

## 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.  
ГРИДЧИН А.М.  
ГУДКОВ Ю.В.  
КОВАЛЬ С.В.  
КОЗИНА В.Л.  
ЛЕСОВИК В.С.  
ПИЧУГИН А.П.  
СИВОКОЗОВ В.С.  
УДАЧКИН И.Б.  
ФЕДОСОВ С.В.  
ФЕРРОНСКАЯ А.В.  
ФИЛИППОВ Е.В.  
ШЛЕГЕЛЬ И.Ф.

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

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

**Перепечатка**  
и воспроизведение статей,  
рекламных и иллюстративных  
материалов 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

### Отрасль в новых экономических условиях

Г.Р. БУТКЕВИЧ, С.А. КОВАЛЕВ

#### Состояние и перспективы развития промышленности строительных материалов

Приводится динамика ВВП и других экономических показателей: объемы производства основных видов строительных материалов, рентабельность продукции, степень износа основных фондов и др.

#### Вор должен сидеть в тюрьме. А производитель поддельной продукции?

Обзор парламентских слушаний на тему «О законодательных мерах и технических методах противодействия обороту контрафактной, фальсифицированной и некачественной продукции в Российской Федерации», состоявшихся в Государственной Думе 14 февраля 2006 г.

### Сухие строительные смеси

Г.Ф. БАЛМАСОВ, П.И. МЕШКОВ

#### Сравнительный анализ европейского и азиатского рынков химических добавок для сухих строительных смесей

Приведены результаты сравнительных испытаний комплексов добавок европейских и азиатских производителей. Описаны некоторые марки новых компонентов ССС и особенности их дозирования.

П.Г. ВАСИЛИК, И.В. ГОЛУБЕВ

#### Поликарбоксилатные системы в самовыравнивающихся составах

Приведены результаты исследования влияния поликарбоксилатов в сочетании с замедлителями схватывания, а также с загустителями-стабилизаторами на различные свойства самовыравнивающихся композиций. Рассмотрено взаимодействие поликарбоксилата с тартратами и цитратами.

С.А. УДОДОВ, В.Ф. ЧЕРНЫХ

#### Особенности свойств сухих смесей с применением пористых заполнителей

Приводятся результаты исследования по фракционному подбору пористого заполнителя штукатурных смесей для ячеистых бетонов. Сделан анализ методик определения водоудерживающей способности смесей на пористых заполнителях.

Е.В. ПАРИКОВА

#### Модифицирование сухих гипсовых смесей введением комплексной добавки на основе метилцеллюлозы

Для повышения растворимости метилцеллюлозы в воде предложен ее совместный помол с силикат-глыбой и хлористым кальцием. При введении комплексной добавки в количестве 0,3% сверх массы гипсового вяжущего прочность образцов при сжатии и при изгибе возрастает на 25,5 и 45,1% соответственно.

М.В. КУДОМАНОВ, Г.А. ЗИМАКОВА, Н.К. ИВАНОВ

#### Использование доменного гранулированного шлака и полипропиленового волокну в производстве сухих строительных смесей

Исследованы возможности использования песков с модулем крупности 0,8–1,5 и 2–2,5 доменных гранулированных шлаков с  $M_x = 2,8-3$  и введения полипропиленового волокна в составы ССС с доменным гранулированным шлаком.

В.И. БЕЛАН, К.М. СВИРИДЕНКО

#### Сухие смеси для отделочных работ с применением ВНВ

Приведены результаты исследования прочностных характеристик составов ССС при замене портландцемента на ВНВ. Выявлено оптимальное содержание ВНВ в клеевых составах. Проведены испытания по методике СИБЗНИИЭП с использованием аппарата искусственной погоды.

В.И. ГОЛУБЕВ, П.Г. ВАСИЛИК

#### Новые продукты на рынке добавок для сухих строительных смесей и бетонов

Представлены основные характеристики модифицирующих добавок: расширяющих Denka®, Hibidan®, дисперсионных порошков Neolith®, стабилизатора Starvis®, пластификаторов Melflux® 2651 F и Castament®, противоморозной и пластифицирующей добавки – формиата натрия.

В.П. КУЗЬМИНА

#### Технологии изготовления премиксов и их влияние на качество продукции

Рассмотрены преимущества применения механохимической активации для производства премиксов на основе цемента в технологиях ССС. Описан опыт внедрения технологии механоактивации цементного концентрата с комплексом пластифицирующих, уплотняющих, армирующих, противоморозных и красящих добавок при производстве общестроительных и декоративных ССС.

Е.Б. ЗАХАРОВА, М.И. ОДИНОКИЙ

**Фирма «КОНСИТ-А» – 15 лет успешной работы** ..... 28

Описаны основные разработки компании «КОНСИТ-А» в области технологии ССС: комплектные заводы, виды оборудования и др.

**Начинающему автору**
**3. Как построить короткую аргументацию** ..... 29

**Материалы и конструкции**

Б.М. ШОЙХЕТ, В.А. КАЛИТИН

**Теплоизоляция «Сен-Гобен ИзOVER» в плоских покрытиях с рулонной кровлей** ..... 31

Применение в плоских покрытиях теплоизоляционных материалов ISOVER обеспечивает максимальную теплотехническую эффективность покрытия при минимальной нагрузке на несущие конструкции здания. Приведены физико-технические и теплотехнические характеристики продукции ISOVER, а также основные конструкционные решения с ее применением.

**Компания DOW CHEMICAL: новые перспективы** ..... 34

В преддверии запуска нового завода по производству экструдированного пенополистирола в Подмоскowie приведена подробная информация о производстве теплоизоляционных плит STYROFOAM.

**Стройсиб-2006** ..... 38

Д. ван ЭЛТЕН

**Плиты EltoBoard – перспективный материал для строительства** ..... 40

Представлены основные виды древесно-цементных материалов – цементный фибролит, цементно-стружечная плита и плиты EltoBoard. Описаны технические характеристики, основные аспекты технологии производства и области применения.

**Экструдированный пенополистирол URSA XPS в инверсионной кровле** ..... 43

Представлены основные технические характеристики экструдированного пенополистирола URSA XPS и особенности его применения в конструкциях инверсионной кровли.

А.С. БРЫКОВ, В.В. НАПСИКОВ, Т.В. АРТЕМЬЕВА

**Гидратированные силикаты натрия – новая продукция ООО «ВитаХим» и Волховского химического завода** ..... 45

 Гидратированные силикаты натрия «Монасил» представляют собой некристаллические гидраты натриевых солей кремниевых кислот с мольным отношением SiO<sub>2</sub> к Na<sub>2</sub>O от 2 до 3. Они легко растворимы в воде в обычных условиях.

**Материалы для дорожного строительства**

В.В. БАБКОВ, Ш.Х. АМИНОВ, И.Б. СТРУГОВЕЦ, И.В. НЕДОСЕКО, В.Н. МОХОВ, Р.Ш. ДИСТАНОВ

**Сталефибробетонные конструкции в автодорожном строительстве Республики Башкортостан** ..... 50

Представлен опыт проектирования и применения водопропускных колец и малопролетных арочных засыпных мостов из сталефибробетона, имеющих существенное преимущество по технологичности изготовления, стоимости и долговечности.

Н.Г. ПЫЖ, Е.В. БАРСКАЯ, В.Н. ДАВЫДОВ

**Применение полимерно-битумного вяжущего для покрытий автомобильных дорог в Ханты-Мансийском автономном округе** ..... 54

Анализируется опыт применения ПБВ, выпускаемого ОАО «Ханты-Мансийскдорстрой» на установке ПС-10 для модификации битума в г. Сургуте и используемого при строительстве покрытий автомобильных дорог в Ханты-Мансийском автономном округе.

М.А. ВЫСОЦКАЯ, В.В. ЯДЫКИНА, Д.А. КУЗНЕЦОВ

**Известь в асфальтобетоне – такая простая и сложная** ..... 56

Показана эффективность известьсодержащего микронаполнителя в составе асфальтобетонов.

К. ПЕТКЯВИЧЮС, И. ПОДАГЕЛИС, А. ЛАУРИНАВИЧЮС

**Возможности использования местных нерудных материалов при строительстве и ремонте автомобильных и железных дорог** ..... 59

Приведен краткий анализ геологических запасов минерального сырья для дорожного строительства в Литве и результаты сравнительных испытаний асфальтобетона с содержанием битума 5–7% на доломитовом и гранитном заполнителях.

**Результаты научных исследований**

Л.М. СУЛИМЕНКО, Л.А. УРХАНОВА

**Пути снижения энергетических затрат на производство известково-кремнеземистых вяжущих веществ** ..... 63

Приведен анализ влияния удельных затрат на рост и изменение дисперсности известково-кремнеземистого вяжущего. Показано, что наименьшие затраты характерны для измельчения в планетарной мельнице и на стержневом виброистирателе.

П.Г. КОМОХОВ, Ю.А. БЕЛЕНЦОВ

**Волновой характер деформирования материала** ..... 66

Рассматривается процесс деформирования материала как результат продвижения волн деформации с учетом влияния фактора времени, особенности материала, позволяющие прогнозировать появление опасных зон при трещинообразовании и разрушении материала.

А.С. ДЕНИСОВ

**Совершенствование технологии производства изделий из легких бетонов на основе** ..... 68

Приводятся технологические приемы снижения материалоемкости производства ограждающих конструкций из легкого бетона и повышения его теплофизических характеристик. Экономия цемента достигается за счет использования в составе смеси зол, шлаков и отходов асбестоцементного производства.

С.В. ФЕДОСОВ, А.М. ИБРАГИМОВ, Л.Ю. ГНЕДИНА, Л.Н. АКСАКОВСКАЯ, А.В. ГУШИН

**Нестационарный процесс теплопереноса в монолитном железобетонном перекрытии при использовании термоактивной опалубки. Часть II** ..... 70

Рассматривается нестационарный процесс теплопереноса в теле монолитной железобетонной плиты в условиях зимнего бетонирования при использовании термоактивной опалубки. Приведены аналитические выражения и результаты расчета температурных полей в теле бетона без учета и с учетом тепловыделения при гидратации бетона при утеплении открытой поверхности, т. е. при трехслойной конструкции палубы.

# СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ® №7

приложение к научно-техническому журналу «Строительные Материалы» №3-2006 г.

## ВНИМАНИЕ!

Подписка на журнал «Строительные материалы»  
с приложением «Строительные материалы: наука»  
осуществляется по индексам:

**70886** каталог  
«Пресса России»

**79809** каталог  
агентства «Роспечать»

## СОДЕРЖАНИЕ

Журнал «Строительные материалы: наука» № 7  
приурочен к проведению 45 семинара  
«Моделирование и оптимизация композитов» (МОК).

В номере опубликованы статьи по проблемам моделирования  
и оптимизации композитов, представленные  
как основателями научных школ России и Украины,  
так и отдельными работами ученых-материаловедов.

Ю.М. БАЖЕНОВ, В.А. ВОРОБЬЕВ, А.В. ИЛЮХИН Основные подходы к компьютерному материаловедению строительных композитных материалов .....	2
В.Т. ЕРОФЕЕВ, Е.А. МОРОЗОВ, Д.А. ГУБАНОВ Изучение биодegradации цементных композиционных материалов методом математического моделирования .....	5
В.А. ВОЗНЕСЕНСКИЙ, Т.В. ЛЯШЕНКО Рецептурно-технологические поля свойств материала в компьютерном строительном материаловедении .....	8
С.В. КОВАЛЬ, С.В. САВЧЕНКО Моделирование влияния модифицирующих добавок на показатели качества и надежности бетона при воздействии жидких агрессивных сред .....	12
Е.С. ШИНКЕВИЧ Анализ влияния технологических факторов на свойства силикатных материалов неавтоклавногo твердения .....	16
В.И. КОНДРАЩЕНКО Применение методов компьютерного материаловедения в биотехнологических исследованиях .....	19
В.Л. ЧЕРНЯВСКИЙ Принцип адаптивности в строительном материаловедении .....	24
А.Н. ХАРХАРДИН, В.В. СТРОКОВА, А.И. ТОПЧИЕВ Структурная топология дисперсных материалов и композитов .....	27
В.М. СИКАЧЕНКО, С.А. АХМЕТОВ Результаты испытаний многослойных моделей жестких дорожных одежд .....	31
В.Ф. ХРИТАНКОВ, А.П. ЧЕПАЙКИН, В.В. АВРАМЕНКО, А.П. ПИЧУГИН Органоминеральные композиты с использованием торфозаполнителя .....	33
Н.А. МАШКИН, Б.В. КРУТАСОВ Разработка и исследование структурных моделей модифицированной древесины ...	35

**Не забудьте оформить подписку своевременно!!!**

Телефон/факс: (095) 124-32-96, 124-09-00

E-mail: mail@rifsm.ru

www.rifsm.ru

О  
Ж  
У  
Р  
Н



Г.Р. БУТКЕВИЧ, ФГУП «ВНИПИИстромсырье»,  
С.А. КОВАЛЕВ, ООО «Комстрин» (Москва)

## Состояние и перспективы развития промышленности строительных материалов

Объем валового внутреннего продукта, произведенного в России за 2005 г., в сопоставимых ценах возрос на 6,4%, что выше прогноза Минэкономразвития (5,9%), но ниже результатов 2004 г. По темпам экономического развития Россия опережает развитые страны мира, уступая Китаю (9%) и большинству государств СНГ (рост ВВП Азербайджана 21,8%). Индекс промышленного производства в обрабатывающей промышленности в 2005 г. составил 104,4%, в строительстве 109,7% и лишь 101,1% по добыче полезных ископаемых. Следует отметить, что общая положительная динамика в добывающей подотрасли обеспечивается ростом добычи полезных ископаемых в топливно-энергетическом комплексе, а добыча других видов ресурсов падает. Рост индекса чистых налогов на продукцию составляет 107,5%.

Объемы производства основных видов строительных материалов (СМ) в стране в последние годы увеличиваются (табл. 1). Темпы роста объемов производства зависят от экономического положения субъектов Федерации, финансирования федеральных и местных программ, а также изменения спроса или цены на определенные виды продукции. Сохраняется положительная динамика расширения производства импортзамещающих материалов. Например, по данным фирмы «Строительные материалы» (Санкт-Петербург), производство модифицированных сухих строительных смесей за период с 1999 по 2005 г. возросло в 9 раз. Поэтому структура изменения показателей часто имеет скачкообразный вид.

Отрасль СМ неоднородна по темпам роста. Одна группа подотраслей, которая находится в цепочке потребления товара ближе к конечному потребителю (производство линолеума, керамической плитки, минераловатной теплоизоляции и др.), развивается активно, достигла и даже превысила доперестроечный уровень производства. Другая группа предприятий, в основном выпускающая традицион-

ные СМ (железобетонные конструкции, нерудные строительные материалы, изделия на основе асбеста и др.), сохраняет отставание (рис. 1).

Эта группа подотраслей развивается медленнее, испытывает большие по сравнению с первой группой трудности в инвестировании

для наращивания производственных мощностей. Очевидно, что в недалекой перспективе возникнет недостаток в материалах этой группы. Тогда вместе с ростом цен возрастет и привлекательность вложения капитала для инновационной деятельности и приобретения предприятий. Этот процесс соответ-

Таблица 1

Производство продукции промышленности строительных материалов

Материалы	Годы				
	1990	1995	2000	2003	2004
Цемент, млн т	83	36,5	32,4	41	45,6
Сборные железобетонные конструкции и изделия, млн м <sup>3</sup>	79,4	28,1	18,3	21,1	22
Кирпич строительный, млрд усл. шт.	24,5	13,9	10,7	11	11,4
Материалы мягкие кровельные и изоляционные, млн м <sup>2</sup>	1075	416	419	421	468
Нерудные строительные материалы, млн м <sup>3</sup>	713	236	190	211	230*
Плитки керамические глазурованные для внутренней облицовки, млн м <sup>2</sup>	29,7	20,7	24,4	48,5	51,5
Линолеум, млн м <sup>2</sup>	88	57,1	67,2	85,9	94,8
Листы асбестоцементные (шифер), млн усл. плиток	4966	1666	1800	1935	1972
Мука известняковая и доломитовая, млн т	22,6	3,5	2,4	1,8	1,8
Индекс произведенного ВВП в строительстве	-	-	117,4	114,3	110,1

\* Данные уточняются Росстатом.

Таблица 2

Состояние промышленности строительных материалов

Показатели	Годы				
	1990	1995	2000	2003	2004
Число действующих организаций на конец года, тыс.	2,1	7,9	9,4	8,8	9,3
Среднегодовая численность промышленно-производственного персонала, тыс. чел. / в том числе рабочих	10097 / 918	973 / 821	684 / 558	642 / 523	624 / 508
Индекс потребительских цен, %	120,7	270	136,6	117	-
Уровень рентабельности продукции, %	-	17,9	9	9,6	10,2
Изменение затрат на 1 р. продукции	2,6	2,7	-0,4	0,2	0,9

Таблица 3

Износ основных фондов и уровень использования производственных мощностей

Показатели	Годы			
	1990	1995	2000	2003
Уровень использования среднегодовых производственных мощностей по видам продукции, %				
Цемент	93	45	44	57
Материалы стеновые	80	38	48	58
Материалы мягкие кровельные и изоляционные	80	38	40	38
НСМ	91	52	56	61
Сборные железобетонные конструкции и изделия	78	32	28	41
Степень износа основных фондов в промышленности, %				
Вся промышленность	46,4	47,5	51,3	51,4
Машиностроение и металлообработка	47,5	46,5	55,3	52,8
Строительные материалы	42,1	44,7	53,7	47,2
Коэффициент обновления оборудования в промышленности, %				
Вся промышленность	6,9	1,7	1,5	1,8
Машиностроение и металлообработка	6,6	0,8	0,7	0,9
Строительные материалы	5,4	1,4	1,1	1,2
Коэффициент выбытия основных фондов, %				
	3,3	2,7	1,7	1,9

венно отразится на стоимости строительства.

Данные табл. 2 показывают, что качественные показатели промышленности СМ начали улучшаться. Сокращается количество убыточных предприятий.

Эти данные не всегда совпадают с показателями развития промышленности в целом. Например, численность трудящихся, занятых в экономике страны, значительно снизившаяся по сравнению с концом 80-х гг. прошлого столетия, находится примерно на одинаковом уровне – 64–66 млн человек – более десяти лет (минимальная численность соответствует периоду 1998–2000 гг.). В промышленности СМ численность трудящихся постоянно сокращается. Увеличилась доля управленческого и инженерно-технического персонала. Сокращению численности почти в два раза сопутствует рост объема производства. Одна из причин этого – внедрение передовых технологий и оборудования. Данное положение особенно заметно при сравнении средних показателей по отрасли с показателями предприятий с участием иностранного капитала. Отсюда следует вывод о необходимости повышения квалификации инженерных и рабочих кадров, так как современное оборудование и приборы нуждаются в обслуживании людьми с высокими профессиональными навыками. По производительности труда в основных отраслях промышленности СМ отставание достигает 10 раз.

В промышленности СМ преобладают предприятия с частной формой собственности (91% предприятий, выпускающих 62% продукции). Предприятия с участием иностранного капитала (1,3%) выпускают 13,7% продукции. Среди частных находится наибольшее количество мелких предприятий, которые нередко не в состоянии производить высококачественную продукцию. Намечается тенденция к образованию холдинговых компаний, объединяющих несколько предприятий. Новые владельцы начинают проводить техническое перевооружение приобретенных предприятий, многие из которых находились на грани банкротства или были остановлены. Но так происходит, к сожалению, не всегда.

Увеличение объемов строительства, повышение внимания к качеству возводимых объектов требуют улучшения характеристик СМ, организации выпуска СМ с новыми свойствами, расширения ассортимента продукции. Например, вместо традиционных 3–4 видов неруд-

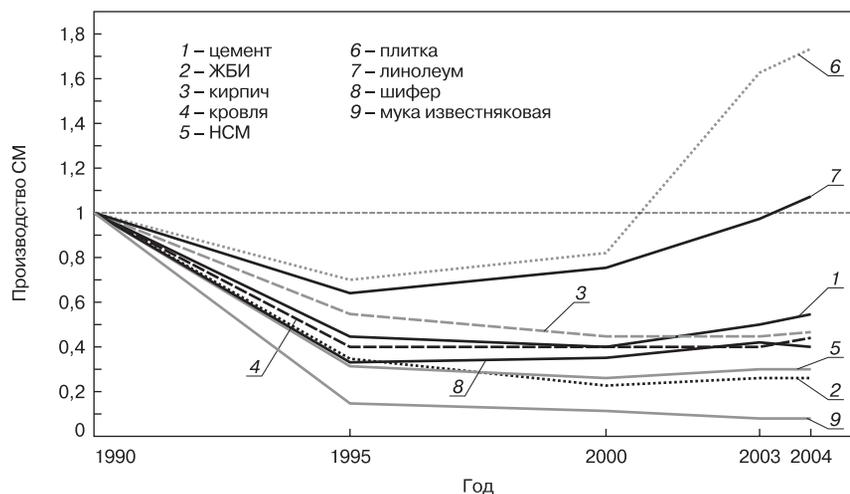


Рис. 1. Динамика изменения в производстве строительных материалов

ных строительных материалов некоторые отечественные предприятия увеличили номенклатуру продукции до 8–10 и более наименований.

Президент страны В.В. Путин поставил задачу довести к 2010 г. объем ввода жилья до 80 млн м<sup>2</sup> в год, то есть увеличить в два раза. Резкий рост объемов выпуска продукции и изменение ее качественных характеристик не могут быть достигнуты на существующих мощностях действующих предприятий,

хотя эти мощности загружены не полностью (табл. 3). В среднем физический износ основных фондов предприятий промышленности СМ приблизился к 50%, его активная часть – оборудование – изношена значительно больше, а применяемые технологии отстают от мирового уровня на десятки лет. Показательным примером может служить цементная промышленность. Объем выпуска цемента по сравнению с 1990 г. сократился почти вдвое. Доля цемента, производимого по

Таблица 4

Индексы промышленного производства и цен, % к предыдущему году

Промышленность	Годы				
	1990*	1995	2000	2003	2004
Индекс промышленного производства					
Россия	103,1	96,7	111,9	107	106
Промышленность СМ	99,1	92	113,1	106,4	195
Индекс потребительских цен					
Все промышленность	108,4	270	131,6	113,1	128,3
Промышленность СМ	120,7	270	136,6	117	116,2
Цена электроэнергии	–	290	154	113,4	111,4
Цена дизельного топлива	–	290	149,6	127	159,9

\* Средние значения за 1986–1990 гг.

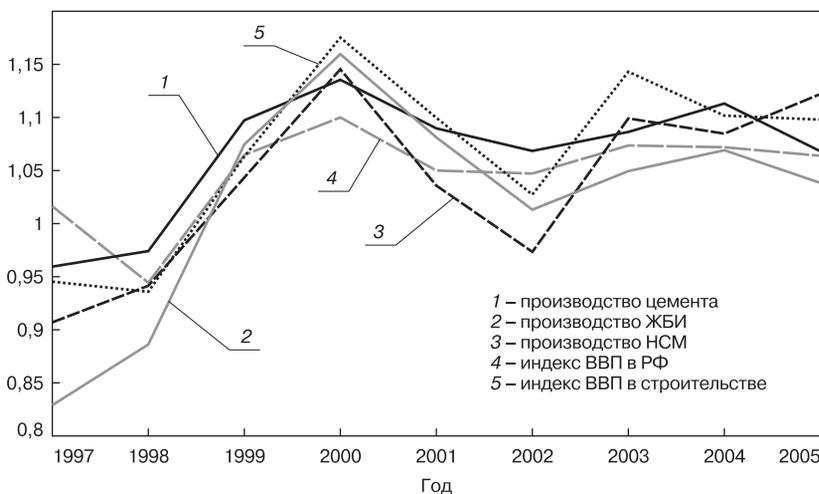


Рис. 2. Сравнение индексов промышленного производства СМ с макроэкономическими показателями

энергосберегающим технологиям, осталась прежней – около 15,5%.

В настоящее время в стране строятся новые предприятия по выпуску различных СМ и реконструируются действующие. Однако введение новых мощностей не носит массового характера. Известно о строительстве новых кирпичных и стекольных заводов, карьеров, разрабатывающих месторождения прочных изверженных пород, предприятий по производству керамической плитки и теплоизоляции на основе минерального волокна, реконструкции цементных заводов. Но при существующем темпе ввода в эксплуатацию дополнительных мощностей и выбытии действующих решить поставленные задачи не удастся.

