа. Охлажденную заготовку помещали в паровую камеру вспенивания и при температуре 98–100°C вспенивали до заданной плотности.

Сущность процесса снижения времени вспенивания заготовки заключается в резком снижении вязкости полимерной композиции при температуре 98–100°C при введении диоктилфталата в соотношении 6 мас. ч. и более на 100 мас. ч. ПВХ. При этом пластификатор из состояния растворителя, способствующего набуханию поливинилхлорида, переходит в состояние истинного растворителя ПВХ.

Состав композиций и результаты сравнительного анализа при испытаниях представлены в табл. 1 и 2.

Как видно из представленных табличных данных, разработанные композиции позволяют снизить время вспенивания в 1,6–7,5 раз и при этом обеспечивать получение жестких пенопластов с сохранением прочности при сжатии и теплопроводности. В результате проведенных исследований технологический цикл изготовления пенопластов сокращается, повышается производительность и эффективность производства. Проведенные исследования повышают конкурентоспособность жесткого пенополивинилхлорида на рынке теплоизоляционных материалов.

Список литературы

1. Концепция развития приоритетных направлений промышленности строительных материалов и стройиндустрии на 2001–2005 гг. // Строит. материалы. 2001. № 6. С. 2–13.
2. СНиП II-3–79. Строительная теплотехника. М.: Госстрой СССР. 1995. 37 с.
3. Христофоров А.И., Христофорова И.А., Сорокина Е.А., Проскурина О.Ф. Разработка технологии теплоизоляционного строительного материала на основе жесткого пенополивинилхлорида // Материалы III Международной НТК «Производственные технологии». Владимир: ВлГУ. 2000. С. 106.
4. Патент РФ 2177965 МКИ С 08 L 27/06, С 08 J9/10, С 08 K 13/02 // (3:26, 5:101, 5:12, 5:23) Вспенивающаяся полимерная композиция / Христофоров А.И., Христофорова И.А., Пыленкова Е.Б. (РФ). Бюл. № 1 от 10.01.2002. 12 с.

Компания "ВНИР"

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



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

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



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

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



Комплексные передвижные лаборатории



Отдел продаж: тел./факс +7 (095) 735-6531, 437-9800, 430-0428, 437-2274
Отдел сервиса и метрологического сопровождения: тел./факс +7 (095) 437-5110
Адрес: 119361 г. Москва, ул. Озерная, д.44
Internet: www.vniir.ru E-mail: vniir@aha.ru
Режим работы: с 9:30 до 18:00, выходные - сб, вскр.
Условия работы: 100% предоплата, отгрузка со склада в Москве.