Приходится также констатировать, что отечественная машиностроительная промышленность по-прежнему не удовлетворяет запросам многих отраслей народного хозяйства, неоправданно медленно модернизирует производство (табл. 3).

Отставание от передовых стран возрастает. В связи с этим владельцы предприятий СМ часто приобретают зарубежные аналоги оборудования, выпускаемого в нашей стране.

Значительные трудности в наращивании мощностей создает тарифная политика государства (табл. 4). Особенно тревожное положение складывается вследствие роста тарифов на железнодорожные перевозки. Из-за этого сокращается радиус экономически оправданных перевозок, что оперативно используют соседи по СНГ. Недавно конкурентоспособными стали автоперевозки нерудных строительных материалов на расстоянии, превышающие 100 км, что не соответствует мировому опыту.

Инвестирование в промышленность СМ осуществляется в недостаточном объеме не только из-за сравнительно невысокой рентабельности. Инвесторы стремятся получить надежное подтверждение в необходимости развития конкрет-

ной отрасли. А прогнозы развития почти всех отраслей народного хозяйства на государственном уровне не разрабатываются. По этой причине возрастает риск вложения капитала, что влечет рост ставок кредитования и страхования инвестиционных проектов.

Анализ индексов производства нескольких взаимосвязанных видов СМ позволил выявить наличие корреляции с ВВП (рис. 2).

Использование найденных зависимостей создаст возможность повысить степень надежности прогнозов на среднесрочную перспективу.

Анализ состояния промышленности СМ позволяет сделать некоторые выводы:

1. Промышленность СМ, как и другие отрасли промышленности РФ, наращивает объемы производства, создаются новые производственные мощности, растут технико-экономические показатели. Однако основные фонды предприятий изношены, на большинстве предприятий используют устаревшие технологии и оборудование, что затрудняет насыщение рынка конкурентоспособной продукцией высокого качества в требуемых объемах.
2. Инвестирование в промышленность СМ осуществляется преимущественно за счет средств предприятий. Банки неохотно выдают кредиты не только из-за сравнительно низкой рентабельности большинства видов продукции. В стране в отличие от многих развитых и развивающихся стран не разрабатываются прогнозы развития, без которых риски вложения капитала резко возрастают.
3. Имеется возможность установления корреляционных зависимостей между выпуском определенных видов СМ и одним из макроэкономических показателей развития страны, что позволит прогнозировать на среднесрочный период темпы роста потребности в этих материалах.
4. Существующие темпы роста производства СМ недостаточны для выполнения национального проекта «Доступное и комфортное жилье – гражданам России». Осуществить проект в намеченные сроки возможно только в случае разработки Правительством РФ действенных мер по привлечению инвестиций в развитие промышленности строительных материалов.

В статье использованы материалы Росстата, опубликованные в 2004–2005 гг.

## Вор должен сидеть в тюрьме. А производитель поддельной продукции?

Подделка есть подделка, обманывать нехорошо, воровство – это преступление. Никто не будет спорить с тем, что подделка всегда хуже оригинала, а обманщики, не обремененные моральными принципами, не могут быть надежными партнерами. Производство и продажа подделок есть мошенничество, преступление, это, по сути, воровство, хищение у государства налогов, у правообладателя части прибыли. А вор, как известно, должен сидеть в тюрьме. Другое дело производство и реализация контрафакта, фальсификата – звучит солидно ... Должен ли производитель контрафакта нести ответственность, и какую – вопрос обсуждаемый давно и на разных уровнях. А пока эта проблема обсуждается, российский рынок буквально захлебывается подделками. Подделывают одежду и обувь, лекарства и программное обеспечение, аудио- и видеопродукцию, артистов и музыкантов, билеты и спектакли, оборудование и инструмент, строительные и отделочные материалы. Подделки везут из-за рубежа и производят в России. В настоящее время проблема достигла таких масштабов, когда под угрозой ставится экономическая безопасность государства в целом.

В феврале 2006 г. в Государственной думе прошли парламентские слушания на тему «О законодательных мерах и технических методах противодействия обороту контрафактной, фальсифицированной и некачественной продукции в Российской Федерации», организованные по инициативе Комитета по экономической политике, предпринимательству и туризму и Комитета по безопасности. В слушаниях приняли участие депутаты Государственной думы, члены Совета Федерации, представители Генеральной прокуратуры РФ, профильных министерств и ведомств, Торгово-промышленной палаты РФ, Союза промышленников и предпринимателей, представители бизнес-сообщества, общественных организаций, журналисты общественно-политических и отраслевых специализированных изданий.

С проблемой сбыта и производства поддельной продукции Россия столкнулась в начале 90-х гг. прошлого века, когда в страну хлынул поток товаров практически из всех стран мира. Огромная емкость открывшегося рынка сбыта в сочетании с низкой покупательной способностью населения, практически полным отсутствием контроля качества поступающей на этот рынок продукции и высокой коррумпированностью чиновников различных контролирующих ведомств всех уровней обеспечили благодатную почву для массового сбыта на территории бывшего СССР поддельной продукции легкой, пищевой, фармацевтической, радиоэлектронной и других отраслей промышленности.

Несовершенство законодательства, высокая рентабельность производства поддельной продукции обусловили быстрое развитие этого бизнеса внутри страны. По различным оценкам специалистов, ежегодные убытки России в виде недополучения налоговых платежей в бюджет составляют миллиарды долларов США.

Доля подделок в России по отдельным товарам значительно выше, чем в других странах. Объемы подобной продукции в обороте зарубежных стран составляют в среднем 5–10%, в России же доля подделок по разным товарным группам составляет от 35 до 90%.

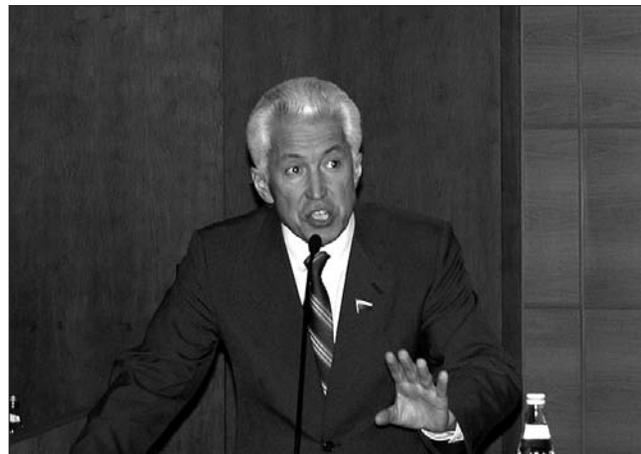
Доходы от производства и реализации поддельной продукции являются важнейшей составляющей теневой экономики, влияющей на криминализацию общества, снижение его морально-нравственного уровня.

Выступая на парламентских слушаниях, заместитель председателя Государственной думы В.С. Катренко отметил, что для кардинального изменения ситуации необходимо пересмотреть меры ответственности за подобные правонарушения, детально и глубоко проработать организационно-методические принципы и формы проведения государственных контрольно-надзорных мероприятий на всех этапах возможного проявления контрафакта и фальсификатов, прежде всего при ввозе товаров на территорию России и нелегальном производстве с последующей реализацией внутри страны.

По мнению председателя Комитета по экономической политике, предпринимательству и туризму В.Г. Дра-



От производства и распространения подделок страдают не только предприятия материальной сферы, но и производители интеллектуальной продукции. Актуальность темы парламентских слушаний столь велика, что зал заседаний не мог вместить всех желающих принять в них участие



Председатель комитета по безопасности ГД В.А. Васильев считает, что разобщенность работы правоохранительных, судебных, фискальных, надзорных органов государственной власти крайне негативно сказывается на результативности борьбы с производством и оборотом поддельной продукции

ганова, анализ состояния правоприменительной практики при рассмотрении в судах уголовных дел в сфере объектов интеллектуальной собственности показывает, что не всегда приговоры адекватны совершенным деяниям. В.Г. Драганов подчеркнул, что **попустительство контрафакту – это создание барьера на пути развития отечественной науки, внедрения современных технологий, производства качественных товаров.**

Председатель Комитета по безопасности В.А. Васильев подчеркнул, что проблема производства и реализации поддельной продукции не может быть решена только законодательными мерами. До сих пор не принимают должного участия в защите потребительского рынка от контрафактной и фальсифицированной продукции те, кому она также причиняет существенный ущерб – правообладатели и потребители. Обычно предприниматели избегают официальной огласки фактов подделки своей продукции, опасаясь снижения объемов продаж, они не в состоянии оценить реальный ущерб от фактов подделки и продажи продукции третьими лицами.

Однако уже есть примеры последовательной и непреклонной борьбы за честное имя компании – производителя высококачественной продукции, защищенной товарными знаками. В парламентских слушаниях принимали участие представители германской фирмы «КНАУФ», которая уже более десяти лет производит в России высококачественные отделочные материалы на основе гипса. Компания «КНАУФ» одна из первых решительно заявила о борьбе с контрафактной продукцией и проводит постоянную работу в этом направлении: вводит дополнительные уровни защиты упаковки своей продукции, ведет разъяснительную работу, рекламные кампании, контрольные действия. В случае обнаружения реализации поддельной продукции инициирует следственные действия, выявление производств, возбуждение уголовных дел. Например, в настоящее время ведется два уголовных дела о нарушении прав на товарные знаки в Московской области и Республике Марий Эл. С фирмой «КНАУФ» сотрудничают крупные юридические фирмы, имеющие опыт в таких делах. На основании этого опыта партнер фирмы «Нёрр Штифенхофер Лутц» Ю.Г. Табастаева внесла предложения по изменению некоторых положений Уголовного кодекса РФ. Например, в ст. 180 предлагается установить самостоятельную ответственность (вне зависимости от наличия неоднократности и размера нанесенного ущерба) за незаконное использование чужого товарного знака или сходных с ним обозначений для однородных товаров, если это деяние совершено в отношении более чем 100 единиц товаров, а также предусмотреть наказание штрафом в размере до 200 тыс. р. или в размере заработной платы или иного дохода осужденного за период до 18 месяцев, либо обязательными работами на срок от 180 до 240 часов, либо исправительными работами на срок до двух лет. Предложено также внести изменение в ст. 31 Уголовно-процессуального кодекса РФ и исключить из подсудности мирового судьи уголовные дела о преступлениях, предусмотренных ч. 1, 2 ст. 180 УК РФ. Уголовные дела о преступлениях, предусмотренных этой статьёй, предлагается передавать в верховные суды республик, краевые и областные суды, суды городов федерального значения, суды автономных областей и округов. Это обусловлено тем, что ни мировые, ни районные суды не имеют достаточного опыта и квалификации для правильного и справедливо-го рассмотрения дел по вопросам интеллектуальной собственности, которые являются сложными в правовом плане. Для решения данной проблемы необходимо создание специализированных судебных составов, занимающихся преступлениями в сфере незаконного использования чужих товарных знаков. Такая специализация составов невозможна на уровне районных судов в связи со сравнительно редкостью соответствующих дел.



Заместитель председателя Госдумы В.В. Жириновский со свойственной ему эмоциональностью предложил в законах, документах и рекламе называть явления и действия по-русски: контрафакт – подделка, производство контрафакта – преступление; производитель и распространитель контрафактной продукции – мошенник

По мнению многих докладчиков, в условиях распространения на российском потребительском рынке поддельной продукции в масштабах, представляющих угрозу не только предпринимателям-правообладателям и потребителям, но и общественной морали, экономическому развитию и международному престижу России, **необходимо разработать и принять национальную концепцию борьбы с контрафактной и фальсифицированной продукцией** в интересах государства, производителей (правообладателей) и потребителей. На базе этой концепции следует разработать государственную программу, предусматривающую план конкретных действий по совершенствованию законодательного регулирования, организационное, научно-методическое и образовательное обеспечение, стимулирование деятельности объединений правообладателей, производителей и потребителей. Важно определить федеральный орган государственной власти, ответственный за реализацию политики в сфере противодействия производству и обороту поддельной продукции.

В заключение отметим, что проблема производства и реализации поддельной и некачественной продукции в сфере строительства не столь очевидна и на первый взгляд не так опасна, как, например, подделка лекарств. Однако важно помнить, что предложение рождает спрос. Правительство принимает серьезные меры по увеличению жилищного строительства, за короткий срок его темпы предстоит удвоить. Развивается система ипотечного кредитования, привлечение в строительство жилья средств населения по различным схемам. Это означает, что в строительном секторе, где в настоящее время отсутствие финансирования является лимитирующей стадией процесса, появятся деньги. Много. А отечественная промышленность строительных материалов не готова удовлетворить скачкообразный рост потребности на качественные и безопасные строительные материалы. Поэтому высока вероятность того, что со временем появятся подделки материалов, низкое качество которых может проявиться не сразу и повлечь не только дополнительные материальные потери, но и стать причиной тяжелых последствий вплоть до обрушения конструкций.

Именно поэтому недостаточно просто ужесточить меры за нарушение законодательства в сфере производства и оборота поддельной продукции. Необходимо формировать активную гражданскую позицию и своего рода солидарную ответственность за последствия и результат пассивности и бездействия, которые и порождают безнаказанность, рост криминализации и коррупции в этой сфере.

*Е.И. Юмашева*

Г.Ф. БАЛМАСОВ, канд. хим. наук, управляющий департаментом химии СП ООО «ЕТС» (Санкт-Петербург), П.И. МЕШКОВ, руководитель направления строительной химии ООО «ЕТС-Москва» (Москва)

## Сравнительный анализ европейского и азиатского рынков химических добавок для сухих строительных смесей

Развитие строительства и производства стройматериалов всегда было признаком и катализатором возрождения экономики страны. В последние годы отрасль по многим показателям достигла докризисного уровня. Особенно следует отметить, что несмотря на все трудности, производство и использование ряда материалов настолько динамично растет, что Россия, Беларусь и Казахстан выходят на уровень передовых стран мира. Прежде всего речь идет о модифицированных сухих строительных смесях.

Их отечественное производство начало развиваться с 90-х гг. XX в. До этого времени на нашем рынке доминировали импортные смеси, такие как Ветонит, Церезит, Атлас и др., которые выполнили полезную роль — продемонстрировали ранее

не сочетаемые достоинства минеральных вяжущих и химических полимеров и показали способы значительного повышения качества и производительности работ. В целом развитие производства и применения модифицированных ССС позволило отрасли стройматериалов в СНГ за 10–15 лет пройти тот путь, который в Западной Европе был преодолен за 50 лет.

В настоящее время производство модифицированных полимерами сухих строительных смесей в европейских странах составляет: в Германии 68 кг на душу населения в год, в Австрии 48 кг, во Франции 43 кг, в Финляндии 37 кг, в Польше 26 кг. В странах СНГ это производство развивается неравномерно: в России производится около 10 кг ССС на душу населения в год, в Ка-

захстане и в Белоруссии около 15 кг, на Украине около 6 кг. Распределение производителей ССС соответствует техническому и интеллектуальному потенциалу регионов.

Развитие производства ССС в СНГ можно проиллюстрировать и такими данными. При строительстве одной новой квартиры в Москве площадью 70 м<sup>2</sup> расходуется в среднем 40 кг ССС на 1 м<sup>2</sup>, то есть менее 3 т на указанную квартиру. Для сравнения, в Германии — 20 т. В перспективе, по оценкам отечественных специалистов, потребление модифицированных ССС в СНГ вырастет до 10 млн т в год.

В состав модифицированных смесей входят синтетические и природные добавки различного назначения: водоудерживающие, загущающие или разжижающие, ускорители или замедлители схватывания вяжущих, адгезионные, гидрофобизирующие, антивспенивающие или воздухововлекающие, волокна, легкие вспененные наполнители и др. Смеси с такими компонентами позволяют решать разнообразные строительные задачи, прежде всего значительно повысить производительность труда, прочность сооружений и срок их эксплуатации.

Несмотря на динамичное развитие химической науки и промышленности в советские годы, отечественная промышленность, к сожалению, отстала в производстве химического сырья для стройматериалов. Редким исключением являются разработки российских и украинских специалистов в области пластификаторов, неорганических пигментов и др.

СП ООО «Единая Торговая Система» (ЕТС) является ведущим импортером различных химических продуктов, в том числе добавок для ССС. Компания ЕТС предлагает их со своих складов в различных городах СНГ и располагает полным пакетом всего необходимого химического сырья для ССС. При всех неоспоримых преимуществах, которые дает модификация цемент- или гипсоудержающих ССС, необходимо осознавать, что химические добавки являются ценообразующими компонен-

Таблица 1

Компоненты плиточного клея (экономного)	Весовые части	Затраты на 1 т смеси, р
Портландцемент марки М400	35	110
Известняковая мука <0,1 мм	8	12
Кварцевый песок 0,1–0,4 мм	57	26
Эфир целлюлозы	0,3	717
<b>Итого</b>		<b>865</b>

Таблица 2

Компоненты гидроизолирующей смеси	Весовые части	Затраты на 1 т смеси, р
Портландцемент марки М500	50	190
Кварцевый песок	39	18
Строительный бентонит	2	16
Дисперсионный порошок	5	5350
Эфир целлюлозы	0,25	600
Эфир крахмала	0,03	52
Волокна целлюлозы	1	560
Антивспениватель	0,5	775
<b>Итого</b>		<b>7561</b>

Таблица 3

Состав смеси, %	Содержание, %					
	Компаунд ЕТС	Виннапас + Валоцель	Мовилит + Валоцель	Компаунд ЕТС	Виннапас + Валоцель	Мовилит + Валоцель
Цемент ПЦ400	35	35	35	35	35	35
Кварцевый песок 0–0,3 мм	59	59	59	58	58	58
Мука известняковая	5	5	5	5	5	5
Комплексная добавка	1	0,9/0,1	0,9/0,1	2	1,8/0,2	1,8/0,2
<b>Показатели затворенной смеси</b>						
Консистенция, нанесение	полумягкая, наносится на поверхность плохо, с разрывом			мягкая, кремообразная, наносится на поверхность хорошо		
Сползание плитки*, мм/под нагрузкой, г	0/80	0/100	0/100	0/365	0/375	0/385
Открытое время*, мин	15	10	10	20	15	15
Смачивающая способность* через 20 мин, %	62	50	50	80	65	55
Водоудержание*, %	98,2	98,8	98,6	99,4	99,4	99,3
Адгезия к бетону, МПа (после 7 сут твердения при 20°C и влажности 50%)	0,71	0,69	0,71	1,07	1,02	1,06

\* Испытания проведены по методике EN 1308 и DIN 18156.

тами. Данные по стоимости сырья для наиболее распространенных рецептур приведены в табл. 1 – дешевая смесь и в табл. 2 – самая дорогая смесь.

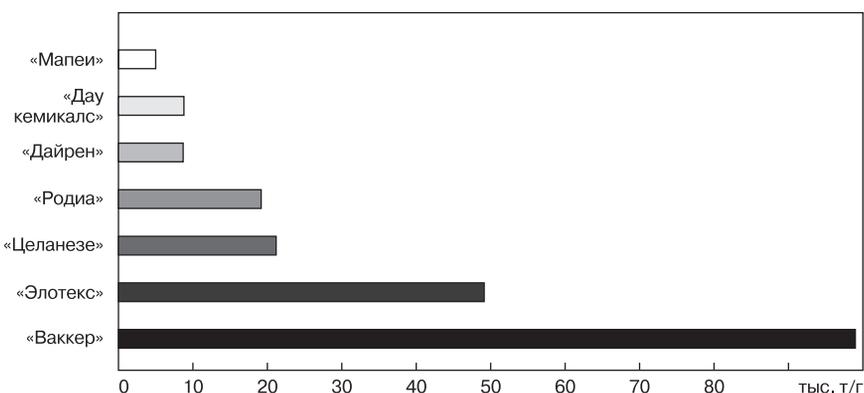
Из данных табл. 1 видно, что химические добавки составляют 83% от стоимости компонентов.

Химические добавки в случае гидроизоляционной смеси (табл. 2) составляют 97%.

Из этих данных видно, что успешное производство модифицированных ССС неизбежно требует поиска наиболее эффективных добавок, сочетающих минимально необходимые дозировки, доступные по цене.

Первыми в мире разработчиками и производителями строительной химии были немецкие фирмы «Хёхст» (ее дочерние предприятия «Ваккер» и «Кларриант»), «Байер», «Аквалон», «БАСФ», шведская фирма «Акзо Нобель», французская фирма «Родиа», американская фирма «Дау Кемикалс» и ряд других. В настоящее время ежегодный объем производства самых сложных химических аддитивов для стройматериалов (эфиров целлюлозы и дисперсионных порошков) на этих фирмах превышает 0,5 млн т. Это такие знаменитые товарные марки, как: эфиры целлюлозы Тилоза, Валоцель, Кульминал, Бермоколл; редиспергируемые порошки Виннапас, Эллотекс, Мовилит, Акронал, Роксимат, ДЛП и др.

Еще пять лет назад западноевропейские специалисты уверяли, что в азиатских странах никто не осилит производство сложной строительной химии в обозримом будущем.



Объемы производства редиспергируемых порошков

Как и в СНГ, азиатские производители ССС использовали европейские добавки. И вот теперь в Японии, Китае, Южной Корее, на Тайване уже производят такое количество химдобавок, которое не только перекрывает собственные потребности, но и позволяет этим странам экспортировать продукцию строительной химии (см. рисунок).

Тайваньская фирма «Дайрен» в начале 2006 г. запустила новое производство дисперсионных порошков и довела мощность до 20 тыс. т в год.

Среди азиатских добавок встречаются как вполне качественные, так и технически непригодные продукты; как сырье по высоким, но приемлемым ценам, так и откровенный демпинг. Поэтому для таких компаний, как ЕТС, важной задачей является выбор надежных поставщиков и качественных продуктов.

Приведенные данные показывают, что технический уровень азиатских и европейских химических добавок вполне сопоставим. Для ряда производителей ССС, особенно тех, которые пока не располагают хорошо оснащёнными лабораториями, интерес представляют компаунды, то есть заранее смешанные композиции добавок (премиксы), которые добавляют к набору минеральных компонентов.

Из азиатских эфиров целлюлозы наиболее известна товарная марка Мецеллоза (фирма «Самсунг», Южная Корея). Но производится недостаточное количество метилгидроксипропилцеллюлозы, наиболее необходимой для цемент- или гипсодержащих смесей. Производимые же в Корее эфиры целлюлозы с этильными и пропиловыми радикалами требуют большей дозировки, хотя более низкая цена компенси-

рует этот недостаток (на 15–20% дешевле, чем близкие по качеству продукты из Европы).

Интересно наблюдать, как стремительно развивается производство сложных эфиров целлюлозы в Китае. Фирма «Дайрен» на острове Тайвань стала первым в Азии производителем дисперсионных сополимерных порошков. В целом здесь уже сейчас производится не менее 12 тыс. т в год основных видов сложных химических добавок.

Цены на азиатскую продукцию ниже европейских на 20–30%. Одна из очевидных причин этого — меньшие затраты на отмывку эфиров целлюлозы, то есть на экологию. Сложностями являются отдаленность, но эту проблему решают такие фирмы, как наша, а также отсутствие технической поддержки от азиатских производителей.

Следует учитывать и особенности азиатского подхода к созданию новой промышленной продукции. На примере таких видов промышленности, как автомобильная и бытовой электроники, известно, что для обеспечения начального рывка приобретаются патенты и лицензии, воспроизводятся передовые образцы и в кратчайшие сроки организуется выпуск товаров, сопоставимых с лучшими мировыми аналогами. То

же самое происходит и с химической продукцией. Это выгодно и престижно для азиатских фирм, им не требуется создавать сложные и дорогие лаборатории, нет необходимости в собственной разработке рецептур, технологий и др., почти не ведутся консультации с конечными потребителями. В то же время для внедрения такой продукции, особенно на чужих рынках, от дистрибьюторов требуются дополнительные усилия и затраты. Этим, в частности, и занимается компания ЕТС, которая в настоящее время разрабатывает планы создания собственной лаборатории.

Один из важных аспектов при выборе поставщика химдобавок — это гармоничность и взаимная совместимость всех химических веществ, вводимых в ССС. Так, ведущие европейские фирмы изучают не только каждый продукт по отдельности, но и их сочетание. Ведь такие сложные продукты, как эфиры целлюлозы, сополимерные дисперсионные порошки, гидрофобизаторы и многие другие (и особенно вводимые в них вспомогательные компоненты) при неправильном выборе могут снижать эффективность друг друга. При применении новых для нашего рынка азиатских химдобавок обязательно требуются собственные опыты, вплоть до проверки их в комбинации

с цементом, гипсом, инертными наполнителями.

Итак, даже при поверхностном сравнении европейского и азиатского рынков химических добавок для ССС видны их существенные различия, преимущества и недостатки.

Европейская продукция дороже из-за больших затрат на экологию и техническое развитие, но она надежнее благодаря длительной истории, более глубокому и точному техническому сопровождению, стабильному качеству.

Азиатская продукция — новичок на рынке, она в основном скопирована с лучших мировых прототипов. В этом риск для дистрибьюторов и конечных потребителей, который заставляет их проводить больше самостоятельной подготовки к внедрению таких химдобавок и более требовательно относиться к оперативному входному контролю. Преимуществом являются более умеренные цены и наличие на нашем рынке отечественных дистрибьюторов, которые могут принять на себя многие сложности.

СП ООО «Единая Торговая Система», активно участвуя в становлении производства ССС в СНГ, рассматривает возможности, сложности и преимущества как европейского, так и азиатского рынков химических добавок.

Uralcarb - начало качественных продуктов




## Мрамор молотый для сухих строительных смесей

Uralcarb 75

Uralcarb 100

Uralcarb 160

ООО «Микрокальцит»  
457421, Челябинская обл.

Карталинский р-н, п. Новокаолиновый, ул. Заводская

Тел. (3519) 20-18-80 - оперативные ответы на Ваши вопросы

www.uralcarb.ru

П.Г. ВАСИЛИК, И.В. ГОЛУБЕВ, специалисты ЗАО «ЕвроХим-1» (Москва)

## Поликарбоксилатные системы в самовыравнивающихся составах

Поликарбоксилатные гиперпластификаторы давно уже зарекомендовали себя с наилучшей стороны в цементных и гипсовых материалах. Главная отличительная особенность этого типа пластификаторов – более эффективное диспергирование частиц. Эти материалы с успехом вытесняют из рецептур самовыравнивающихся полов европейских производителей такой широко известный материал, как казеин.

История развития поликарбоксилатных пластификаторов традиционна. С каждым годом происходит все большая унификация марок пластификаторов. Раньше немецкая компания Degussa Construction Polymers в своих рекомендациях по применению поликарбоксилатных пластификаторов торговой марки Melflux® делала очень много ограничений по вяжущему, модификаторам схватывания и твердения. Но уже в 2005 г. фирма создала уникальную систему из пластификатора и стабилизатора, позволяющую получать высококачественные самовыравнивающиеся полы.

Для проверки была создана специальная рецептура самовыравнивающейся смеси для устройства пола (табл. 1).

В работе исследовались:

- совместимость поликарбоксилатных пластификаторов с разными типами замедлителей;
- влияние различных типов загустителей-стабилизаторов на подвижность раствора;
- влияние различных типов загустителей-стабилизаторов на процесс гидратации цемента.

Комбинация нескольких добавок может приводить к неожиданным эффектам, которые в неблагоприятном случае приводят к полной потере рабочих свойств. Механизм в большинстве случаев пока не выяснен.

Хорошо исследованным является факт сокращения адсорбции или полная десорбция ионов поликарбоксилата сульфат-ионами [1]. Сильно заряженные анионы  $SO_4^{2-}$ ,  $CO_3^{2-}$  и  $PO_4^{3-}$  препятствуют адсорб-

ции поликарбоксилатов с малой анионной плотностью заряда в основной цепи и таким образом негативно влияют на эффект диспергирования (пластификации). Наблюдается также несовместимость поликарбоксилатов с лимонной кислотой и ее солями (цитратами), используемыми как замедлители схватывания цемента. Если скомбинировать поликарбоксилат с винной кислотой и ее солями (тартратами) в качестве замедлителя, то подвижность такой системы выше [2].

Для определения взаимного влияния на адсорбцию и тем самым на растекаемость пластификатор и замедлитель сначала вводились по отдельности, а затем одновременно.

Для этой цели растворы выжимаются с помощью 20-тонного гидравлического пресса с использованием стекловолоконных фильтров в специальной ячейке из высококачественной стали. В фильтрате затем определяется концентрация пластификатора или замедлителя по следующей методике. Концентрацию пластификатора в фильтрате можно установить с помощью определения ТОС (Total Organic Carbon). Замедлитель (цитрат или тартрат) определяется количественным образом с помощью ионохроматографии (ИС). При одновременном наличии пластификатора и замедлителя определяется вначале концентрация замедлителя с помощью ИС. Затем можно

Таблица 1

Компоненты	Номенклатура	Содержание, %
Портландцемент	CEM I 42,5 R	18,5
Глиноземистый цемент	CAC (40% $Al_2O_3$ )	11,5
Сульфат кальция	$CaSO_4$ (синтетический ангидрид)	6,5
Заполнитель	Кварцевый песок, размер частиц 0,1–0,4 мм	40,95–39,05
Заполнитель	Микрокальцит, размер частиц 10–20 мкм	19,4
Редиспергируемый порошок	NEOLITH P 5000	2
Ускоритель твердения	Карбонат лития	0,1
Замедлитель схватывания	Лимонная кислота	0,1–0,3
	Винная кислота	
Антивспениватель	Defomex AP 122	0,15
Добавки, снижающие усадку, – неопентилгликоль, гександиол	Metolat P 861, Hibidan P	0,6–0,7
Пластификатор	Melflux 2651 F	0,1–0,2
	Melflux 1641 F	0,2–0,4
	Melflux PP 100 F	0,4–0,5
	Melment F 10	0,5–0,7
Модификатор вязкости, стабилизатор	Starvis 3003 F	0,1–0,2

Таблица 2

Пластификатор	Растекаемость, см, через интервал				
	8 мин	15 мин	30 мин	45 мин	60 мин
Melflux 2651 F	15,7	15,3	15,4	15,6	15,6
Melflux 1641 F	14,1	13,9	14,2	14,2	14,2
Melflux PP 100 F	11	12,1	13,2	14	14,2
Melment F 10	10,2	10,1	9,4	9,2	8,9

Таблица 3

Пластификатор	Растекаемость, см, через интервал				
	8 мин	15 мин	30 мин	45 мин	60 мин
Melflux 2651 F	16,2	15,8	16,2	15,8	15,7
Melflux 1641 F	15,2	14,9	15,8	15	15,4
Melflux PP 100 F	15,6	15,7	15,6	15,8	15,8
Melment F 10	14	14,1	14,2	14,1	14,1

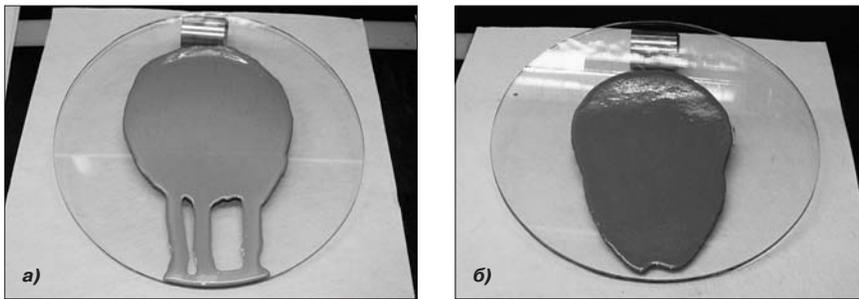


Рис. 1. Характер потока: а – при расслоении смеси; б – стабилизированного раствора

рассчитать концентрацию пластификатора в фильтрате путем вычитания концентрации замедлителя из общего содержания ТОС. В качестве адсорбированного объема принималась разница между первоначально добавленным и установленным в фильтрате количеством пластификатора или замедлителя.

Замедлители (тарترات или цитрат) сами по себе и при наличии пластификаторов обнаруживают высокую норму адсорбции (55–87%). Пластификаторы сильно адсорбируются при отсутствии замедлителей. Норма адсорбции составляет 67%. Если добавить замедлитель, то эффект адсорбции поликарбоната резко снижается при введении лимонной кислоты или цитратов, тарترات сокращает адсорбцию поликар-

боксилата с 67 до 20%, а цитрат – до 7% [3]. Известно, что при адсорбции <10% пластифицирующий эффект обычно не наблюдается.

Адсорбция замедлителей при введении пластификаторов не подвержена заметному влиянию. Упомянутая в начале несовместимость поликарбоната с цитратом является следствием слишком низкой адсорбции поликарбоната при наличии данного замедлителя. Тарترات препятствует адсорбции поликарбоната в меньшей степени, пластификатор при этом еще может оказать свое пластифицирующее действие.

Исследовались поликарбонаты с разными анионными плотностями. Поликарбонаты с небольшой анионной плотностью за-

ряда адсорбируются значительно меньше, чем с высокой плотностью заряда. Адсорбция поликарбонатов значительно влияет на подвижность раствора во времени.

Результаты испытаний влияния замедлителя схватывания – 0,2% лимонной кислоты представлены в таблице 2, 0,16% винной кислоты в таблице 3. Подвижность раствора определялась с использованием органического стекла, латунного цилиндра с внутренним диаметром 30 мм и высотой 50 мм, согласно методике EN 12706.

При этом растекаемость более 14,5 см является отличным результатом, 13–14,5 см – хорошим, менее 13 см – плохим.

Как видно из таблиц, новый гиперпластификатор Melflux 2651 F одинаково хорошо работает как в системах с лимонной, так и с винной кислотой. При этом прочность при сжатии систем с лимонной кислотой выше в среднем на 10 Н/мм<sup>2</sup>.

После испытаний пластификаторов с модификаторами схватывания был проведен анализ стабилизаторов. Как известно, проблемой при получении высокоподвижных растворов является их низкая устойчивость к расслоению (выпотеванию) (рис. 1). При этом нарушается гомо-

Таблица 4

Пластификатор	Замедлитель схватывания	Стабилизатор	Содержание стабилизатора, %													
			0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09	0,1	0,11	0,12	0,13	0,14
Melflux 1641 F	Тарترات	Эфир целлюлозы	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	■	●	▼	▼	▼	▼
Melflux 1641 F	Тарترات	Starvis 3003 F	▲	▲	▲	▲	▲	▲	■	■	■	●	●	●	●	●
Melflux 2651 F	Цитраты	Starvis 3003 F	▲	▲	▲	▲	▲	■	●	●	●	●	●	●	●	●

▲ – выпотевание; ■ – незначительное выпотевание; ● – нет выпотевания и хорошая пластичность; ▼ – нет пластичности.

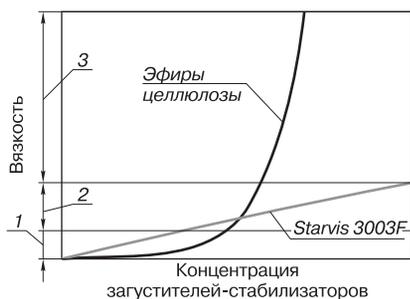


Рис. 2. Зависимость вязкости цементных растворов от концентрации эфиров целлюлозы и стабилизатора Starvis 3003 F: 1 – зона выпотевания; 2 – зона пластичности; 3 – отсутствие растекаемости

генность раствора, увеличиваются внутренние напряжения.

Долгое время для стабилизации самовыравнивающихся масс использовались только сложные эфиры целлюлозы. Недостатком таких систем является очень узкий диапазон водотвердого соотношения, при котором система сохраняет подвижность и при этом не происходит расслоения. Это происходит вследствие высокой тиксотропности водных растворов эфиров целлюлозы (табл. 4), а также от чрезвычайно высокой зависимости вязкости от процентного содержания эфиров целлюлозы (рис. 2).

Качество самовыравнивающихся покрытий, в рецептуре которых содержатся эфиры целлюлозы, сильно зависит от многих факторов: аккуратности проведения работ, влажности наполнителя, точности дозировки эфиров целлюлозы при смешении ингредиентов и др. В случае применения поликарбоксилатного загустителя Starvis 3003 F

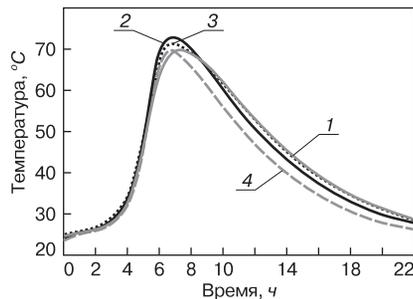


Рис. 3. Выделение тепла системами с различным содержанием добавки Starvis 3003 F при гидратации цемента: 1 – без добавки; 2 – 0,2%; 3 – 0,3%; 4 – 0,4%

количество негативных факторов значительно сокращается.

Кроме того, специалисты компании Degussa Construction Polymers изучили влияние эфиров целлюлозы и поликарбоксилатного загустителя Starvis 3003 F на процесс гидратации цемента. Процесс гидратации исследовался калориметрическим методом.

Как видно на рис. 3, поликарбоксилатный загуститель Starvis 3003 F мало влияет на кинетику выделения тепла, следовательно, и на гидратацию цемента.

В то же время эфиры целлюлозы очень сильно влияют на гидратацию цемента. При этом при увеличении дозировки эфиров целлюлозы смещается максимум выделения температуры (рис. 4).

Таким образом, в материалах на основе поликарбоксилатного гиперпластификатора Melflux 2651 F возможно использование лимонной кислоты в качестве замедлителя схватывания. При этом дозировка Melflux 2651 F составляет всего 0,1% от общей массы.

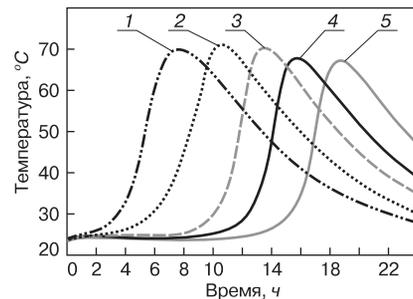


Рис. 4. Выделение тепла системами с различным содержанием эфиров целлюлозы: 1 – без добавки; 2 – 0,1%; 3 – 0,2%; 4 – 0,3%; 5 – 0,4%

С помощью Melflux 1641 F и Melflux PP 100 F на базе винной кислоты также можно получить высокоподвижные составы.

Загуститель-стабилизатор Starvis 3003 F не проявляет тиксотропных свойств, не замедляет схватывания, поддерживает постоянство раствора при колебаниях количества воды.

Список литературы

1. K. Yamada, S. Ogawa, T. Takahashi. Prevention of the Incompatibility between Cement and Superplasticizers by Optimizing the Chemical Structure of Polycarboxylate Superplasticizers Proceedings of the 2nd International Symposium on Self-Compacting Concrete. 2001
2. Василек П.Г. Некоторые особенности механизма действия и адсорбции поликарбоксилатных диспергаторов (дефлокулянтов). Новые огнеупоры. 2004. №9
3. Plank. Neues zur Wirkungsweise von Polycarboxylat-basierten Fließmitteln inbausil. 2003. S. 1–1393.

Добавки для сухих строительных смесей

ЗАО «ЕвроХим-1»

115432 Москва, ул. Трофимова, д. 2А

Телефон: (495) 975-75-05

Факс: (495) 975-76-00

E-mail: sss@eurohim.ru

www.chem.eurohim.ru

4 - я Международная научно-практическая конференция

Опыт производства и применения ячеистого бетона автоклавного твердения

17–19 мая 2006 г.

Республика Беларусь, Минск

17 мая Выступления ведущих ученых, производителей, проектировщиков и строителей Беларуси, Германии, России, Украины и Эстонии по научно-техническим проблемам производства и применения ячеистого бетона.

18 мая Посещение модернизированных заводов с демонстрацией современного оборудования для производства ячеистобетонных изделий по ударной технологии.

19 мая Работа по секциям:

- «Модернизация ячеистобетонных производств, работающих по ударной технологии»;
- «Новые архитектурно-строительные системы. Особенности проектирования объектов на основе каркаса с наружными ограждающими конструкциями из ячеистого бетона»;
- «Особенности проектирования из ячеистого бетона индивидуальных жилых домов повышенной комфортности»;
- «Тепловая реабилитация зданий ячеистобетонным утеплителем».

Заявку на участие в конференции просим выслать до 1 мая 2006 г.

Оргкомитет

220114 Республика Беларусь, г. Минск, ул. Ф. Скорины, д. 15, к. 2, НПООО «Стринко»

Тел./факс: (375-17) 263-66-20, 264-61-75, e-mail: bsr@telecom.by

УДК 666.9.031

С.А. УДОДОВ, инженер, В.Ф. ЧЕРНЫХ, канд. техн. наук,  
Кубанский государственный технологический университет (Краснодар)

## Особенности свойств сухих смесей с применением пористых заполнителей

На сегодняшний день имеется достаточно обширный опыт применения ячеистого бетона в строительстве как в России, так и за рубежом. Многолетняя эксплуатация различных видов пено- и газобетонов показывает необходимость создания специальных видов отделочных составов. Традиционные цементно-песчаные и цементно-известковые растворы на плотном заполнителе, нанесенные на ячеисто-бетонное основание, зачастую проявляют невысокую долговечность, в то время как на кирпичных или бетонных основаниях те же растворы служат длительный срок без трещин и отслоений. Причем нарушение сцепления штукатурки с основанием может наблюдаться как для неавтоклавных ячеистых бетонов, так и для бетонов автоклавного твердения [1]. Одной из причин нарушения сцепления между плотным отделочным слоем и ячеистым бетоном в процессе эксплуатации может являться различие в их коэффициентах температурных деформаций.

Для того чтобы исключить этот негативный фактор, необходимо придать отделочным составам для ячеистого бетона пониженную среднюю плотность, сравнимую со средней плотностью основания.

Современный рынок сухих строительных смесей предлагает множество готовых составов для отделки ячеистого бетона. В подавляющем большинстве случаев эти смеси отличаются от других повышенным содержанием полимерных добавок и иногда невысокой маркой по прочности при сжатии. Это вполне оправданно: растворы, наносимые на ячеистый бетон, должны обладать повышенными адгезионными свойствами, водоудерживающей способностью и эластичностью в затвердевшем состоянии. Прочность раствора не должна быть намного выше прочности основания, иначе смесь может «рвать» пористую основу при твердении. Значительная разница в средней плотности, а следовательно, и в температурных деформациях растворов практически не учитывается.

Исходя из того, что в ограждающих конструкциях стен оптимальным является ячеистый бетон марок по плотности D600–D800, был разработан состав сухой штукатурной смеси на основе пористого заполнителя – отхода, полученного при производстве и применении пенобетона плотностью 250–300 кг/м<sup>3</sup>; средняя плотность штукатурного раствора не должна превышать 700–1000 кг/м<sup>3</sup>. При проектировании состава смеси и определении ее свойств были выявлены некоторые особенности, не характерные для смесей на плотных заполнителях.

За основу подбора зернового состава пористого заполнителя было принято известное уравнение Фуллера:

$$G_{np} = 100 \sqrt{\frac{X}{D}}, \quad (1)$$

где  $G_{np}$  – массовая доля зерен, %, прошедших через сито размером  $X$ , мм;  $D$  – наибольшая крупность зерна в смеси, мм.

Данное уравнение, применяемое для плотных песков, позволяет подобрать зерновой состав таким образом, чтобы количество пустот в смеси и суммарная поверхность зерен требовали минимального расхода цемента для получения наиболее подвижных и прочных смесей.

Несовершенство этого уравнения состоит в том, что оно описывает идеальную кривую просеивания и не учитывает коэффициент формы зерна.

Коэффициент формы зерен определяется как отношение площади поверхности шара  $\Phi_{шар}$  к площади поверхности зерна  $\Phi_3$  равного объема:

$$K_\phi = \Phi_{шар} / \Phi_3. \quad (2)$$

Площадь поверхности шара  $\Phi_{шар}$  определяется из равенства:

$$\Phi_{шар} = \pi D_{шар}^2, \quad (3)$$

где  $D_{шар}$  – диаметр шара, м, равный среднему арифметическому между максимальным и минимальным размерами зерен фракции 2,5–5 мм,  $D_{шар} = 3,75 \cdot 10^{-3}$ . Тогда  $\Phi_{шар} = 11,78 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2$ .

Площадь поверхности зерна  $\Phi_3$  равна

$$\Phi_3 = \pi D_3^2, \quad (4)$$

где  $D_3$  – эквивалентный диаметр зерна, определяемый из равенства:

$$V_3 = \frac{\pi D_3^3}{6} = \frac{m_3}{\rho_3}, \quad (5)$$

где  $V_3$  – объем среднего зерна фракции 2,5–5 мм, м<sup>3</sup>;  $m_3$  – масса среднего зерна, кг,  $m_3 = 7 \cdot 10^{-6}$ ;  $\rho_3$  – плотность среднего зерна, кг/м<sup>3</sup>,  $\rho_3 = 300$ .

Из равенства (5), (4) и (1) получим значение  $K_\phi = 1,06$ .

Учитывая сложность измерения массы и средней плотности зерна менее 2,5 мм, допустим, что коэффициент формы, определенный для зерен фракции 2,5–5 мм, справедлив для всей совокупности зерен пористого заполнителя.

Коэффициент формы зерен идеальной сферической формы равен 1. Чем сильнее форма реального заполнителя отдалается от идеальной, тем большее количество мелкой фракции необходимо ввести в смесь для обеспечения равной подвижности. С учетом вышесказанного преобразуем уравнение (1), в результате чего получим уравнение для определения зернового состава пористого заполнителя с учетом коэффициента формы зерен:

$$G_{np} = 100 \left[ \sqrt{(1 - K_\phi)^2} + \left( 1 - \sqrt{(1 - K_\phi)^2} \right) \sqrt{\frac{X}{D}} \right]. \quad (6)$$

Полученное уравнение (6) более точно описывает оптимальный зерновой состав заполнителя и пригодно для расчета фракционного состава заполнителя из плотных пород. Что касается пористого заполнителя, то содержание каждой отдельной фракции, рассчитанное по уравнению (6), требует дальнейшей корректировки.

Особенность уравнения Фуллера, а следовательно, и уравнения (6), состоит в том, что с их помощью определяются массовые доли каждой фракции в общей массе заполнителя. При этом полученный зерновой состав призван обеспечить оптимальную упаковку зерен. Для плотных песков насыпные плотности зерен разных фракций отличаются незначительно, поэтому выражение зернового состава в массовых долях равноценно

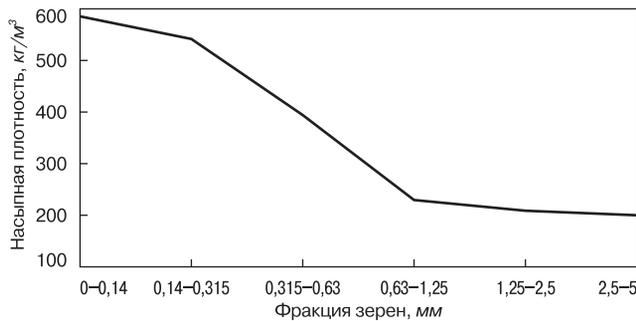


Рис 1. Зависимость насыпной плотности различных фракций от размера зерен заполнителя

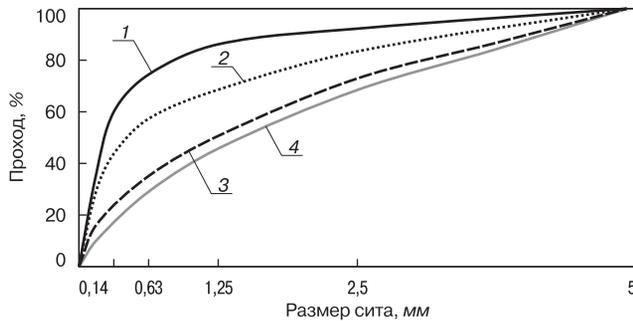


Рис 2. Кривые просеивания пористого заполнителя различных составов с корректировкой массы фракции 0–0,14 мм: 1 – состав 1; 2 – состав 4; 3 – состав 3; 4 – состав 2

выражению в объемных долях. В случае же использования пористого заполнителя насыпная плотность фракций растет с уменьшением размера зерен (рис. 1).

Поэтому рассчитанные значения массовой доли каждой последующей более мелкой фракции для сохранения необходимого объема следует увеличивать с учетом прироста ее насыпной плотности.

В уравнении (6), как и в исходном уравнении Фуллера, доли зерен различных фракций определяются относительно зерен максимальной крупности. Исходя из этого в качестве базовой принимается насыпная плотность фракции с наиболее крупными зернами 2,5–5 мм. Таким образом, поправочный коэффициент к массе  $i$ -й фракции, определенной с помощью уравнения (6), будет рассчитываться следующим образом:

$$K_i = \frac{\rho_i^{нас}}{\rho_{2,5-5}^{нас}}, \quad (7)$$

где  $\rho_i^{нас}$  – насыпная плотность  $i$ -й фракции;  $\rho_{2,5-5}^{нас}$  – насыпная плотность фракции 2,5–5 мм.

Поправочные коэффициенты  $K_i$ , рассчитанные по уравнению (7) для каждой фракции пористого заполнителя, приведены в табл. 1.

Для подтверждения справедливости вышеприведенных теоретических положений по подбору оптимального зернового состава пористого заполнителя из пенобетона плотностью 250–300 кг/м<sup>3</sup> были проведены экспериментальные замесы следующих составов:

- состав 1 – смесь с естественной ситовой характеристикой зерен, получаемой после дробления пенобетона на лабораторной щековой дробилке, за исключением зерен крупнее 5 мм;
- состав 2 – фракционный состав заполнителя рассчитан по уравнению Фуллера без какой-либо корректировки;
- состав 3 – фракционный состав заполнителя рассчитан по уравнению (6), учитывающему коэффициент формы зерен;
- состав 4 – фракционный состав заполнителя рассчитан по уравнению (6), учитывающему коэффи-

Таблица 1

Размер зерен $i$ -й фракции, мм	$K_i$
2,5–5	1
1,25–2,5	1,08
0,63–1,25	1,17
0,315–0,63	2
0,14–0,315	2,76
0–0,14	2,9

Таблица 2

Показатель	Состав 1	Состав 2	Состав 3	Состав 4
$P_k$ , см	6,1	5,8	5,5	5,6
В/Т	0,49	0,53	0,51	0,5
ВУ, %	93,12	91,86	92,58	93,71
$\rho_0$ , кг/м <sup>3</sup>	920	812	829	845
$R_{сж}$ , МПа	1,68	1,49	1,53	1,62
$R_{изг}$ , МПа	1,12	0,98	1,03	1,09

циент формы зерен, с применением поправочных коэффициентов  $K_i$ .

Все растворы имели массовое соотношение цемент : заполнитель равное 1:1,5, что приблизительно соответствует объемному соотношению 1:3. Первые экспериментальные замесы выявили еще одну особенность применения заполнителя из низкоплотного пенобетона: сама операция приготовления раствора из сухой смеси несколько изменяет зерновой состав. Крупные зерна окатываются, массовая доля мелких фракций повышается. По результатам определения зернового состава пористого заполнителя в смеси, прошедшей процесс приготовления, установлено, что наибольшие изменения претерпевает фракция 0–0,14 мм: ее масса увеличивается на 35–40%. С учетом этого в составы 2, 3 и 4 была внесена корректировка: масса фракции 0–0,14 мм была снижена вдвое при неизменном содержании зерен остальных фракций. Кривые просеивания заполнителя скорректированных составов приведены на рис. 2.

Количество воды затворения в составах подбирали исходя из обеспечения подвижности смесей по погружению конуса ( $P_k$ ), приблизительно равной 6 см. Определялись водоудерживающая способность (ВУ) смесей в соответствии с методикой ГОСТ 5802–86, прочность образцов-балочек при сжатии ( $R_{сж}$ ) и изгибе ( $R_{изг}$ ), средняя плотность затвердевших растворов в сухом состоянии ( $\rho_0$ ). Данные приведены в табл. 2.

Из полученных данных следует, что состав 1 с естественной ситовой характеристикой имеет минимальную водоудерживающую способность при равной подвижности. Водоудерживающая способность его и прочность при изгибе тоже сравнительно высоки. Недостатком состава 1 является очень высокая средняя плотность. В составах 2, 3 и 4 средняя плотность растворов последовательно возрастает, так как содержание мелких, более плотных фракций с каждым последующим уточнением расчетного уравнения увеличивается. Прочностные характеристики, в частности  $R_{изг}$ , однако, тоже возрастают. Причем скорость роста  $R_{изг}$  опережает рост средней плотности. В результате состав 4 может быть рекомендован для дальнейшей работы.

При работе с облегченными смесями на пористом заполнителе были выявлены особенности определения водо-

удерживающей способности растворов. Традиционно определение данного показателя проводится по ГОСТ 5802–86. Потребители и производители товарных растворов и сухих строительных смесей в случаях, когда речь идет о штукатурных растворах, ориентируются на требования ГОСТ 28013–98, согласно которому водоудерживающая способность растворных смесей должна быть не менее 90%, а для глиносодержащих растворов – не менее 93%. При этом ГОСТ 28013–98 предписывает проведение соответствующих испытаний в соответствии с методикой ГОСТ 5802–86.

Строго говоря, ГОСТ 28013–98 не распространяется на теплоизоляционные растворы, к которым можно отнести разрабатываемую штукатурную смесь. Однако распространенной методики по определению водоудерживающей способности облегченных растворов не существует.

На практике исследователи зачастую определяют водоудерживающую способность облегченных смесей по ГОСТ 5802–86, не обращая должного внимания на разницу в плотностях обычной растворной смеси в затворенном водой состоянии и облегченной. Именно эта разность плотностей требует внесения корректировки при определении водоудерживающей способности облегченных смесей по ГОСТ 5802–86.

Испытанию подвергались два вида смесей: обычная плотная смесь и облегченная смесь на пористом заполнителе. В лабораторных условиях были определены плотность цементно-песчаной смеси объемного соотношения 1:3 в затворенном водой состоянии и плотность разрабатываемой смеси на пористом заполнителе. Показатели плотности составили соответственно 1905 и 1192 кг/м<sup>3</sup>, т. е. плотность облегченной смеси в затворенном водой состоянии ниже плотности обычной цементно-песчаной смеси на 37%.

Объемы проб смесей, укладываемых в металлическое кольцо, равны и составляют 94,25 см<sup>3</sup>. Однако массы их различны: 179,5 г – плотная смесь и 112,3 г – смесь на пористом заполнителе.

В ходе испытания обе смеси потеряли равное количество воды – по 15 г. Очевидно, что если две пробы смеси за равный промежуток времени потеряли одинаковое количество воды, то это говорит об их равной водоудерживающей способности как способности не отдавать воду гигроскопичному основанию.

Однако если провести вычисления по методике ГОСТ 5802–86, то получим следующие значения водоудерживающей способности: 91,6% для плотной смеси и 86,6% для пористой. Согласно вычисленным значениям плотная цементно-песчаная смесь соответствует требованиям ГОСТ 28013–98 по водоудерживающей способности, а смесь на пористом заполнителе – нет, тогда как в действительности обе смеси проявили равную способность удерживать воду. И это несоответствие между расчетной и фактической водоудерживающей способностью облегченных смесей будет тем значительнее, чем меньшим водопоглощением будет обладать легкий заполнитель и чем больше его будет в единице объема.

Таким образом, для того чтобы обеспечить сопоставимость показателей плотных и пористых смесей, а также возможность проверки показателя пористой смеси на соответствие требованиям ГОСТ 28013–98, необходимо определить значение приведенной водоудерживающей способности  $V_{пр}$ , которая численно характеризует способность облегченной смеси удерживать воду с поправкой на разность плотностей.

Поскольку смеси потеряли равное количество воды, то представляется справедливым утверждение о том, что смеси обладают одинаковой способностью удерживать воду:

$$V_{п} = V_{о},$$

где  $V_{п}$  – водоудерживающая способность плотной смеси, определенная по методике ГОСТ 5802–86, в долях

единицы;  $V_{о}$  – водоудерживающая способность облегченной смеси, определенная по методике ГОСТ 5802–86, в долях единицы.

При этом:

$$V_{п} = 1 - \frac{m_{п}}{M_{п}},$$

$$V_{о} = 1 - \frac{m_{о}}{M_{о}},$$

где  $m_{п}$  – масса воды, потерянная плотной смесью, кг;  $m_{о}$  – масса воды, потерянная облегченной смесью, кг;  $M_{п}$  – масса плотной смеси, кг;  $M_{о}$  – масса облегченной смеси, кг.

Тогда:

$$\frac{1 - V_{п}}{1 - V_{о}} = \frac{m_{п} \cdot M_{о}}{M_{п} \cdot m_{о}}.$$

Так как  $m_{п} = m_{о}$ , получим:

$$\frac{1 - V_{п}}{1 - V_{о}} = \frac{M_{о}}{M_{п}}$$

или

$$\frac{1 - V_{п}}{1 - V_{о}} = \frac{v\rho_{о}}{v\rho_{п}}, \quad (8)$$

где  $v$  – объем проб, равный для обеих смесей, м<sup>3</sup>;  $\rho_{о}$  – плотность облегченной смеси в затворенном водой состоянии, кг/м<sup>3</sup>;  $\rho_{п}$  – плотность плотной смеси в затворенном водой состоянии, кг/м<sup>3</sup>.

Преобразовав выражение (7), получаем:

$$V_{п} = 1 - \frac{\rho_{о}}{\rho_{п}} (1 - V_{о}). \quad (9)$$

Значение  $V_{п}$  в выражении (8) и есть искомое значение приведенной водоудерживающей способности  $V_{пр}$ . Обозначив  $K = \rho_{о}/\rho_{п}$ , окончательно получаем:

$$V_{пр} = 1 - K(1 - V_{о}), \quad (10)$$

где  $K$  – поправочный коэффициент, учитывающий разность плотностей.

Таким образом, определив водоудерживающую способность облегченной смеси по методике ГОСТ 5802–86, с помощью уравнения (10) можно установить приведенную водоудерживающую способность  $V_{пр}$ , характеризующую фактическую способность раствора сопротивляться отсосу воды гигроскопичным основанием.

Безусловно, для того чтобы применять предложенную методику расчета, необходимо задаться определенной величиной  $\rho_{п}$  плотной смеси в затворенном водой состоянии.

Подводя итог, можно отметить, что подбор состава и испытания облегченных смесей на пористом заполнителе может значительно отличаться от общепринятых стандартных методик. Подход к подбору состава смеси в каждом конкретном случае должен быть индивидуальным исходя из свойств компонентов смеси, особенностей приготовления и применения смесей. Методики определения некоторых свойств готовых смесей также требуют корректировки с учетом особенностей легкого пористого заполнителя.

## Литература

1. Силаенков Е. С. Долговечность изделий из ячеистых бетонов. М.: Стройиздат. 1986. С. 175.

Е.В. ПАРИКОВА, канд. техн. наук,  
Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин)

## Модифицирование сухих гипсовых смесей введением комплексной добавки на основе метилцеллюлозы

Использование сухих смесей показывает их высокую эффективность и преимущества по сравнению с традиционными методами ведения отделочных работ. Они обеспечивают стабильно высокий уровень качества отделки, снижение затрат на транспортировку, легкую переработку материалов [1, 2].

При изготовлении сухих гипсовых строительных смесей необходимыми составными частями являются добавки, регулирующие водоудерживающую способность и прочность покрытий, и наполнители. Растворы с недостаточной водоудерживающей способностью, как правило, склонны к расслаиваемости, потере большого количества воды при укладке на пористые основания, быстро становятся жесткими. В результате быстрой потери воды снижается прочность сцепления с основанием, механическая прочность составов, возрастают усадочные деформации.

Для повышения водоудерживающей способности используют специальные органические добавки, например метилцеллюлозу. В России метилцеллюлозу выпускают в виде мелкокорезанной волокнистой массы. Ее существенный недостаток – довольно продолжительное время растворения – до 1,5 ч.

Для повышения растворимости метилцеллюлозы в воде необходимо ее модифицирование. Измельчение (распушка) метилцеллюлозы должно производиться в вибромельницах в присутствии специального наполнителя. Это условие необходимо для предотвращения комкования. Для повышения растворимости метилцеллюлозы в воде предложен ее совместный помол с силикат-глыбой и хлористым кальцием [3].

В данной работе использовалась метилцеллюлоза марки МЦ-100 (ТУ 2231-107-05742755-96). Она имеет следующие свойства: растворимость в воде 99,5%; массовая доля золы 1,43%; массовая доля воды 1,22%; динамическая вязкость 1%-го водного раствора 0,09 Па·с; время растворения 1,5 ч; средняя плотность (насыпная) – 22 кг/м<sup>3</sup>.

Для повышения растворимости метилцеллюлозы в воде производился совместный помол с силикат-глыбой (ГОСТ 13079-93) и хлористым кальцием (ГОСТ 450-77\*) до удельной поверхности 350–370 м<sup>2</sup>/кг. Состав силикат-глыбы, мас. %: 66,7 SiO<sub>2</sub>; 3,79 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>; 0,2 Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>; 0,11 CaO; 0,06 MgO; 8,10 Na<sub>2</sub>O; 0,03 K<sub>2</sub>O. В работе использовалась натриевая силикат-глыба, измельченная до величины удельной поверхности 314,5 м<sup>2</sup>/кг, истинной плотностью 2500 кг/м<sup>3</sup>. Растворимая силикат-глыба способствует расщеплению волокон метилцеллюлозы и измельчению их до порошкообразного состояния. Кроме того, жидкое стекло придает системе дополнительные вяжущие свойства. В водном растворе жидкого стекла содержится NaOH, препятствующий выпадению из раствора кремневой кислоты.

Хлористый кальций вводили при совместном помоле с силикат-глыбой. Добавка хлорида кальция регулирует скорость и степень гидратационного твердения гипсовой смеси.

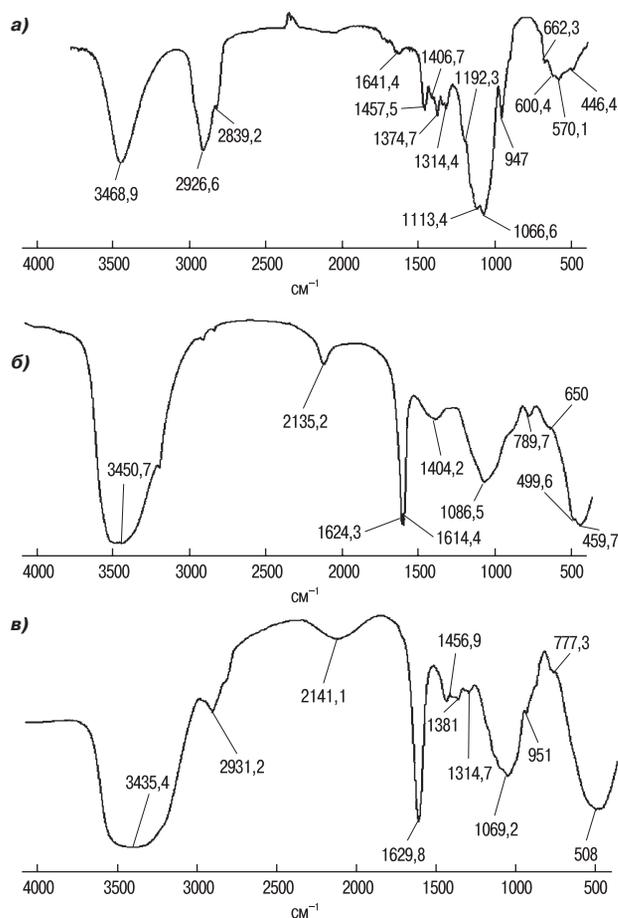


Рис. 1. ИК-спектры: а – метилцеллюлоза; б – силикат-глыба +CaCl<sub>2</sub>; в – комплексная добавка, содержащая метилцеллюлозу, силикат-глыбу и CaCl<sub>2</sub> в соотношении (мас. ч.) 1:1:1

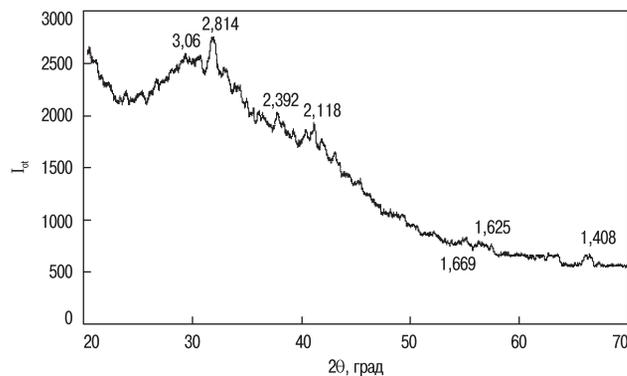


Рис. 2. Дифрактограмма комплексной добавки, содержащей метилцеллюлозу, силикат-глыбу и CaCl<sub>2</sub> в соотношении (мас. ч.) 1:1:1



Рис. 3. Зависимость прочности при сжатии от количества CaCl<sub>2</sub> в комплексной добавке при содержании силикат-глыбы: 1 – 1,2 мас. ч.; 2 – 1 мас. ч.; 3 – 0,8 мас. ч.



Рис. 4. Зависимость прочности при изгибе от количества CaCl<sub>2</sub> в комплексной добавке при содержании силикат-глыбы: 1 – 1 мас. ч.; 2 – 1 мас. ч.; 3 – 0,8 мас. ч.

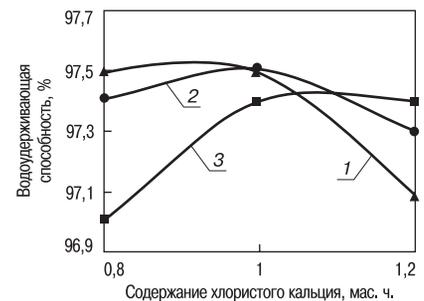


Рис. 5. Зависимость водоудерживающей способности от количества CaCl<sub>2</sub> в комплексной добавке при содержании силикат-глыбы: 1 – 1 мас. ч.; 2 – 1 мас. ч.; 3 – 0,8 мас. ч.

Для определения оптимального количества силикат-глыбы и CaCl<sub>2</sub> в комплексной добавке был проведен следующий эксперимент. В щековой дробилке измельчалась силикат-глыба, после чего она поступала в вибромельницу, куда добавлялись метилцеллюлоза и технический хлористый кальций (безводный). Затем в строительный полуводный гипс вводилась предлагаемая добавка в количестве 0,3% от массы гипса, смесь перемешивалась сначала сухим способом, а затем затворялась водой при В/Г=0,5. Количество силикат-глыбы и CaCl<sub>2</sub> в составе добавки изменялось.

Изготавливались образцы-балочки с размерами 4×4×16 см, которые затем испытывались в возрасте 7 суток.

Спектрометрический анализ исследуемых материалов проводили на ИК-спектрометре Scimitar FTS 2000 в диапазоне волновых чисел 7800–375 см<sup>-1</sup>. Результаты исследования показывают, что в составе комплексной добавки ее компоненты (метилцеллюлоза, силикат-глыба, CaCl<sub>2</sub>) находятся в основном в неизменной форме. Взаимодействие происходит между метилцеллюлозой и SiO<sub>2</sub>, что регистрируется по смещению полос поглощения в ИК-спектре (рис. 1).

Из-за перекрытия полос метилцеллюлозы и молотого стекла в области 1100–1070 см<sup>-1</sup> однозначно трудно выделить максимум поглощения SiO<sup>-</sup> связи. Однако поскольку максимумы при 1069 и 1113 см<sup>-1</sup> относятся к поглощению метилцеллюлозы, новая полоса при 1020 см<sup>-1</sup> (в виде плеча), очевидно, связана с колебаниями связи SiO, то есть, вероятно, происходит смещение и (SiO) в низкочастотную область. Кроме того, уменьшается интенсивность полосы при 790 см<sup>-1</sup>.

Что касается тонкой структуры полос в области 700–400 см<sup>-1</sup>, характерных для метилцеллюлозы и смеси молотое стекло+CaCl<sub>2</sub>, то в ИК-спектре комплексной добавки полосы не обнаружены из-за перекрытия фоновым поглощением гидроксильных групп [4]. Причиной смещения и (SiO) в область низких энергий может быть наличие водородных связей с гидроксилами метилцеллюлозы или изменение кинематических факторов [5].

Рентгенофазовый анализ выполнялся на дифрактометре ДРОН-3 (излучение CuKα), гониометр ГУР-8. Дифрактограмма комплексной добавки показала, что она содержит аморфную и кристаллическую фазы. Последняя присутствует в небольшом количестве. Это в основном CaCl<sub>2</sub> (линии 3,06; 2,814; 2,118×10<sup>-10</sup> м) [6]. Силикат-глыба и метилцеллюлоза образуют аморфную фазу (рис. 2).

Таким образом, в комплексной добавке содержится небольшое количество кристаллов хлористого кальция. Остальные ее компоненты (силикат-глыба, метилцеллюлоза, часть CaCl<sub>2</sub>) входят в состав аморфной фазы.

Результаты испытаний, представленные в таблице, показывают, что прочность при сжатии, при изгибе и водоудерживающая способность полученных гипсовых

штукатурных смесей зависят от количества CaCl<sub>2</sub> и силикат-глыбы в добавке (пределы изменения 0,8–1,2 мас. ч.). Увеличение этих показателей наблюдается при повышении содержания в смесях хлорида кальция и силиката натрия. Это, очевидно, связано с тем, что силикат-глыба при растворении в воде способна придавать системе дополнительные вяжущие свойства.

При этом проявляется четкий максимум прочности и водоудерживающей способности при содержании CaCl<sub>2</sub> – 1 мас. ч. и силикат-глыбы – 1 мас. ч. (рис. 3–5). Введение в смесь 1,2 мас. ч. силикат-глыбы нежелательно, так как снижаются прочностные характеристики. Максимальный спад наблюдается при 1,2 мас. ч. CaCl<sub>2</sub>: на 28,5% (по сравнению с оптимальным составом 1:1:1) снижается прочность при сжатии и на 20,7% – прочность при изгибе.

Оптимальное поглощение воды в смесях достигается при 1 мас. ч. CaCl<sub>2</sub>, что может быть обусловлено влиянием добавки на скорость гидратации гипса.

На основе полученных данных можно сделать вывод, что при фиксированном количестве метилцеллюлозы (1 мас. ч.) оптимальное содержание CaCl<sub>2</sub> составляет 1 мас. ч. и силикат-глыбы – 1 мас. ч., при этом наблюдаются максимальные показатели по водоудерживающей способности и механической прочности сухих гипсовых смесей.

Следует отметить, что прочность при сжатии и при изгибе образцов с комплексной добавкой на основе отечественной метилцеллюлозы в количестве 0,3% сверх массы гипсового вяжущего по сравнению с чистым гипсом при одинаковом водотвердом отношении, равному 0,5, возрастает на 25,5% и 45,1% соответственно. Водоудерживающая способность гипсового вяжущего с добавкой метилцеллюлозы повышается на 3,5% по сравнению с чистым гипсом и составляет 97,5%.

#### Список литературы

1. Урецкая Е.А., Жукова З.И., Филипчик З.И. и др. Модифицированные сухие смеси «Полимикс» в современном строительстве // Строительные материалы. № 5. 2000. С. 36–38.
2. Демьянова В.С., Калашиников В.И., Дубошина Н.М. и др. Эффективные сухие строительные смеси на основе местных материалов. М.: Издательство АСВ. 1999. 181 с.
3. Логанина В.И., Исаева А.М., Пичугин А.П. Сухие смеси для отделки стен зданий // Известия вузов. Строительство. № 7–8. 2000. С. 56–58.
4. Дехант И. Инфракрасная спектроскопия полимеров. М.: Химия. 1976. 471 с.
5. Лазарев Н.Л. Колебательные спектры и строение силикатов. Л.: Наука. 1968. 347 с.
6. Толкачев С.С. Таблицы межплоскостных расстояний. Л.: Химия. 1968. 56 с.

М.В. КУДОМАНОВ, инженер, Г.А. ЗИМАКОВА, Н.К. ИВАНОВ, кандидаты техн. наук, Тюменский государственный архитектурно-строительный университет

## Использование доменного гранулированного шлака и полипропиленового волокна в производстве сухих строительных смесей

Сухие строительные смеси (ССС) – это порошкообразные композиции на основе минерально-вяжущего, полимерного или полимерцементного связующего, наполнителей и заполнителей, добавок (модификаторов, пластификаторов, красителей и др.), приготовляемые в заводских условиях [1]. На месте производства работ ССС только затворяются водой до заданной подвижности при соблюдении В/Ц фактора.

Качество смеси во многих случаях обуславливается рациональным составом применяемых песков.

Особенностью строительного рынка Тюменской области является отсутствие песков, отвечающих требованиям стандарта даже для обычных строительных растворов. Поэтому при проведении исследований была изучена возможность использования песков с модулем крупности  $M_k = 0,8-1,5$  (Тюменская обл.) и  $M_k = 2-2,5$  (Омская обл.).

Кроме того, был исследован ряд рецептур с применением в качестве заполнителя доменных гранулированных шлаков с  $M_k = 2,8-3$ .

В исследованиях использован доменный гранулированный шлак из

г. Нижний Тагил Свердловской обл., который в больших количествах остается от производства чугуна и может применяться при производстве строительных материалов.

Применение в составах отходов производства доменных гранулированных шлаков позволило не только улучшить показатели качества, но и уменьшить расход дорогостоящих добавок, повысить прочность.

В результате испытания образцов на прочность при изгибе и сжатии была получена зависимость, приведенная на рис. 1, которая

Таблица 1

№ состава	Плотность, кг/м <sup>3</sup>	Прочность, МПа
1	1800	9,5
2	1850	32
3	1950	16
4	1900	19,5

**Примечание.** В таблице приведены средние значения.

Таблица 2

Показатели	Номер состава			
	№ 1	№ 2	№ 3	№ 4
$R_{изг}$ , МПа				
2 сут	0,72	1,63	0,94	1,4
7 сут	1,17	1,87	1,95	2,11
14 сут	1,25	2,58	3,02	3,4
28 сут	1,4	3,17	3,25	3,51
$R_{сж}$ , МПа				
2 сут	2,11	14,02	6,8	9,9
7 сут	4	14,7	7,1	10,3
14 сут	5,02	15,49	8,2	12,4
28 сут	5,6	16,93	9,3	13,1
Средняя плотность смеси, кг/м <sup>3</sup>	1800	1850	1950	1900

**Примечание.** Испытывались образцы стандартной формы балочек (4×4×16 см).

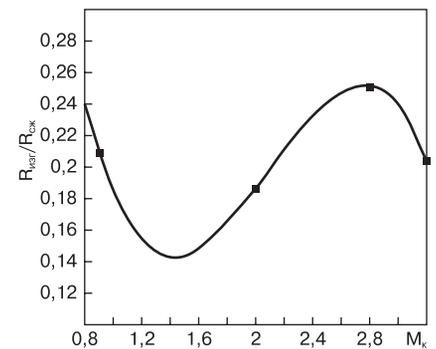


Рис. 1. Зависимость деформативности от модуля крупности

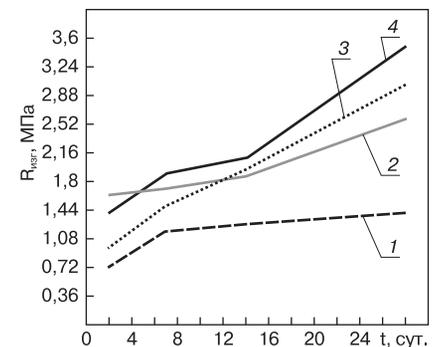
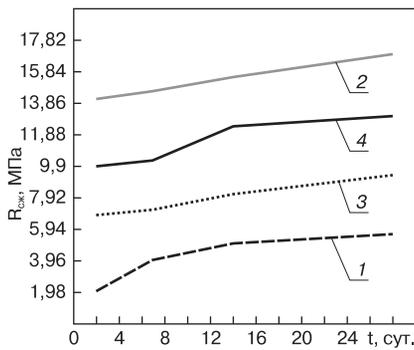


Рис. 2. Прочность при изгибе составов ССС с различными заполнителями и армированных полипропиленовым волокном: 1 – заполнитель песок с  $M_k = 0,9-1$ ; 2 – заполнитель песок с  $M_k = 2-2,5$ ; 3 – заполнитель доменный гранулированный шлак; 4 – смесь доменного гранулированного шлака с песком



**Рис. 3.** Прочность при сжатии составов ССС с различными заполнителями и армированными полипропиленовым волокном: 1 – заполнитель песок с  $M_k = 0,9-1$ ; 2 – заполнитель песок с  $M_k = 2-2,5$ ; 3 – в качестве заполнителя доменный гранулированный шлак; 4 – смесь доменного гранулированного шлака с песком

установлена для составов с различным содержанием компонентов шлакопесчаной смеси с модулем крупности  $M_k$  от 0,8 до 3,2. Отношение прочности при изгибе к прочности при сжатии можно представить как степень деформативности:  $K_{\text{деф}} = R_{\text{изг}}/R_{\text{сж}}$ .

Из рис. 1 видно, что при использовании шлакопесчаной смеси с модулем крупности  $M_k = 2,8$  можно получить штукатурный раствор повышенной трещиностойкости.

Результаты испытания образцов размером  $10 \times 10 \times 10$  см приведены в табл. 1.

Использование синтетических волокон в качестве армирующего компонента в составах ССС применяется относительно недавно. Эффективность влияния волокон в композиции возрастает с увеличением их длины [2], однако при применении таких волокон в производстве качество перемешивания смеси будет снижено, так как волокно комкается. Эта проблема более характерна для гидрофильных волокон и в меньшей степени для гидрофобных.

При производстве смеси предпочтительнее двойное перемешивание: первый этап перемешивания с заполнителем (песком, шлаком), второй этап – смешивание всех компонентов, включая волокна.

Отмечено, что при перемешивании смеси с волокном в высокооборотистых мешалках (1500 об/мин) возникает эффект дополнительного измельчения крупных фракций заполнителя (доменного гранулированного шлака) и смесь получается более однородной. На рис. 2 отображена прочность при изгибающем растяжении составов с различными заполнителями и полипропиленовым волокном в количестве 3% от массы смеси.

На рис. 3 представлены результаты испытания прочности при осевом сжатии таких же образцов.

При замене мелкого заполнителя (песка) на шлак получены составы с более высокой прочностью при изгибе. При этом прочность при сжатии понижена, что позволяет характеризовать смесь как менее поддающуюся растрескиванию. В табл. 2 приведены результаты испытания на растяжение при изгибе и осевом сжатии с использованием полипропиленового волокна (3% от массы смеси).

Таким образом, можно сделать вывод, что использование доменного гранулированного шлака в смесях в качестве заполнителя позволяет улучшить физико-механические свойства смесей, а применение полипропиленового волокна сообщает смеси заметный армирующий эффект.

**Список литературы**

1. Корнеев В.И., Зозуля П.В. «Что» есть «что» в сухих строительных смесях. СПб.: НП «Союз производителей сухих строительных смесей». 2005. 312 с.
2. Василик П.Г., Голубев И.В. Применение волокон в сухих строительных смесях. Строительные материалы. 2002. № 9. С. 26.

115432, г.Москва, ул.Трофимова, д.2а  
Тел. (495) 975-75-05 Факс (495) 975-76-00  
E-mail: sss@eurohim.ru www.chem.eurohim.ru

**ЕвроХим-1**

construction polymers  
SAMSUNG  
Montefibre  
CFF  
FAR

## Добавки для СУХИХ СТРОИТЕЛЬНЫХ СМЕСЕЙ

- Эфиры целлюлозы **Mecellose®**
- Редиспергируемые порошки **Neolith®** ★
- Супер- и гиперпластификаторы **Melment®** и **Melflux®**
- Поликарбоксилатный загуститель для полов **Starvis® 3003 F** ★
- Расширяющая добавка **Denka®**
- Армирующие волокна **Ricem®** и **Technocel®**
- Замедлители схватывания **Plastretard PE®** и винная кислота
- Ускорители схватывания **Формиат Ca**, **Карбонат Li**, **Alumina®**
- Гидрофобизаторы **Стеараты Ca, Zn**, **Олеат Na**
- А также **Castament®, Esapon®, Esamid®, Defomex®, Agitan®, Metolat®**

В.И. БЕЛАН, доктор техн. наук, ген. директор Сибирского научно-исследовательского института строительных материалов и новых технологий «СибНИИСтрой»,  
К.М. СВИРИДЕНКО, инженер, Сибирский государственный университет путей сообщения (Новосибирск)

## Сухие смеси для отделочных работ с применением ВНВ

Сухие строительные смеси классифицируют по виду вяжущего, условиям и области применения. По виду вяжущего сухие смеси могут быть отнесены к одной из трех групп: на минеральных вяжущих, на органических или на полимер-цементных связующих. Третья группа является наиболее распространенной [1].

По ГОСТ 31189-2003 «Смеси сухие строительные. Классификация» сухие смеси подразделены на: выравнивающие, облицовочные, напольные, ремонтные, защитные, кладочные, монтажные, декоративные, гидроизоляционные, теплоизоляционные, грунтовочные. По условиям применения: для внутренних работ, для наружных работ, для применения в условиях низких и отрицательных температур, для повышенных и высоких температур и др. [1]

Условия эксплуатации облицованных поверхностей значительно отличаются по воздействию таких факторов, как температура, влажность, контакт с водой и др., поэтому к смесям, эксплуатируемым в жестких условиях, например при отделке фасадов, предъявляются повышенные технические требования.

Основные свойства смесей в сухом состоянии: влажность, максимальный размер зерен заполнителя, остаток на сите максимального размера, насыпная плотность (при необходимости), цвет (при необходимости).

Основные свойства смесей в пластичном состоянии: подвижность (кроме клеевых, для клеевых при необходимости), сохраняемость первоначальной подвижности, водоудерживающая способность, расслаиваемость, объем вовлеченного воздуха (при необходимости), время коррекции (для клеевых), сползание с вертикальной поверхности (для выравнивающих и других при необходимости) открытое время (при необходимости).

Основные свойства затвердевшего раствора: прочность при сжатии, водопоглощение, морозостойкость (кроме смесей для внутренних работ), прочность сцепления с основанием (адгезия), водонепроницаемость (для гидроизоляционных и для других при необходимости), истираемость (для напольных), морозостойкость контактной зоны (кроме смесей для внутренних работ). [1, 2]

Для достижения высокого качества сухих смесей необходимо использовать в рецептурах модифицирующие добавки, которые придают ряд свойств, отличных от традиционных растворов.

Введение оптимальных количеств эфиров целлюлозы приводит к повышению водоудержания до 98,8% при температуре  $(20 \pm 2)^\circ\text{C}$ . Эфиры целлюлозы также оказывают существенное влияние на вязкость раствора, загущая его и препятствуя седиментации частиц наполнителя. Введение специальных марок эфиров целлюлозы приводит к повышению фиксирующей способности составов и увеличению прочности их сцепления с бетоном. [3]

Вводя эфиры целлюлозы, нужно иметь в виду, что при средней дозировке около 0,3% от массы ССС расход воды затворения может вырасти почти в 1,5 раза. Это приводит к снижению прочности при сжатии затвердевшего раствора на несколько процентов. Такая небольшая потеря прочности объясняется тем, что достигается более высокая степень гидратации цемента [4].

Введение полимерных дисперсионных порошков (РПП) и увеличение полимерцементного соотношения (П/Ц) приводят к качественному изменению структуры полимерминеральной композиции. По мнению специалистов, порошкообразный полимер редиспергируется и заполняет при твердении композиции не только полости и микропустоты, которые являются слабыми местами цементного камня, но и образует на частицах гидратированного цемента эластичные мембраны. С увеличением П/Ц более 0,2 полимер начинает заполнять не только дефектные места, но и создавать в системе непрерывную структуру. Введение полимерных дисперсионных порошков в цементные композиции приводит к повышению физико-механических показателей. При этом набор прочности при изгибе происходит гораздо интенсивнее, чем при сжатии. Показатели достигают своего максимального значения при П/Ц = 0,18–0,2, а затем уменьшаются [3].

Качественные характеристики строительных материалов во многом определяются качеством всех составляемых его компонентов. Для многих строительных материалов характерна полидисперсная структура, в которой имеется тонкодисперсная составляющая, играющая роль цементирующей связки, и грубозернистая, формирующая каркас. На долю второй приходится более 80% объема материала. Использование составленных песков с минимальной пустотностью позволяет экономить на расходе вяжущего, что сказывается и на снижении усадочных деформаций при твердении.

Известно много предложений по назначению оптимального гранулометрического состава заполнителя. По критерию оптимизации их можно разделить на две основные группы – непрерывной и прерывистой гранулометрии.

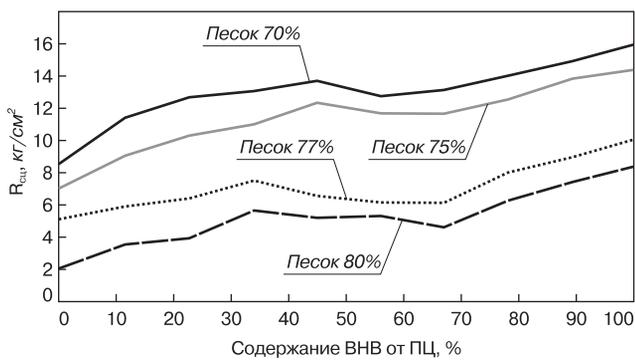
Установлено, что прочность материала на заполнителе, приготовленном по методу прерывистой гранулометрии из смеси фракций песка оптимального зернового состава, несколько превышает прочность материала на основе заполнителя непрерывной гранулометрии и почти в два раза выше прочности материала на песке с природным гранулометрическим составом [5].

Применение ультрадисперсных гидравлически активных минеральных добавок (диатомитов, вулканических туфов, трепелов, опоки, микрокремнезема и др.) улучшает свойства ССС.

Наличие диатомита в рецептуре сухих строительных смесей приводит к появлению структурных связей в системах (тиксотропного эффекта). Хорошая фиксация на поверхности, предотвращение стекания, повышенная прочность сцепления с основанием, а также повышенная устойчивость к сползанию плитки в случае с клеевыми системами будут появляться уже при содержании 1,5–3% диатомита в смеси [6].

Еще одной ультрадисперсной гидравлически активной минеральной добавкой является микрокремнезем. Частицы микрокремнезема в 100 раз мельче зерен цемента, содержат значительное количество кремниевых диоксида, дают мощный пуццолановый эффект – способность связывать  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  при твердении цементных смесей.

Пуццоланическая реакция микрокремнезема увеличивает содержание гидросиликатов кальция в твердею-



Прочность сцепления клеевых составов в возрасте 28 сут.

щей смеси. Изменения структуры пор бетона (раствора) приводят к уменьшению количества капиллярных пор и к увеличению количества более мелких гелевых пор. Отсюда проистекают два основных преимущества данного бетона (раствора) — увеличение прочности и уменьшение водопроницаемости.

Для цементных отделочных сухих смесей в качестве вяжущего применяются в основном портландцементы марок ПЦ400(500) Д0, Д20. Основными контролируемыми показателями качества цемента, определяющими пригодность для конкретных видов смесей, являются дисперсность, сроки начала и конца схватывания и прочность. Эти показатели определяются как по ГОСТ 310, так и по EN 196.

В составах, помимо ПЦ, применяются специальные цементы, отличающиеся от показателей обычного портландцемента.

К таким цементам относятся: глиноземистые (алюминатные), быстротвердеющие и быстротвердеющие, сульфатированные, ВНВ, композиционные минеральные вяжущие системы и др. [7]

Вяжущие низкой водопотребности (ВНВ) по своему составу и способу производства существенно отличаются от традиционных портландцементов. Особенностью ВНВ является многовариантность составов и свойств вяжущих. От традиционных портландцементов ВНВ отличается более узким гранулометрическим составом, характеризующимся повышенным относительным содержанием частиц фракции 0–20 мкм. Смещение диаметра частиц ВНВ в область более низких значений и повышение дисперсности вяжущего в целом не приводят к обычному отмечаемому в таких случаях отрицательным последствиям — увеличению водопотребности и ускорению потери активности при длительном хранении [8].

Решением задачи по прогнозированию и улучшению качественных характеристик сухих смесей, таких как прочность при сжатии и изгибе, адгезионная прочность, морозостойкость, долговечность, может стать использование ВНВ.

Хорошо известны свойства бетонов на основе ВНВ: быстрый набор прочности в ранний период (1 сут — 30–40 МПа), высокая прочность в возрасте 28 сут (до 130 МПа), высокая морозостойкость (1000 циклов) и водонепроницаемость (W20).

Проводя аналогию от бетонов (растворов) к сухим строительным смесям, логично предположить, что использование ВНВ, должно положительно отразиться на их качестве и долговечности.

В данной работе за основу был взят состав плиточного клея, где часть портландцемента заменялась частью ВНВ при постоянном содержании мелкого заполнителя (фракция  $\leq 0,63$ ). Были исследованы составы с содержанием заполнителя (фракционированный песок) 70–80%. Цемент использовался ПЦ400Д20 (г. Искитим Новосибирской обл.).

ВНВ получали домолом портландцемента с суперпластификатором в шаровой мельнице до удельной поверхности

5900 см<sup>2</sup>/г и нормальной плотности 18%. В качестве водоудерживающей добавки применялась метилцеллюлоза Mecerlose FMC 22501 в количестве 0,2% от массы сухой смеси.

Установлено, что уже при замене 10% портландцемента на ВНВ наблюдается рост прочности около 20%.

Определено оптимальное содержание ВНВ в клеевых составах по прочностным характеристикам (сжатие, изгиб, сцепление), которое находится в пределах 30–40% от ПЦ.

Составы с оптимальным содержанием ВНВ имеют прочность при сжатии на 50% выше, чем контрольные на портландцементе. Надо заметить что составы со 100%-м содержанием ВНВ имеют наиболее высокую прочность, но и высокую текучесть в пластичном состоянии, то есть при работе на вертикальных поверхностях такая смесь будет сползать.

Адгезия к бетону составов с оптимальным количеством ВНВ выше, чем у контрольных, в 1,5–2 раза, (см. рисунок).

После проведенных испытаний на морозостойкость образцы составов с оптимальным содержанием ВНВ после 75 циклов не имели признаков разрушения и прочность их не только не снизилась, но и выросла на 10–20%. Образцы составов только на портландцементе имели признаки шелушения, и прочность их снизилась на 3–5%.

При замене портландцемента на ВНВ в количестве 30% водопоглощение снижается до 20%. На атмосферостойкость составы испытывались по методике, разработанной СИБЗНИИЭП (Новосибирск) для районов Сибири с использованием аппарата искусственной погоды ИП-1-3. После 6 циклов испытаний по четырем режимам, что условно приравнивается к 6 годам службы в естественных условиях, снижения прочности сцепления у составов с ВНВ не наблюдалось.

Отмечено также, что при хранении в нормальных условиях (в сухом помещении и в бумажных мешках) в течение 12 мес сухой смеси плиточного клея, имеющего в составе ВНВ, снижение прочности сцепления составило 5–12%, при том, что у образцов без ВНВ потеря прочности составила 30–40%.

Анализ проведенных испытаний показывает, что используя ВНВ в комплексе с эфирами целлюлозы, можно качественно улучшить физико-механические показатели плиточного клея.

#### Список литературы

1. Корнеев В.И., Зозуля П.В. «Что» есть «что» в сухих строительных смесях. СПб.: НП «Союз производителей сухих строительных смесей». 2004. 312 с.
2. Карпузов Е.К., Лутц Г., Герольд Х. и др. Сухие строительные смеси. Киев: Техника. 2000. 226 с.
3. Урецькая Е.А., Смирнов В.В., Жукова Н.К., Филиппик З.И. Модификация сухих смесей дисперсионными порошками и эфирами целлюлозы — путь к повышению их качества и долговечности // Современные технологии сухих смесей в строительстве. Сб. докладов. Санкт-Петербург. 2000.
4. Мешков П.И. Реология модифицированных строительных растворов // Современные технологии сухих смесей в строительстве. Сб. докладов. Санкт-Петербург. 2000.
5. Дьяченко Е.И., Сушенков А.Н. Роль зернового состава заполнителя в сухих строительных смесях // Современные технологии сухих смесей в строительстве. Сб. докладов. Санкт-Петербург. 2001.
6. Андреева Н.П. Применение диатомовой земли в сухих строительных смесях // Строительные материалы. 2003. №4. С. 17.
7. Рунова Р.Ф., Носовский Ю.Л. Особенности применения минеральных вяжущих в сухих строительных смесях // Современные технологии сухих смесей в строительстве. Сб. докладов. Санкт-Петербург. 2000.
8. Бабаев Ш.Т., Башлыков Н.Ф., Сорокин Ю.В. Особенности технологии и свойств бетонов на основе вяжущих низкой водопотребности // Промышленность сборного железобетона. М.: ВНИИЭСМ. 1992. 108 с.

В.И. ГОЛУБЕВ, П.Г. ВАСИЛИК, специалисты ЗАО «ЕвроХим-1» (Москва)

## Новые продукты на рынке добавок для сухих строительных смесей и бетонов

Вопрос повышения качества отечественных сухих строительных смесей остается одним из наиболее актуальных в настоящее время. Отсутствие нормативной базы и низкая ответственность строителей за качество выполняемых работ позволяют производить материалы, не всегда отвечающие требованиям европейских норм.

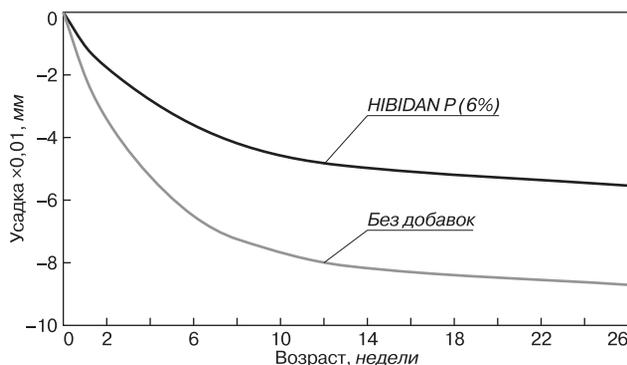
Специалисты отдела ССС ЗАО «ЕвроХим-1» находятся в постоянном диалоге с технологами, которые работают над качеством продуктов. При этом происходит накопление информации и поиск новых решений. Это приводит к появлению в ассортименте ЗАО «ЕвроХим-1» новых продуктов. За последний год на складе в Москве появились такие материалы, как Denka® CSA 20, Denka® SC1, Hibidan®, Neolith®, Starvis® 3003 F, Melflux® 2651 F, семейство продуктов торговой марки Castament®, формиат натрия. Коротко остановимся на их характеристиках.

**Denka® CSA 20 и Denka® SC1** применяются для компенсации усадки портландцементов, а также для создания торкретбетонов, тампонажных бетонов, расширяющихся и напрягающих цементов, безусадочных смесей (самовыравнивающихся, промышленных полов, ремонтных составов), которые предотвращают образование трещин, возникающих при твердении материалов, обладают эффектом ускорения ранних сроков схватывания материала.

Отличие этих добавок в том, что Denka® CSA представляет собой моносольфоалюминат кальция и в первую очередь является расширяющей добавкой, а Denka® SC1 — композиционный материал на основе аморфного алюмината кальция, который применяется в качестве ускорителя для создания быстротвердеющих составов. При использовании Denka® SC1 достигается более высокая скорость набора прочности. Эта добавка — оптимальный вариант для минимизации разрушения матрицы.

**Формиат натрия** технический используется в качестве противоморозной и пластифицирующей добавки в производстве строительных материалов. Добавка применяется для возведения монолитных бетонных и железобетонных конструкций при отрицательной температуре наружного воздуха (–15–0°С).

**Hibidan® P** — добавка на основе полиалкиленгликоля позволяет снизить усадку за счет уменьшения влажностной составляющей (см. рисунок). Если в рецептуре



Влияние Hibidan® P на усадку цементных составов

содержится Hibidan P и расширяющие добавки, такие как Denka® CSA 20, то усадка сокращается еще более эффективно при совместном действии обеих добавок.

**Neolith®** — новая группа редиispersируемых порошков, среди которых для цемента предназначены Neolith® 6000, Neolith® 7200, для материалов на основе гипса — Neolith® 1550, Neolith® 3500 и универсальный Neolith® 4400. В состав Neolith® 8700 входит полисилоксановый гидрофобизатор.

**Starvis® 3003 F** — поликарбоксилатный стабилизатор. Порошковый полиэлектролит с высокой молекулярной массой и высоким сродством к воде. Является ассоциативным загустителем, предотвращающим сегрегацию и расслоение высокоподвижных самоуплотняющихся растворов и бетонов. Обладает уникальными характеристиками по воздействию на реологию самовыравнивающихся составов для устройства полов. В отличие от эфиров целлюлозы данный загуститель более стоек к случайной передозировке и несколько снижает зависимость подвижности самовыравнивающихся полов от количества воды затворения.

Молекулы Starvis® образуют трехмерную пространственную сеть и тем самым загущают систему. Ионные межмолекулярные связи Starvis® являются гибкими и могут частично или полностью разрушаться под действием относительно низкой силы сдвига (намного ниже, чем усилие разрушения связей эфиров целлюлозы с водой). Следовательно, значение предела текучести при сдвиге увеличивается незначительно. При этом пластическая вязкость повышается до уровня, на котором предотвращается расслоение. Равновесие между пределом текучести и пластической вязкостью — основной фактор реологии бетонных смесей.

**Melflux® 2651 F** — поликарбоксилатный пластификатор для производства высокоподвижных или высокопрочных материалов на основе цемента. Данный продукт пришел на смену Melflux® 1641 F — продукту, на основе которого уже сейчас производятся тысячи тонн самовыравнивающихся масс и безвибрационных бетонов. Melflux® 2651 F отличается от предшественника тем, что в меньшей степени влияет на гидратацию цемента и гипса. При этом возможно использование в качестве замедлителя схватывания как лимонной, так и винной кислот.

**Castament®** — торговая марка поликарбоксилатных пластификаторов для производства огнеупорных составов на основе глиноземистого цемента. При использовании этого материала создаются неформованные огнеупоры во всей Европе. Доля неформованных огнеупоров в нашей промышленности на данный момент еще чрезвычайно мала.

Все эти материалы появились на российском рынке благодаря тесному сотрудничеству специалистов компании «ЕвроХим-1» и ведущих технологических групп как в России, так и за рубежом. Эти материалы испытаны временем и поставляются уже более года нашим покупателям. Только использование современных и высококачественных добавок позволяет нашим клиентам производить составы, отвечающие самым высоким европейским требованиям.

# ЕВРОПАРК выбрал VITRA

Как и многие другие всемирноизвестные проекты, такие как Международный Аэропорт в Мюнхене, Здание Национального Телеканала в Дании, «Куин МЭРИ 2» - крупнейшее пассажирское судно в мире.



[www.vitrakaro.com](http://www.vitrakaro.com)

#### Vitra Россия

Россия, 109147, Москва, ул. Марксистская, 16, 7-й этаж  
Тел./факс: +7 (495) 232 35 48

#### Торгово-выставочный зал Vitra

Россия, 109147, Москва, ул. Таганская, 29, стр. 1  
Тел./факс: +7 (495) 911 30 07

Товар сертифицирован



В.П. КУЗЬМИНА, канд. техн. наук,  
генеральный директор ООО «Колорит-Механохимия» (Москва)

## **Технология изготовления премиксов и их влияние на качество продукции**

Об эффективности применения премиксов при производстве ССС известно давно. Премиксы представляют собой предварительно смешанные композиции добавок для производства определенных видов сухих строительных смесей и бетонов.

Важно обратить особое внимание на то, что оптимизированный гранулометрический состав заполнителей не решает всех проблем получения смеси.

Задача воздействия на контактную зону заполнителя и цементного камня остается знаковой. Необходимо максимально воздействовать на свойства цементного теста, которое следует равномерно распределить вокруг каждой частицы заполнителя смеси. Состояние контактной зоны цементного камня является определяющим фактором при длительной эксплуатации искусственного камня из пескобетонной смеси. Именно поэтому премикс наиболее эффективно готовить на основе цемента.

Известны премиксы на основе кварцевого песка, но при таком решении осуществляется опосредованное воздействие на свойства цементного теста и на поверхностное натяжение жидкой фазы в контактной зоне.

Некоторые иностранные фирмы, поставляющие оборудование для изготовления сухих строительных смесей, имеют в своем арсенале оборудование и технологии с отдельными линиями производства премиксов. Такие линии позволяют экономно использовать дорогостоящие функциональные добавки, что приводит к сокращению времени переработки смеси и эффективному распределению добавки по всему объему.

Хорошие результаты дает применение механохимической обработки как самих добавок, так и премиксов.

На Щуровском заводе железобетонных конструкций и строительных деталей Московской железной дороги проводилось опытно-промышленное внедрение этого способа модификации общестроительных и декоративных сухих строительных смесей с помощью механоактивированных премиксов.

Основной задачей было создание способа получения ССС за счет увеличения действующей поверхности цемента. Новизна способа заключалась в применении механоактивации цементного концентрата с комплексом пластифицирующих, уплотняющих, армирующих, противоморозных и красящих добавок. Полученный премикс перемешивался с оставшейся частью цемента, затем бетонную или растворную сухую строительную смесь, в том числе цветную, изготавливали по заводскому технологическому циклу (патент № 2182137 с приоритетом от 22 декабря 2000 г.).

В результате уплотнения бетона и равномерного распределения мелких пор по его объему увеличилась его долговечность и морозостойкость, а также повысилось качество поверхности бетона из сухой строительной смеси. Таким образом, в сухой строительной смеси, содержащей цемент, песок и добавку с пластификатором, пластификатор в добавке представлял собой механоактивированный измельчением при ускорении 10–20g суперпластификатор С-3 при соотношении компонентов, мас. %: цемент – 17–40; песок – 60–83; механоактивированный суперпластификатор С-3 – 0,5–2.

Механоактивация суперпластификатора С-3 позволила увеличить его химическую активность за счет механического разрушения на более мелкие структурные единицы, что,

в свою очередь, увеличило однородность полученной сухой строительной смеси по гранулометрическому составу.

Высокая гомогенность полученной смеси позволяет создать тонкие пленки воды на поверхности частиц твердой фазы. При смешивании полученной строительной смеси с водой затворения образуется двойной электрический слой. Скольжение жидкости идет за пределами неподвижного адсорбционного слоя. При одинаковом содержании суперпластификатора С-3 подвижность бетона из сухой строительной смеси, содержащей механоактивированный суперпластификатор, увеличивается до 40% по сравнению с бетоном на необработанном С-3.

Для холодных бетонов в указанную добавку с пластификатором вводили противоморозную добавку в количестве 0,5–5 мас. %; для водонепроницаемых бетонов – уплотняющую добавку в количестве 0,5–2 мас. %; для конструкционного бетона – дисперсно-армирующую добавку в количестве 0,5–2 мас. %; для декоративных – красящую добавку в количестве 0,5–15 мас. %.

Поставленная задача была решена за счет предварительной механоактивации суперпластификатора С-3, изготовления с его использованием цементного премикса и последующего смешивания цементного концентрата с оставшейся частью цемента и песка. При необходимости цементный концентрат готовят, смешивая заданную часть цемента с механоактивированным суперпластификатором С-3 и другими добавками.

Такая ССС позволяет увеличить срок эксплуатации изделий из бетона, повышает морозостойкость и качество поверхности. Поверхность бетона из обычной строительной смеси соответствует классу А6 по ГОСТ 13015.0-83 за счет наличия значительного количества пор и раковин. Поверхность бетона из предлагаемой сухой строительной смеси соответствует классу А3 по ГОСТ 13015.0-83 за счет присутствия незначительного количества пор.

Механоактивация суперпластификатора и его введение в сухую строительную смесь позволяет:

- увеличить подвижность и удобоукладываемость бетона при снижении ее водопотребности;
- увеличить плотность бетона за счет снижения пористости в результате увеличения действующей поверхности цемента;
- увеличить долговечность и морозостойкость бетона.

Использование в композиции добавок механоактивированного суперпластификатора С-3 позволяет наиболее эффективно стабилизировать зародыши новой фазы и снизить до 30% водопотребность ССС.

Технология производства механоактивированных премиксов, основана на использовании виброцентральной мельницы.

Помольные барабаны мельницы не вращаются, а жестко закреплены в ложементах, которые приводят в движение коленчатый вал. В результате вращательное движение вокруг неподвижной точки в пространстве совершает ось каждого барабана. При этом мелющие тела (шары) внутри барабана совершают движение, аналогичное движению шаров в подшипнике.

Центробежная сила выдавливает шары на периферию по внутренней поверхности барабана. Каждая пара шаров работает как валковая мельница, раздавливая частицы материала (премикса). Процесс происходит при ускоре-

нии 10g и более, которое создает большие касательные напряжения, размазывающие частицы премикса между собой в самом слое материала.

Рассмотрим работу технологической линии получения премикса.

Из силоса заданный вид цемента сжатым воздухом подается в герметичный винтовой питатель-дозатор В-05/15.

Подача цемента осуществляется в непрерывно-дискретном режиме в герметичный планетарно-шнековый смеситель ПШ-14К. В этот же смеситель подается предварительно механоактивированный суперпластификатор С-3. В смеситель можно ввести все необходимые полимерные порошкообразные добавки для совместной механоактивации с цементом.

Для увеличения активности и эффективности использования полимерных добавок целесообразно их предварительно активировать. Гомогенная рабочая смесь цемента с механоактивированными добавками поступает в виброцентробежную мельницу в непрерывном режиме, поэтому перед ней устраивается бункер-накопитель с ворошителем для предотвращения зависания компонентов.

Механоактивированная смесь поступает в непрерывном режиме во второй планетарно-шнековый смеситель, куда подаются неорганические функциональные добавки. При непрерывно-дискретной работе смесителя и ручной подаче добавок потребуются промежуточные бункеры-накопители с ворошителями как для добавок, так и для премикса.

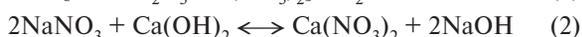
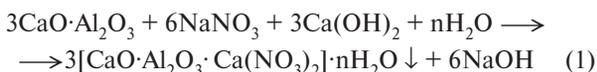
Гомогенизированный механоактивированный премикс поступает в передвижной бункер, в котором его в дальнейшем транспортируют по цеху.

Механоактивированный премикс можно упаковать в бумажные мешки с ламинированным слоем, а также в полимерные бочки или бидоны.

При введении электролита в состав рассмотренной выше комплексной добавки значительно снижается индукционный период твердения механоактивированного цемента, который в отсутствие электролита равен 1 сут при нормальной температуре и 5 сут при отрицательной температуре. Так, совместное применение в качестве уплотняющей добавки нитрата кальция, являющегося электролитом, и механоактивированного суперпластификатора С-3 позволяет использовать синергический эффект их воздействия друг на друга, сопровождаемый значительным снижением водопотребления сухой строительной смеси и уплотнением цементного камня.

Уплотняющая добавка — электролит вступает в реакцию с побочным продуктом гидратации алита, образуя труднорастворимое вещество. Уплотняющая добавка — электролит повышает растворимость минералов цемента — алита и белита, а также трехкальциевого алюмината (метастабильная фаза) в 5–14 раз.

Механизм воздействия уплотняющей добавки — нитрата натрия на трехкальциевый алюминат и гидроксид кальция:



Реакция взаимодействия (2) нитрата натрия с известью сопровождается образованием нитрата кальция, который, в свою очередь, тоже является уплотняющей добавкой-электролитом, взаимодействующей с известью с образованием гидросинитрата кальция (3).

При изготовлении сухих строительных смесей для холодного бетонирования можно дополнительно вводить еще один электролит (противоморозную добавку), например, карбонат калия, для обеспечения процесса

твердения цемента при температуре до  $-30^\circ\text{C}$ . Применение противоморозной добавки позволяет максимально сократить индукционный период твердения цемента за счет дополнительного увеличения растворимости цементных минералов до 14 раз в результате повышения рН жидкой среды за счет гидролиза карбоната калия.

Следует отметить, что механоактивированный суперпластификатор увеличивает действующую поверхность между цементом и песком в любых количествах, но в разной степени. Применение его в количестве менее 0,5% является недостаточным для получения заданной пластичности раствора из сухой строительной смеси и качества формируемой поверхности камня.

Увеличение содержания механоактивированного суперпластификатора свыше 2% наряду с сильным увеличением пластичности и подвижности раствора из сухой строительной смеси активизирует процесс стабилизации новообразований в результате взаимодействия смеси с водой и замедляет процесс нарастания прочности камня в ранние сроки, что нежелательно при традиционно применяемом твердении бетона при нормальной температуре.

Предел применения противоморозной добавки  $\text{K}_2\text{CO}_3$  в количестве 0,5–5% обусловлен степенью растворимости цементных минералов при отрицательной температуре бетонирования.

Минералогический состав цемента также влияет на процесс растворения минералов в воде. Например, содержание алюминатов в белом цементе доходит до 12% по сравнению с серым цементом (5–7%). С понижением температуры и увеличением содержания алюминатов количества вводимой противоморозной добавки увеличивается.

Количество уплотняющей добавки обусловлено химизмом ее воздействия на растворимые новообразования в процессе твердения цемента. В результате взаимодействия с добавкой растворимые новообразования переходят в малорастворимые или нерастворимые соединения, уплотняющие структуру.

Введение уплотняющей добавки в количестве ниже 0,5% не обеспечивает процесс уплотнения в заданном составе, а выше 2% — превышает необходимую концентрацию и ведет к сильному выщелачиванию среды.

Количество дисперсно-армирующей добавки обусловлено свойствами самого волокна и характером его распределения в макроструктуре. Введение волокна в количестве менее 0,5% не позволяет обеспечить заданную трещиностойкость и сопротивление удару (раскалыванию) камня.

Превышение содержания волокна свыше 2% приводит к превышению значения его оптимальной объемной концентрации.

Введение красящей добавки в состав премикса позволяет увеличить декоративные свойства предлагаемой сухой строительной смеси.

Возможно аналогичное применение механохимической активации для повышения эффективности использования функциональных добавок, таких как супер- и гиперпластификаторы, эфиры целлюлозы и крахмала, редиспергируемые порошки и др.

Таким образом, механоактивация премикса позволяет увеличить марочную прочность части рецептурного цемента за счет его активации и снижения водопотребности при увеличении удельной поверхности.

Целевое применение нескольких добавок одновременно в составе премикса позволяет использовать синергический эффект воздействия их друг на друга, значительно снизить их расход, унифицировать ассортимент ССС.

Окупаемость затрат при использовании помольных модулей с виброцентробежной мельницей для получения механоактивированных добавок и премикса равна двум годам после ввода линии в эксплуатацию.

Е.Б. ЗАХАРОВА, руководитель направления,  
М.И. ОДИНОКИЙ, зав. сектором, ООО «КОНСИТ-А» (Москва)

## **Фирма «КОНСИТ-А» – 15 лет успешной работы**

Фирма «КОНСИТ-А» основана в 1991 г. и в этом году отмечает 15 лет со дня основания. Все годы существования фирма занимается несколькими направлениями в области машиностроения для пищевой, фармацевтической, химической, горно-добывающей (в том числе золотодобывающей) промышленности, стекольного и металлургического производства. Одним из основных направлений работы фирмы является производство оборудования и установок для изготовления строительных материалов (сухих строительных смесей). Мы были в числе первых, кто взялся за разработку и внедрение установок по производству ССС.

За годы работы в этом направлении сложилось несколько стандартных линий для производства ССС. Сейчас мы поставляем комплекты оборудования производительностью 1–5 т/ч в нескольких вариантах:

- комплект оборудования с электрической сушилкой производительностью 1 т/ч (4 тыс. т в год);
- комплект оборудования с барабанной сушилкой производительностью 2 т/ч (8 тыс. т в год);
- комплект оборудования с электрической сушилкой производительностью 3 т/ч (12 тыс. т в год);
- комплект оборудования с барабанной сушилкой производительностью до 5 т/ч (до 20 тыс. т в год).

Номенклатура изделий и техническая вооруженность линий постоянно расширяется.

На технологическом оборудовании фирмы «КОНСИТ-А» можно производить как простые, так и сложные по составу сухие строительные смеси на основе песка, цемента, извести и других материалов с применением модифицирующих добавок.

Способ производства ССС на базе разработанного и поставляемого нами оборудования защищен патентом РФ № 2118622. Особенностью этого способа является широкое применение вибрационной техники. Благодаря виброактивации повышаются физико-механические свойства готовой продукции, высокая пылеплотность оборудования улучшает экологические условия производства ССС.

Срок поставки комплектов и установок составляет 2–6 месяцев. Часть оборудования (вибрационные сита, электрические сушилки и пр.), как правило, имеются на складе готовой продукции.

По желанию заказчика часть оборудования (бункера, металлоконструкции и др.) может быть изготовлена своими силами на месте эксплуатации. В этом случае фирма «КОНСИТ-А» передает техническую документацию на это оборудование по отдельному договору.

Еще одним направлением деятельности фирмы является производство отдельных видов оборудования, таких как вибрационные сита для посева песка на фракции, элеваторы, грохоты, дозаторы, питатели, смесители, сушилки, фасовочные машины и др.

Фирма «КОНСИТ-А» может разработать проект привязки (компоновки) оборудования к имеющемуся у заказчика помещению с учетом дополнительных требо-

ваний и выполняет рабочие чертежи нестандартного оборудования (бункеров, площадок обслуживания и основных металлоконструкций).

Сушильные установки, дозаторы и фасовочная машина поставляются со своей автоматикой. Комплект оборудования может быть снабжен единой системой управления (с одного пульта), в том числе с применением компьютера. Фирма «КОНСИТ-А» осуществляет по дополнительному договору шеф-монтаж оборудования и оказывает помощь при проведении пусконаладочных работ.

Предприятия, использующие сухой песок несобственного производства, обычно приобретают смеситель, дозатор и фасовочную машину. Такие комплекты были поставлены фирмам в Санкт-Петербург, Москву, г. Ступино Московской обл., Воронеж. При создании производств ССС также были использованы отдельные аппараты нашей фирмы. Оборудование компании «КОНСИТ-А» эффективно при реконструкции узлов заводов ЖБИ с перефилированием на выпуск ССС. Такая реконструкция проведена на ЖБК «Самарский» и ППСО «Авиакор» в Самаре, ПО «Сода» в г. Стерлитамаке (Республика Башкортостан), на Пензенском заводе ЖБИ.

Полностью укомплектованные установки смонтированы в Томске, г. Железногорске Красноярского края, Хабаровске, Якутске, Ереване (Армения).

В настоящее время ООО «КОНСИТ-А» провело корректировку документации установок с учетом опыта эксплуатации и поставляет комплекты оборудования в нескольких вариантах в зависимости от конкретных условий заказчика: характеристики имеющегося помещения, возможности использования сухого фракционированного песка, возможности использования природного газа или электричества в качестве теплоносителя.

В предлагаемых сейчас комплектах оборудования широко используются комплектующие ряда западных производителей, таких как «Камоцци пневматика», фирма OMRON, концерн SKF, концерн WAMGOUR, фирма CAS и др.

За годы существования нашего предприятия уже многое сделано, но, несомненно, еще больше предстоит сделать. Наша продукция востребована, поэтому перспективы своего развития мы видим в первую очередь в увеличении мощностей уже имеющихся производств, расширении ассортимента. Считая одним из приоритетных направлений деятельности организации производство оборудования для сухих строительных смесей, руководители компании ведут поиск новых форм работы с заказчиками.

Квалифицированные сотрудники фирмы помогут выбрать наиболее подходящий вариант для ваших условий, выполнят привязку установки в помещении или на открытой площадке, поставят оборудование или установку в кратчайшие сроки, осуществят шефство при монтаже и пусконаладочных работах. Наш принцип работы с заказчиками – уговор дороже денег – выполняется строго и неукоснительно.

ООО «**КОНСИТ-А**»  
научно-производственная и инжиниринговая фирма

[www.consit-a.ru](http://www.consit-a.ru)

[www.consit.ru](http://www.consit.ru)

115093, Россия, Москва, Люсиновская ул., д.35, оф.514

Почтовый адрес: 119180, Россия, Москва, а/я 29.

(495) 236-04-16, 239-40-54, 239-40-79

[info@consit.ru](mailto:info@consit.ru); [consit@mail.ru](mailto:consit@mail.ru)



### 3. Как построить короткую аргументацию

Если накопилось порядочное количество информации в виде ксерокопий и записок в результате работы в библиотеке, есть множество записей в лабораторном журнале и т. д., наступает время подумать о придании этому объему материала некоторой формы. Особенно это важно, когда вы видите, что какой-то этап исследования подходит к завершению, что видны уже проблески ответа на исследовательский вопрос.

Для того чтобы придать всей накопленной информации полезную упорядоченность, необходим принцип организации, который исходит из логики вашего ответа и его поддержки, а не из категории данных.

**Точное логическое определение понятий — главное условие истинного знания.**

Сократ

Иными словами, при написании статьи (монографии, диссертации и т. п.) необходимо так ее организовать, чтобы она поддерживала ответ на исследовательский вопрос и оправдывала как время, которое было потрачено вами для поиска ответа, так и то время, которое потратит читатель на ее прочтение. Поддержка ответа на исследовательский вопрос и приводимых утверждений принимает форму *аргументации*.

Таким образом, в данной статье аргументация — это попытка поддержать определенные взгляды, набор доводов и фактов, поддерживающих вывод.

Аргументация необходима в силу того, что:

- это способ, с помощью которого можно узнать, чьи взгляды лучше, и определить это при оценке вариантов аргументации;
- это способ исследования;
- это способ, с помощью которого объясняется и защищается вывод.

Поэтому правила аргументации не произвольны, они подчинены определенной цели.

В научно-технической статье (монографии, диссертации и т. д.) главная цель не «закормить» читателя утверждениями, а начать с того, что он уже знает и не знает, принимает или ставит под сомнение. Затем вы отвечаете на эти вопросы таким образом, который позволит читателю увидеть, как ваше утверждение решает поставленную проблему и служит интересам читателя. При этом необходимо помнить, что читатель будет ставить вопросы к каждому элементу аргументации. Конечно, когда пишется статья, то рядом нет читателя, который бы задавал вопросы. Именно поэтому вам надо уметь представить себе его вопросы, с тем чтобы ваша аргументация была подлинной беседой с читателем.

Это очень трудная задача — представить себе вопросы незнакомых людей. Опытные исследователи часто имеют преимущество личного знакомства со многими своими читателями. Они общаются с ними, обкатывают свои идеи, беседуя с ними. Однако в современной исследовательской практике часто пионерные работы де-

лаются на стыке наук. Поэтому прежде чем приступить к аргументированному изложению вашего исследования, можно выполнить следующее:

- прочитайте научные журналы, публикующие исследования, которые похожи на ваше. При этом обращайтесь внимание на то, какие виды вопросов статьи в этих журналах признают, на какие отвечают;
- отрепетируйте вашу аргументацию с вашим руководителем. После того как у вас появился план, но до начала работы над черновиком обсудите с ним ваши идеи, спрашивая, не кажутся ли ему некоторые из них путанными или сомнительными;
- попросите вашего научного руководителя или коллегу прочитать ваши черновики и отмечайте, где возникают вопросы или где видится альтернатива.

**Совет.** Думайте о ваших читателях. Чтобы делать это, вы должны с ним познакомиться.

Итак, приступая к построению аргументации, необходимо ответить на пять основных вопросов:

1. Что вы **утверждаете**?
2. Какие **доводы** поддерживают это утверждение?
3. Какие **факты** поддерживают эти доводы?
4. **Признаете** ли вы альтернативу (трудность, возражение) и как вы на это **отвечаете**?
5. Какой **принцип (основание)** определяет связь этих доводов с данным утверждением?

Рассмотрим виды короткой аргументации. Короткая аргументация занимает обычно один-два абзаца. Можно начать с вывода, за которым последуют доводы, или сначала сформулировать посылки, а вывод сделать в конце. В любом случае излагать идеи надо в таком порядке, который разворачивает последовательность мыслей наиболее естественным для читателя образом. Возможно, вам придется переписать аргументацию несколько раз, чтобы найти наиболее естественный порядок.



Один из способов построения короткой аргументации — *это начать с надежных посылок (фактов)*. Иногда это не составляет труда, поскольку у вас есть хорошо известные примеры, авторитетные и надежные источники, которые ясно согласуются друг с другом. Но если вы обнаружили, что *не можете* как следует защитить свою посылку, тогда, безусловно, вам следует отказаться от нее и начать с другого.

При построении аргументации избегайте абстрактных, расплывчатых и общих понятий, будьте краткими. Претенциозная усложненность, словесный туман могут завести в тупик кого угодно, даже самого автора.

Избегайте эмоционально окрашенного языка. Не пытайтесь сделать вашу аргументацию привлекательной путем нападков на противоположную сторону. Помните, что те, кто придерживается иной позиции, руководствуются серьезными причинами и аргументами, попытайтесь понять эту точку зрения правильно, даже если вы с ней не согласны. Человек, который сомневается в какой-либо новой технологии, не призывает вернуться в пещеры, а человек, который поддерживает эволюционную теорию, не утверждает, что его бабушка была обезьяной.

Аргументация опирается на ясные связи между посылками и выводом. По этой причине крайне необходимо для каждой идеи пользоваться единым набором понятий. Иногда можно случайно допустить двусмысленность, сделав расплывчатым ключевое слово. Хороший способ не допустить двусмысленности — тщательно *определить* все ключевые понятия тогда, когда вы их вводите. Далее надо следить за тем, чтобы пользоваться ими только так, как вы их определили!

Можно строить аргументацию, *опираясь на пример* или несколько примеров. При этом надо соблюдать одно требование: примеры должны быть точными. Вы можете найти хорошие примеры в литературных источниках или провести самостоятельно небольшое исследование.

Один пример может служить *иллюстрацией*, но практически не предлагает никакой *поддержки* для обобщения. Для того чтобы выстроить лучшую аргументацию, надо использовать несколько примеров.

При построении аргументации не хватайтесь за первые пришедшие в голову примеры. Скорее всего они окажутся предвзятыми. Еще раз: *читайте, вдумчиво подберите подходящий образец и будьте честны с самим собой, ища контрпримеры.*

При поиске примеров в источниках оценивайте чужую аргументацию. Те же правила, которые распространяются на вашу аргументацию, распространяются и на чужую. Разница в том, что у вас есть возможность исправить слишком широкое обобщение самостоятельно.

Исключительным случаем аргументации на примере является *аргументация по аналогии*, которая строится на одном примере и доказывает, что поскольку оба примера похожи во многих отношениях, они также похожи в некотором другом отношении. Помните, аналогия требует *принципиального* подобия.

Крайне важным видом аргументации является *аргументация относительно причин*. Аргументация от связи к причине широко применяется в естественных и социальных науках. Иногда очень трудно понять, что является причиной чего. Попробуем сформулировать несколько правил, которые помогут определить причинно-следственную связь.

1. Объясняйте, как причина ведет к следствию.



2. Предлагайте наиболее вероятную причину. Большинство событий имеет много возможных причин. Найти возможную причину недостаточно, надо пойти дальше и показать, почему это причина является наиболее *вероятной*. Иногда необходимы дополнительные факты, прежде чем какое-либо объяснение может быть принято с большей долей уверенности. Дополнительные факты необходимы, когда несколько конкурирующих объяснений хорошо согласуются с имеющимися фактами.
3. События, кажущиеся связанными, не обязательно связаны. Мир просто полон совпадений!
4. Связанные события могут иметь общую причину.
5. Любая из двух связанных причин может вызывать другую.
6. Причины могут быть сложными.
7. Не преувеличивайте ваш вывод. На самом деле мы редко действуем только по *этой* причине.

Аргументация относительно причин важна хотя бы потому, что даже нахождение *какой-либо* причины полезно.

Существует еще один вид аргументации — *дедуктивный*. Это такая аргументация, в которой, если посылки истинны, то и вывод обязательно должен быть истинен.

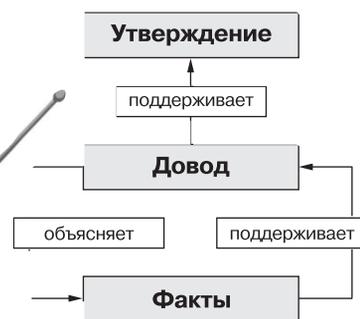
В реальной жизни мы не всегда можем быть уверены в наших посылках, поэтому выводы дедуктивной аргументации в реальной жизни должны приниматься с большой долей сомнения.

Наглядные примеры построения дедуктивной аргументации хорошо представлены в «Рассказах о Шерлоке Холмсе» А. Конан Дойла.

Основой любой аргументации являются факты — те установленные свидетельства, которые должны увидеть читатели, прежде чем они примут ваши доводы, а с ними ваше утверждение. Поэтому сообщайте факты верно, предлагайте достаточные и представительные факты.

**...в любой научной области — как в области природы, так и в области истории — надо исходить из данных нам фактов... нельзя конструировать связи и вносить их в факты, а надо извлекать их из фактов и, найдя, доказывать их, насколько это возможно, опытным путем.**

Ф. Энгельс



Однако ваши факты могут быть верными, точными, достаточными, представительными и авторитетными, но если читатель не сумел их быстро интерпретировать, вы можете их вообще не предлагать. Читатель интерпретирует факты легче, если понимает их соответствие вашему утверждению, понимает, как вы добавили довод, который *и* поддерживает утверждение, *и* объясняет факт.

В следующей статье будут описаны принципы написания аргументационного эссе и несколько стратегий, как оспорить утверждения или умозаключения.

## Теплоизоляция «Сен-Гобен Изовер» в плоских покрытиях с рулонной кровлей

Б.М. ШОЙХЕТ, канд. техн. наук, зам. директора по техническому развитию,  
 В.А. КАЛИТИН, канд. техн. наук, технический консультант,  
 «Сен-Гобен Изовер» (Россия)

Применение в плоских покрытиях теплоизоляционных материалов ISOVER обеспечивает максимальную теплотехническую эффективность покрытия при минимальной нагрузке на несущие конструкции здания.

Плоские покрытия с рулонной кровлей и теплоизоляцией из плит ISOVER по несущему железобетонному основанию или по стальному профилированному настилу широко применяются в современной практике строительства.

Покрытие является одним из основных конструктивных элементов здания и выполняет функции его защиты от атмосферных осадков и потерь тепловой энергии. Доля тепловых потерь через покрытия в общем тепловом балансе здания зависит от его этажности и может иметь значения от 5% в многоэтажных зданиях до 40–60% в общественных и производственных зданиях малой этажности и большой площади.

Теплоизоляционные плиты ISOVER являются высокоэффективными теплоизоляционными материалами, отвечающими современным требованиям к теплофизическим и эксплуатационным свойствам.

**Высокие физико-технические характеристики** продукции ISOVER обеспечиваются высоким качеством



Рис. 1. Гофрированная структура теплоизоляционных плит ISOVER OL-P обеспечивает высокую прочность при сжатии при плотности 80 кг/м<sup>3</sup>

вом стеклянного волокна, получаемого по наиболее современной, запатентованной компанией «Сен-Гобен Изовер» технологии TEL, а также гофрированной структурой изделий (рис. 1).

Оптимальный диаметр (4–5 мкм) и длина стеклянного волокна (100–150 мм), высокая прочность волокон и гофрированная структура изделий обеспечивают **высокую прочность при сжатии, при отрыве слоев** и необходимую адгезию к рулонным и мастичным кровельным материалам.

Теплоизоляционные изделия ISOVER, применяемые в конструкциях плоских покрытий, соответствуют требованиям пожарной и экологической безопасности, теплотехнической эффективности и эксплуатационной надежности. Они являются **пожаробезопасными материалами**, так как относятся к категории **негорючих** (группа НГ при испытаниях по ГОСТ 30244) или **слабогорючих** (группа Г1) продуктов с низкой дымообразующей способностью, не распространяющих горение и не выделяющих токсичных веществ.

**Теплотехническая эффективность** теплоизоляционных материалов ISOVER определяется наиболее низкими в этом классе материалов значениями коэффициента теплопроводности:  $\lambda_{10} = 0,033–0,035$ ,  $\lambda_A = 0,04–0,042$  и  $\lambda_B = 0,044–0,046$  Вт/(м·К), а также стабильностью этого показателя в процессе эксплуатации здания. Низкие значения коэффициента теплопроводности позволяют **уменьшить толщину теплоизоляционного слоя**.

Средняя плотность в конструкции 80–90 кг/м<sup>3</sup> теплоизоляционных плит ISOVER разрешает **существенно снизить нагрузку на несущие конструкции здания** в сравнении с традиционно применяемыми в этих конструкциях материалами плотностью 150–180 кг/м<sup>3</sup>.

При этом нагрузка от покрытия снижается более чем на 7–8 кг на 1 м<sup>2</sup> в зависимости от толщины теплоизоляционного слоя. Этот фактор является особенно актуальным для общественных (спортивные сооружения, торговые центры и др.) и производственных зданий малой этажности с большой площадью покрытия.

**Технологичность материалов ISOVER** связана с возможностью применения крупноразмерных изделий (1180–1190 × 1380–1550 мм) и наличием шпунтованных кромок, обеспечивающих сплошность теплоизоляционного слоя. В двухслойной конструкции изоляции плиты теплоизоляционного слоя устанавливаются с перекрытием швов, что обеспечивает монолитность и однородность теплоизоляционного слоя и повышает его теплозащитные и прочностные свойства.

Плиты марки ISOVER OL-P выпускают без покрытий. Плиты марок ISOVER OL-TOP и OL-K выпускают облицованными (кашированными) стеклохолстом с одной стороны. Плиты ISOVER OL-TOP могут выпускаться с вентиляционными канавками сечением 15×15 мм, расположенными с шагом 100 мм по длине плит. Жесткие плиты всех марок при необходимости выпускают со шпунтованными кромками по продольным граням.

Конструкция плоского покрытия с рулонной кровлей включает несущее основание из железобетона или профилированного металлического настила, пароизоляционный слой, теплоизоляционный слой, гидроизоляционный ковер (кровлю) и защитную посыпку.

В соответствии с рекомендациями ЦНИИПромзданий [1] жесткие теплоизоляционные плиты марок ISOVER OL-TOP, OL-P и OL-K из стеклянного штапельного волокна на синтетическом связующем реко-

Вид основания	Характеристика теплоизоляционных плит и матов ISOVER		
	Марка плит	Расчетный коэффициент теплопроводности ( $\lambda_A, \lambda_B$ ), Вт/(м·К)	Прочность при сжатии, кПа, не менее
<b>Покрытия с кровлей из рулонных или мастичных материалов без цементной стяжки</b>			
Однослойная конструкция теплоизоляции			
Железобетон, профнастил	ISOVER OL-TOP	0,042; 0,045	60–70
Двухслойная конструкция теплоизоляции			
Железобетон	ISOVER OL-TOP	0,042; 0,045	60–70
	ISOVER OL-P	0,043; 0,046	40
Трехслойная конструкция теплоизоляции			
Профнастил	ISOVER OL-TOP	0,042; 0,045	60–70
	ISOVER OL-P	0,043; 0,046	40
	ISOVER OL-K	0,038; 0,042	40–50
<b>Покрытия с кровлей из рулонных и мастичных материалов по цементной стяжке</b>			
Профнастил	ISOVER OL-K	0,038; 0,042	40–50
Железобетон	ISOVER OL-P	0,043; 0,046	40

мендуются для применения в плоских покрытиях с несущим основанием из железобетона или профнастила с рулонными или мастичными кровлями (рис. 2, 3).

Плиты ISOVER применяют в покрытиях с одно-, двух- и трехслойной конструкцией теплоизоляции с выравнивающей цементной стяжкой и без нее. Изделия ISOVER применяют в конструкциях теплоизоляции покрытий строящихся и уже эксплуатируемых зданий.

Рекомендуемые марки теплоизоляционных материалов ISOVER в зависимости от конструкции покрытия приведены в табл. 1.

В конструкциях без выравнивающей стяжки (СНиП II-26–76) [2]

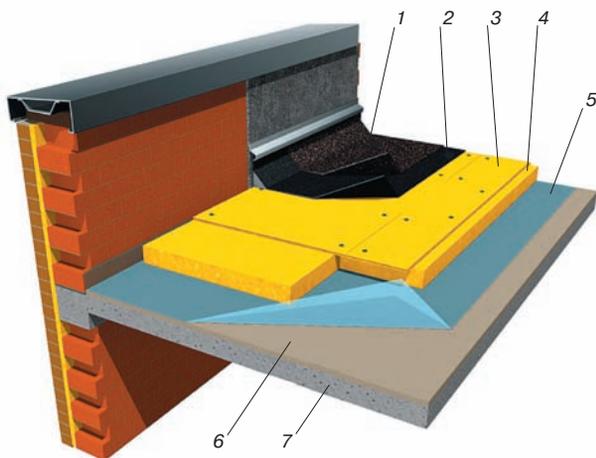
допускается применение теплоизоляционных плит с пределом прочности при сжатии при 10% деформации не менее 0,06 МПа. Этому требованию удовлетворяют теплоизоляционные плиты ISOVER OL-TOP. Поверхность этих плит облицована с одной стороны стеклохолстом, что повышает их технологичность в монтаже и эксплуатационную надежность, особенно в конструкциях с водоизоляционным ковром из наплавляемых битумно-полимерных рулонных материалов.

Трехслойные конструкции теплоизоляции применяют в покрытиях с несущим основанием из профнастила, где в качестве третьего, нижнего слоя используют плиты ISOVER OL-K,

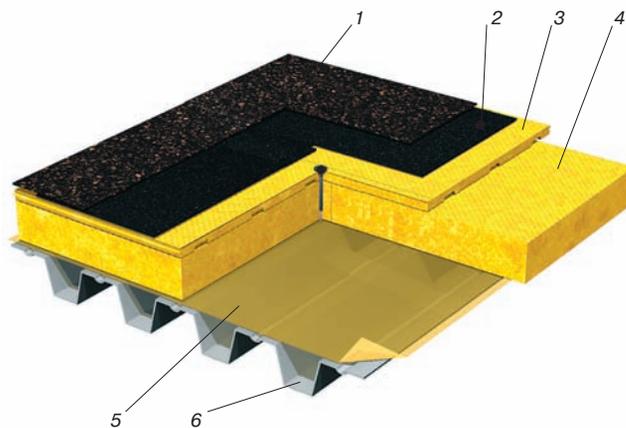
имеющие повышенную стойкость к сосредоточенным нагрузкам.

При производстве ремонтных работ несущим основанием может быть водоизоляционный ковер существующих кровель. При ремонте кровель применяют теплоизоляционные плиты из стекловолокна ISOVER OL-TOP.

В плоских покрытиях с теплоизоляционными материалами ISOVER для устройства рулонного водоизоляционного ковра применяют битумные и битумно-полимерные материалы на стеклянной (Филизол, Изопласт К, Техноэласт и др.) либо синтетической (Изопласт, Битулин НР 1170, Монофлекс АРУ и др.) основе или эласто-



**Рис. 2.** Конструкция покрытия с рулонной кровлей и тепловой изоляцией из плит ISOVER OL-TOP, ISOVER OL-P по несущему основанию из железобетона: 1 – защитный слой; 2 – гидроизоляционный ковер; 3 – верхний теплоизоляционный слой из плит ISOVER OL-TOP; 4 – нижний теплоизоляционный слой из плит ISOVER OL-P; 5 – пароизоляционный слой; 6 – выравнивающий слой; 7 – несущее основание из железобетона



**Рис. 3.** Конструкция покрытия с рулонной кровлей и тепловой изоляцией из плит ISOVER OL-TOP, ISOVER OL-P по несущему основанию из профилированного металлического настила: 1 – защитный слой; 2 – гидроизоляционный ковер; 3 – верхний теплоизоляционный слой из плит ISOVER OL-TOP; 4 – основной теплоизоляционный слой из плит ISOVER OL-P; 5 – пароизоляционный слой; 6 – несущее основание из профилированного настила

Таблица 2

Город	Влажностные условия эксплуатации	Градусо-сутки, °С сут	Тип здания	Требуемое термическое сопротивление $R_{0}^{тп}$ , м <sup>2</sup> ·°С/Вт	Толщина теплоизоляции ISOVER, мм
Краснодар	А	2384	1	3,39	130
			2	2,55	100
			3	2,1	80
Москва	Б	5027	1	4,71	200
		4600	2	3,44	150
			3	2,65	110
Томск	Б	6702	1	5,55	240
		6230	2	4,09	170
			3	3,06	130
Салехард	Б	9169	1	6,79	290
		8585	2	5,03	210
			3	3,65	160

мерные бесосновные вулканизированные мембраны (Кровлен, Изолен, Поликром, Элон и др.), а также мастичные материалы. Кровлю закрепляют к основанию клеевым или механическим способом. Герметизацию швов обеспечивают путем приклейки или наплавления. Для наклейки рулонных материалов используют битумно-полимерные и полимерные мастики.

Пароизоляционный слой предназначен для предотвращения проникновения влаги изнутри здания в теплоизоляционный слой.

В качестве пароизоляционного слоя в конструкциях покрытий с применением теплоизоляционных материалов ISOVER используют листовые и пленочные полимерные материалы отечественного и импортного производства (полиэтиленовая пленка, пароизоляционные пленки Изоспан В, Монарфлекс и др.). Сопротивление паропроницанию материалов, применяемых в качестве пароизоляции, принимают по СП 23-02-2004, приложение III или по данным производителей.

В соответствии с рекомендациями ЦНИИпромзданий в двухслойных и трехслойных конструкциях теплоизоляции для обеспечения сплошности теплоизоляционного слоя плиты располагают со смещением швов и точно приклеивают к основанию и между собой (при толщине в два и более слоев) горячим битумом строительных марок с температурой размягчения 75–80°С. Приклейка выполняется равномерно и составляет 25–35% площади наклеиваемых плит. При укладке утеплителя по профнастилу стыки плит выполняют на полках настилов. При механическом креплении плиты закрепляют к основанию вместе со слоем кровельного материала и пароизоляцией.

Повышение эксплуатационной надежности плоских покрытий достигается применением прогрессивных конструктивных решений, предусматривающих удаление влаги из конструкции в процессе эксплуатации через систему вентиляционных каналов в теплоизоляционном слое. Компания «Сен-Гобен

ИзOVER» выпускает специальные изделия – теплоизоляционные плиты марки ISOVER OL-TOP-UPO с вентиляционными каналами для применения в плоских вентилируемых покрытиях.

Для удаления из совмещенных покрытий строительной влаги и влаги, сконденсированной в ограждении за зимний период, разработаны конструктивные решения с системой вентилируемых каналов в верхнем слое утеплителя, под водоизоляционным ковром.

В конструкциях вентилируемых покрытий верхний слой теплоизоляции выполняют из плит ISOVER OL-TOP-UPO с канавками сечением 15×15 мм на нижней стороне плиты, образующими ряды вентилируемых каналов. Плиты ISOVER OL-TOP-UPO укладывают по нижнему слою теплоизоляции из плит ISOVER OL-P, так чтобы канавки были направлены по длине ската покрытия (от парапетов продольных стен и ендов к коньку). Собирающийся в каналах воздух с повышенной влажностью через коллекторы размером 30×100 мм и вентиляционные патрубки диаметром не менее 110 мм выводится в атмосферу. Применение плит с вентиляционными канавками по данным

ЦНИИпромзданий уменьшает теплопотери кровли на 5–7%.

Необходимый уровень теплосщиты наружных ограждений зданий определяется по [3] в зависимости от влажностных условий эксплуатации А, Б и числа градусо-суток отопительного периода ( $D_{от}$ , °С·сут).

В табл. 2 приведены расчетные значения толщины теплоизоляционного слоя материалов ISOVER в плоских покрытиях с рулонной кровлей для жилых (тип 1), общественных (тип 2) и производственных (тип 3) зданий для некоторых регионов РФ [1].

Применение современных высокоэффективных теплоизоляционных материалов ISOVER OL-TOP, OL-P и OL-K в конструкциях покрытий зданий обеспечивает нормативный уровень тепловых потерь через покрытия при минимальных нагрузках на несущие конструкции зданий.

Список литературы

1. Покрытия с теплоизоляцией ISOVER. Материалы для проектирования и рабочие чертежи узлов. Шифр М27.24/03. ОАО «ЦНИИпромзданий», М., 2003.
2. СНиП II-26-76 «Кровли».
3. СНиП 23-02-2003 «Тепловая защита зданий».

www.isover.ru



МИРОВОЙ СТАНДАРТ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИИ

123022, Москва, 2-я Звенигородская ул., 13, корп. 15  
Тел.: (495) 775-15-10 (многокан.)  
Факс: (495) 775-15-11

197101, Санкт-Петербург, ул. Чапаева, 15  
Тел.: (812) 332-56-60  
Факс: (812) 332-56-61

344010, Ростов-на-Дону, пр. Семашко, 114, офис 305  
Тел.: (863) 250-00-55, 250-00-28

620026, Екатеринбург, ул. Куйбышева, 44 (ЦМТ), офис 315  
Тел./факс: (343) 359-61-59

603005, Нижний Новгород, Театральная пл., 3, офис 2  
Тел.: (8312) 19-89-04, 43-00-34

620132, Новосибирск, ул. Нарымская, 27  
Тел.: (383) 335-07-12, 335-07-13

Производство: 140300, Московская обл., Егорьевск, ул. Смычка, 60



# Компания DOW CHEMICAL: НОВЫЕ ПЕРСПЕКТИВЫ



## Качество – для созидания!

31 октября 2005 г. в Москве The Dow Chemical Company («Дау Кемикал Компани») объявила об инвестициях в строительство в России завода по производству теплоизоляционных плит из экструдированного вспененного полистирола (XPS), торговая марка STYROFOAM™. Эта продукция позволит повысить энергосберегающие показатели жилых, общественных и предназначенных для коммерческого использования зданий.

Завод будет построен в поселке Крюково Московской области. Этот завод будет производить теплоизоляционные плиты марки STYROFOAM (СТАЙРОФОМ), а подразделение комплексных строительных решений компании DOW (DOW Building Solutions) – поставлять их не только в регионы России, но и заказчикам в Белоруссии, Казахстане и Украине.

Благодаря этому проекту компания DOW становится первой из международных производителей теплоизоляции XPS, инвестирующей в производство в России. Для Dow такое решение – логичный шаг, продолжающий 10-летние традиции успеха на российском рынке, традиции успешных отношений с заказчиками и развития рынка в целом.

Подразделение DOW Building Solutions – DOW «Комплексные строительные решения» – это новое лицо бизнеса, который стремится предлагать заказчикам и дистрибьюторам наиболее полную гамму материалов и решений, производимых под маркой компании DOW:

- изоляционные плиты STYROFOAM;
- геотекстильные и диффузионные мембраны;
- полиуретановый клей для установки изоляционных панелей, в том числе в подземных частях зданий;
- линейка строительных монтажных пен.

## Изоляция плоских кровель

### Инверсионная система

Конструкция инверсионной кровли, разработанная в начале 50-х гг. в США компанией DOW, за 50 лет подтвердила свою состоятельность. По настоящее время в Европе было использовано более 60 млн м<sup>2</sup> плит STYROFOAM.

В плоских кровлях обычной конструкции теплоизоляция располагается под гидроизоляционным слоем поверх плит покрытия. При этом гидроизоляционный слой подвергается:

- большому перепаду температур;
- многократному замораживанию-оттаиванию;

- воздействию ультрафиолетового излучения и механических воздействий.

Кроме того, необходим пароизолирующий слой между строительным перекрытием и теплоизоляцией во избежание конденсации и вспучивания мембраны.



Рис. 1. В инверсионной кровле слой теплоизоляции располагается поверх гидроизоляции

Концепция инверсионной кровли позволяет преодолеть эти проблемы путем размещения теплоизоляции STYROFOAM поверх гидроизоляционной мембраны (рис. 1), поддерживая этим ее температуру на постоянном уровне, близком к температуре внутри здания.

Кроме защиты мембраны от вышеуказанных воздействий и, как следствие, увеличения срока ее службы концепция инверсионной кровли имеет дополнительные преимущества:

- значительно снижается зависимость от погодных условий: после укладки гидроизоляции плиты STYROFOAM и последующие слои могут укладываться при плохих погодных условиях, что снижает риск задержки строительства;
- изоляционные плиты обеспечивают повышенную механическую защиту мембраны в случаях, когда плоские кровли используются в качестве террасы, автостоянки, устройства зеленых кровельных садов как в период строительства, так и после принятия в эксплуатацию;
- поскольку изоляционные плиты укладываются без закрепления, их можно легко поднимать и заменять/применять заново в случае использования кровли для других целей или реконструкции здания.

### Традиционная система

2005 г. ознаменовал все более растущий интерес заказчиков и кровельных подрядчиков к применению экструдированного пенополистирола при изоляции традиционных кровель, в том числе поверх профилированного стального настила (рис. 2). Преимущества применения плит STYROFOAM в данном типе кровли:

- в 2–4 раза легче и в 3–5 раз прочнее, чем изоляция из минерального волокна; кроме того, теплоэффективность STYROFOAM на 50–60% выше;
- укладка изоляционных плит не зависит от погодных условий;
- соединение плит «в четверть» позволяет избежать мостиков холода, которые возникают при небрежности в укладке изоляции и могут приводить к выпадению конденсата;
- эксплуатация кровли с изоляцией STYROFOAM существенно проще и дешевле – можно не беспокоиться, что плиты наберут влагу в случае повреждения гидроизоляционной мембраны, а значит, не потребуется их замена;



Рис. 2. Теплоизоляция кровель традиционной конструкции

- также не будет сложности, если со временем потребуется установить на крыше какое-либо оборудование. Необходимо только защитить мембрану, а прочность изоляционных плит позволит сохранить геометрию и теплофизические свойства кровли;
- весьма малое влагопоглощение, в том числе при диффузии, плитами STYROFOAM при комбинации с мембраной с достаточным уровнем паропроницаемости, например ПВХ «Алькороплан», позволяет отказаться от применения пароизоляции, что также ведет к удешевлению данного решения;

- высокий предел огнестойкости плит (Г1) позволяет изолировать существенно большие площади кровель, чем при применении изоляции из вспененного (шарикового) пенополистирола (ГЗ–Г4).

### Изоляция скатных кровель

Скатная кровля является одним из самых распространенных типов крыш жилых зданий. Она обеспечивает воздушный объем и помещение, которое может быть приспособлено для определенных нужд.

Основным требованием при строительстве качественного жилого помещения является эффективная теплоизоляция, обеспечивающая сведение к минимуму потери тепла через крышу, предоставляющая достаточный уровень комфорта для проживающих и препятствующая поверхностной конденсации.

Для того чтобы предотвратить образование мостиков холода, изоляционный слой не должен прерываться. Это может быть достигнуто путем укладки теплоизоляции STYROFOAM поверх стропил (рис. 3).



Рис. 3. Теплоизоляция скатных кровель

Такая конструкция кровли позволяет проектировать мансарды так, чтобы деревянные конструкции (стропила) были видны изнутри. В этом случае деревянный настил (обшивка из досок) укладывается поверх стропил и является также внутренней отделкой.

Текстильная диффузионная мембрана ROOFMATE™ VP-N, укладываемая на обшивку из досок, действует как гидроизоляционный подстилающий слой и укладывается под изоляционными плитами с теплоизоляции.

### Изоляция стен

Современные требования к изоляции внешних стен зданий согласно СП 23-101-2004 «Проектирование тепловой защиты зданий» привносят новые тенденции в конструктивные решения стенового заполнения для повышения энергосбережения и комфорта проживания.

Одним из вариантов, наиболее полно удовлетворяющим вышеизложенным требованиям, является конструкция трехслойной стены, где внутренняя (несущая) часть может быть выполнена из кирпича, бетонных или газобетонных блоков, дерева и т. д., наружная часть (самонесущая) – из облицо-

вочного кирпича и т. д., а теплоизоляция стен достигается установкой изоляционных плит STYROFOAM необходимой толщины между несущей стеной и облицовкой (рис. 4).



Рис. 4. Теплоизоляция стен

При этом за счет высоких изоляционных свойств плит STYROFOAM достигается значительное уменьшение общей толщины стены, как следствие, фундаментов, что приводит к экономии как на материалах, так и на трудозатратах. Традиционно в качестве изоляционного слоя в данной конструкции стен применяют минераловатные плиты или пенопласт, долговечность и теплоизоляционные свойства которых сильно зависят от влажности. Так, при увеличении влажности этих типов теплоизоляционных материалов на 1% коэффициент их теплопроводности ухудшается на 4–6%. В процессе доставки, хранения, установки и эксплуатации вероятно увеличение влажности материалов выше расчетной, что может привести к значительной потере ими теплоизоляционных свойств. Поэтому со стороны несущей стены перед теплоизоляцией выполняют пароизоляционный слой, а для «проветривания» изоляции между ней и облицовкой должен быть обеспечен сплошной воздушный зазор, что значительно усложняет конструкцию стены и требует особой тщательности при выполнении работ.

Применение в трехслойных стенах плит STYROFOAM позволяет эффективно решить вышеуказанные проблемы как с точки зрения достижения теплового комфорта внутри здания, так и повышения долговечности конструкций.

### Изоляция подземных частей зданий

Рост стоимости строительства и цен на землю вынуждает застройщиков и архитекторов рассматривать подземные части здания как полезные площади или даже как жилые помещения.

Для создания комфортного климата в помещениях, граничащих с грунтом, со-

кращения энергопотребления и предотвращения конденсации они должны иметь теплоизоляцию (рис. 5).

Изоляционные плиты STYROFOAM, установленные поверх гидроизоляции (водонепроницаемая мембрана или обмазочный битум) и окружающие всю несущую конструкцию здания, выполняют две функции:

- создают тепловой комфорт внутри помещения;
- защищают гидроизоляцию от механических повреждений.



Рис. 5. Теплоизоляция подземной части здания

Для установки изоляционных плит лучше использовать полиуретановый клеящий состав INSTA-STIK™ – новый продукт в номенклатуре материалов для строительства. Простота, экономичность и прекрасные адгезионные свойства клея позволяют выполнить изоляцию подвала даже непрофессионалу.

Следуя высоким экологическим стандартам защиты окружающей среды, компания Dow перевела все европейские заводы на более чистую технологию вспенивания на углекислом газе (CO<sub>2</sub>), что соответствует самым требовательным мировым стандартам.

Начиная с 2003 г. на российский рынок поставляются только материалы на основе CO<sub>2</sub>, маркированные буквой А.

Изоляционные плиты STYROFOAM будут производиться на российском заводе по экологически чистой технологии.

### Хотите узнать больше?

Приходите на выставку МосБилд-2006  
4–7 апреля, Экспоцентр,  
пав. Форум, стенд 401.

™ – торговая марка The DOW Chemical Co.

Более подробно о применениях STYROFOAM можно узнать на сайте [WWW.STYROFOAM.RU](http://WWW.STYROFOAM.RU) или обратившись в региональное представительство компании DOW Chemical  
Тел.: (495) 258-5690,  
Факс: (495) 258-5691/92

Отдел Комплексных Строительных Решений

НОВОСТИ КОМПАНИЙ

**Начал работу Общественный совет по разработке технической документации**

В конце января в Москве состоялось первое учредительное заседание Общественного совета по разработке нормативно-технической документации по сухим строительным смесям, в котором приняли участие представители 36 фирм — производителей сухих строительных смесей, ведущих научных организаций и вузов России. Предложение о создании совета было высказано в ходе общественных слушаний по разработке нормативно-технической документации по сухим строительным смесям, проходивших в рамках Российской недели сухих строительных смесей в Москве в ноябре 2005 г.

На заседании было принято решение об учреждении Общественного совета в качестве консультативно-со-

вещательного органа, формируемого на добровольной основе из числа специалистов предприятий — производителей ССС, вузов, научных, строительных и проектных организаций, прочих предприятий, работающих в области ССС.

Было утверждено Положение об Общественном совете, в котором были сформулированы задачи, стоящие перед новой организацией. Для повышения качества процедуры утверждения и согласования национальных стандартов Общественный совет обратился к Техническому комитету № 465 «Строительство» с просьбой ввести Экспертную группу совета в состав Технического комитета в качестве рабочей группы по сухим строительным смесям.

По сообщению  
Общественного совета по разработке  
нормативно-технической документации

**Всемирная организация интеллектуальной собственности (ВОИС) подвела итоги за 2005 г.**

В 2005 г. ВОИС получила рекордное число международных заявок на регистрацию товарных знаков — 33565 в соответствии с Мадридской системой международной регистрации товарных знаков. Это составляет рост на 13,9 % по сравнению с показателями 2004 г. Германия 13-й год подряд становится лидером среди ведущих стран в плане подачи заявок. Из этой страны было подано 5802 заявки (17,3 % от общего числа), за ней следует Франция — 3497 заявок (10,4 %), США — 2847 (8,5 %), Италия — 2340 (8 %), страны Бенилюкса — 2426 (7,2 %), Швейцария — 2235 (6,7 %), Европейское сообщество — 1852 (5,5 %) и Китай — 134 (4 %). Эти цифры относятся к международным заявкам, поданным через ведомства по товарным знакам соответствующих государств.

Количество заявок из развивающихся стран по сравнению с 2004 г. увеличилось на 30,6 %. Список пользователей возглавляет Китай, который опередил Швейцарию как наиболее часто указываемая страна в заявках на регистрацию товарных знаков. Международные заявки из развивающихся стран составили 5,3 % от общего числа заявок, поданных в 2005 г. Лидерами из этих стран являются: Китай (1334 заявки), Республика Корея (148), Сингапур (137), Марокко (66), Вьетнам (34), Иран (31).

К концу 2005 г. в международном реестре действовало около 450039 международных регистраций товарных знаков, содержащих 5,1 млн активных указаний, принадлежащих более чем 150 тыс. различным владельцам товарных знаков.

По материалам пресс-службы ВОИС

**Новая разработка компании «Новбытхим»**

Специалистами компании «Новбытхим» (Санкт-Петербург) разработано устройство для измельчения пигментов. Обычно на производстве для приготовления красок используется бисерная мельница. Это было взято за основу при создании нового устройства. Оно также предполагает присутствие бисера. Однако принцип его работы здесь в отличие от классической вертикальной бисерной мельницы несколько иной. В конструкции используется так называемая корзина, заполненная мелющими телами (стеклянными шариками), которая погружена в рабочую среду. Именно эта рабочая

часть обеспечивает многократное прохождение пигментной пасты через камеру с мелющими телами.

Технологический переход с цвета на цвет не требует много времени и трудозатрат, устройство гибко вписывается в любую технологическую линию, может использоваться в непрерывных производственных процессах, поскольку снабжено рубашкой, куда подается водяное охлаждение. Электронный блок автоматики с двумя концевыми выключателями контролирует заданный режим работы установки, обеспечивает ее безопасность.

По материалам компании «Новбытхим»

**Компания Degussa продает строительно-химический бизнес**

Компания BASF (Людвигсхафен, Германия) достигла соглашения о приобретении бизнеса продуктов строительной химии с компанией Degussa AG (Дюссельдорф, Германия). Эта сделка оценивается в 2,8 млрд евро. Совершение этой сделки ожидается к середине 2006 г.

Объем продаж подразделения строительной химии Degussa в финансовом 2004 г. составил около 1,8 млрд евро. Это подразделение продвигает приблизительно

40 тыс. продуктов во всем мире и состоит из двух секторов — Admixture Systems и Constructions Systems. Бизнес-подразделения Admixture Systems предлагают продукты и системные решения для производства бетона, а Constructions Systems — строительные системы, фасадные системы, покрытия пола и др.

По материалам  
пресс-службы компании Degussa

НОВОСТИ КОМПАНИЙ

**Успехи белорусских цементников**

Производственное республиканское унитарное предприятие «Белорусский цементный завод» (БЦЗ г. Костюковичи, Могилевская область) в январе—феврале 2006 г. увеличило производство высококачественных марок (М500Д0, М500Д20, М550, М500Д0Н) цемента на 14,5% до 85,5 тыс. т. На предприятии всего выпущено 7,8 тыс. т тарированного цемента. Также за январь — февраль произведено 9,6 тыс. т извести на Климовичском производстве, входящем в состав БЦЗ, что на 40% больше, чем за аналогичный период прошлого года. Цемент в общем объеме производства составил 93,5%.

По материалам Посольства Республики Беларусь в РФ

**Рост поставок продукции БелАЗа**

РУПП «Белорусский автомобильный завод» в 2005 г. увеличил выпуск землевозов в 1,25 раза к уровню 2004 г. При этом основную часть производства составили новые высокопроизводительные модели землевозов. Для возрастающих потребностей горнодобывающей промышленности в 2005 г. был разработан и изготовлен один из самых больших в мире землевозов БелАЗ-75600

грузоподъемностью 320 т. Основная часть продукции БелАЗа в 2005 г. — 65,8 % поставлялась в Россию, 16,5 % — в другие страны СНГ, 13,4 % было реализовано в странах дальнего зарубежья, что на 30 % больше, чем в 2004 г. Большой интерес у потребителей вызывают модели землевозов грузоподъемностью 55, 90 и 130 т. Производственное объединение «БелАЗ» является одним из восьми мировых производителей автомобилей этого вида.

По материалам ПО «БелАЗ»

**Киргизия снова станет выпускать цемент**

В Кыргызстане начала работу казахстанская компания «Караганда АсбестЦемент», оформившая покупку Курментинского цементного завода в Иссык-Кульской области. В настоящее время предприятие обеспечивает постоянной работой около 300 человек. После запуска в текущем году третьей технологической линии к имеющимся двум численность работников завода возрастет до 600.

Завод по производству цемента предполагается восстановить в полном объеме до конца 2006 г. На эти цели будет

затрачено около 2 млн USD. В 2007—2008 гг. предприятие планирует выпускать до 300 тыс. т цемента в год марок 500, 550 и 600 в год. Для нужд предприятия будет использоваться преимущественно местное сырье. Завод имеет собственные карьеры глины и известняка. Отдельные компоненты, в частности, металлический окатыш, будут поставляться из Казахстана. Продукция завода будет востребована в Иссык-Кульской и Нарынской областях Кыргызстана, а также в Алматинской области Казахстана.

По материалам АО НК «Казинформ»

**Новое производство базальтовой теплоизоляции в Казахстане**

ТОО «Азия Керама» построит в Кустанае (Казахстан) завод по производству утеплителя из базальтового волокна стоимостью 32,4 млн USD. Ввод в эксплуатацию завода мощностью 20 тыс. т продукции в год намечен на вторую половину 2007 г. «Азия Керама» вложит в строительство 8 млн USD собственных средств, остальную сумму компания привлечет в виде кредита «Казкоммерцбанка».

Выбор Кустаная для строительства завода обусловлен наличием на территории Аулиекольского района области базальтового месторождения. Начать добычу на месторождении компания планирует уже в текущем году. Объем добычи базальта для нужд завода составит 24 тыс. т в год.

При производстве минераловатного утеплителя завод будет использовать 65% базальта, 29% доломита, поставляемого Алексеевским ГОКом (Акмолинская область), а также более 1 тыс. т связующих добавок, поставляющихся из России.

По материалам агентства «ИНФОлайн»

**В Новосибирске создан пылесос, способный убирать цемент и бетон**

Специалисты научно-производственного предприятия «Вортэкс» (Новосибирск) разработали новую модель промышленного пылесоса. Модель предназначена для очистки производственных помещений от цементно-бетонной пыли и строительного мусора. В основе конструкции пылесоса лежит разработанная ранее новосибирскими инженерами уникальная водно-воздушная вихревая камера, способная справляться с большим количеством промышленных загрязнений. Промышленные пылесосы с такой камерой уже много лет очищают производственные по-

мещения от пыли, песка, битого стекла, опилок, пролитых жидкостей и даже радиоактивной пыли. Однако проблема уборки цементно-бетонной пыли до последнего времени оставалась нерешенной. В настоящее время после длительных исследований и инженерной доработки водно-воздушной вихревой камеры запущена в производство новая серия промышленных пылесосов «Вортэкс-300М». Они могут справляться с большим объемом цементно-бетонных загрязнений без снижения всасывающей способности пылесоса в процессе работы.

По материалам ООО «Вортэкс»



# СТРОЙСИБ-2006



10 февраля на Сибирской ярмарке завершила работу Первая строительная неделя Международной выставки Стройсиб-2006. Тематические разделы выставки: «Проектирование», «Строительство», «Реконструкция», «Окна», «Двери», «Стекло», «Кровля», «Фасады», «Изоляционные материалы». Общая площадь выставки составила 11 тыс. м<sup>2</sup>, площадь экспозиции – 5 250 м<sup>2</sup>.

В официальной церемонии открытия приняли участие: В. А. Толоконский, губернатор Новосибирской области, В.Ф. Городецкий, мэр Новосибирска, В.И.Кульков, заместитель председателя исполнительного комитета МА «Сибирское соглашение», г-н Михаэль Грау, генеральный консул Республики Германия в Новосибирске. Все они отметили позитивное влияние, которое оказывает выставка на развитие строительной отрасли в городе и Сибирском регионе.

Наиболее представительными выглядели разделы «Окна» и «Двери». Экспоненты этих направлений представили не только различные по типу, виду и форме конструкции: деревянные, алюминиевые, пластиковые, комбинированные – деревоалюминиевые, металлопластиковые, но и большое количество оборудования для их производства.

Широко были представлены все виды кровельных и изоляционных материалов. Свои разработки в этой области демонстрировали фирмы «Сан-Гобен Извер» (Москва), «Урса Евразия» (Санкт-Петербург), «Базалит» (Хабаровск), «Гекса» (Новосибирск), «Омсккровля» (Омск) и др. Большой интерес у посетителей-специалистов вызывает оборудование для производ-

ное заседание окружной рабочей группы, координационного совета по архитектуре, строительству МА «Сибирское соглашение» и правления Союза строителей Сибири. Главной его темой стало обсуждение вопросов по созданию в регионе рынка доступного жилья: законодательного стимулирования градостроительства, ипотеки, современных строительных и архитектурных технологий, стройиндустрии, развития современной городской среды. Одним из важнейших событий деловой программы выставки стал круглый стол, на котором обсуждались концептуальные основы генерального плана Новосибирска. В концепции были обозначены основные параметры градостроительного развития Новосибирска до 2030 г. с выделением первой очереди – до 2015 г.

ОАО «Военпроект-12», ООО «КУБ-Сибирь», ООО «Фирма КУБ» (Москва) и исполнительная дирекция Союза строителей Сибири провели презентацию конструктивной системы жилых и гражданских зданий системы «КУБ 2.5». Основным элементом системы является безригельный каркас. Он позволяет возводить несущие каркасы объектов в сборном и сборномонолитном исполнении. Строи-



Церемония открытия Первой строительной недели Международной выставки Стройсиб-2006

ства строительных материалов. Это направление было представлено на стендах компаний «ИНТА-Строй» (Омск), «Строммашина» (Самара), «MASA» (Германия), «Теквилл» (Финляндия).

Среди фирм – участниц выставки, занимающихся разработкой и производством различных видов защитных материалов, добавок, дебютантом выступила компания «Бия-Хим» (г. Бийск). Она объединяет несколько предприятий, специализирующихся на разработке, производстве и реализации высокотехнологичных материалов для строительной, нефтегазодобывающей и металлургической промышленности. Выпускаемые этой компанией сухие смеси марки Бийтрон Ф, используемые в качестве добавок на стадии приготовления бетона или цементно-песчаного раствора, позволяют повысить водонепроницаемость, морозостойкость, агрессивностойкость материалов, которые применяются при строительстве новых и ремонте старых сооружений, подвергающихся воздействию воды и агрессивных жидкостей, в том числе находящихся под повышенным давлением: насосные станции, плотины, туннели, все виды подземных сооружений.

Очень насыщенной была деловая программа Первой строительной недели Стройсиб-2006. В первый день работы выставки состоялось совмест-



Дебютант Стройсиб-2006 – компания «Бия-Хим» (г. Бийск, Республика Алтай)



ООО «ИНТА-Строй» (Омск) предлагает органический пеноконцентрат для приготовления технологической пены в производстве пенобетона, изготовляемый из белкосодержащего сырья, в частности рогов и копыт



Природный, проверенный веками герметизирующий материал лен

тельная система уже получила признание и распространение в различных регионах, в том числе в Сибири и на Дальнем Востоке.

Участники круглого стола «Свайные фундаменты в условиях плотной городской застройки», организатором которого стала секция строительства нулевых циклов Союза строителей Сибири, отметили необходимость дальнейшей разработки методических рекомендаций для проектировщиков по проектированию и области применения различных технологий устройства свайных фундаментов; также было решено повысить требования к уровню инженерно-геологической информации.

Вопросы реконструкции и усиления зданий и сооружений обсуждались на 11-й Сибирской конференции по железобетону, организованной Обществом железобетонщиков Сибири и Урала, Союзом строителей Сибири, Новосибирским государственным архитектурно-строительным университетом.

Не менее интересными стали для участников и посетителей вы-

ставки презентация «Дешевый комфортный дом из ячеистого бетона» (фирма «Силикон» и Ассоциация строителей и инвесторов Новосибирска и Новосибирской области), презентация технологии ТЭНСИЛЭНД безопалубочного производства плит пустотного настила (ОАО «Бердский строительный трест»), конференция «Добавки для бетонов. Мировые тенденции развития» (компания «Бенотех», Новосибирск). Всего за время работы выставки было проведено около двадцати различных мероприятий.

Работа первой недели выставки Стройсиб-2006 завершилась вручением наград победителям конкурса Золотая медаль Сибирской ярмарки.



Современный герметизирующий материал силикон



Сотрудники редакции испытали прочность закаленного стекла, выпускаемого Челябинским заводом современного стекла



НПФ «Вермикулит-Сервис» (Омск) производит защитные покрытия, выдерживающие открытое пламя

Обладателями Большой золотой медали стали:

- в номинации «Строительные конструкции» — ОАО «Томская домостроительная компания», за разработку, освоение производства и строительство жилых зданий повышенной этажности;
- в номинации «Стеновые и ограждающие конструкции» — ЗАО «Геалан-Сибирь» (Новосибирск), за освоение ПВХ-профилей системы GEALAN;
- в номинации «Эффективные утеплители» — ОАО «ТИЗОЛ» (г. Нижняя Тура, Свердловская обл.), за разработку и внедрение эффективных теплоизоляционных материалов многофункционального назначения;
- в номинации «Новые технологии в строительстве» — ОАО «ТИЗОЛ» (г. Нижняя Тура, Свердловская обл.), за выпуск комбинированного огнезащитного покрытия «ET Vent» для огнезащиты воздуховодов.

За большой вклад в производство строительных материалов, изделий и конструкций «Гран-при Стройсиб-2006» жюри присудило группе компаний «Профиль», Новосибирск. Также были вручены малые золотые медали и дипломы Сибирской ярмарки. Сорок экспонентов получили дипломы. Всего в выставке 2006 г. приняли участие 350 компаний.

Д. ван ЭЛТЕН, инженер, президент компании Eltomation BV (Голландия)

## Плиты EltoBoard – перспективный материал для строительства

В настоящее время в практике строительства используются различные виды материалов на основе древесной стружки и вяжущих материалов. Основные три вида древесно-цементных материалов были разработаны в следующей последовательности – цементный фибролит, цементно-стружечная плита и EltoBoard (рис. 1).

*Цементный фибролит*, или *Wood Wool Cement Board (WWCB)* создан в 1910 г. и в настоящее время находит наибольшее применение среди материалов этой группы. Его средняя плотность около 400 кг/м<sup>3</sup>.

*Цементно-стружечная плита (ЦСП)*, или *Cement Bonded Particle Board (CBPB)* со средней плотностью 1250–1400 кг/м<sup>3</sup> была изобретена в 70-х гг. XX в. Большинство разработок в области оптимизации свойств и технологии производства этого вида плит сделано в странах Западной Европы.

В Японии технологии производства плит ЦСП получили свое развитие благодаря хорошим показателям огнестойкости. Высокий риск возникновения пожаров после землетрясений, которые часты в Японии, требует применения огнестойких фасадных конструкций. В настоящее время 25% всех деревянных фасадов заменены на огнестойкие рельефные окрашенные конструкции из ЦСП.

*Плита EltoBoard* разработана в 2002 г. и представляет собой продукт на основе минерального вяжущего со средней плотностью 1100 кг/м<sup>3</sup> (запатентован). В настоящее время плиты *EltoBoard* производятся в Боснии на деревообрабатывающем предприятии «Krivaja».

В ближайшем будущем заводы по производству плит EltoBoard будут запущены в России, Китае и Малайзии.

### Цементно-фибrolитовая плита высокой плотности (HD-WWCB)

До разработки плиты EltoBoard с современными показателями плотности и прочности была известна цементно-фибrolитовая плита высокой плотности до 900 кг/м<sup>3</sup>. Она изобретена в 90-х годах XX в. в научно-исследовательском институте леса на Филиппинах.

Для производства HD-WWCB используется древесная шерсть обычного размера длиной 200–500 мм, шириной 2–5 мм и толщиной 0,3–0,5 мм. Следует отметить, что более низкая плотность и увеличенные допуски по толщине явились следствием отсутствия автоматизации процесса производства на Филиппинах. Однако несмотря на эти недостатки, другие характеристики отвечали высоким требованиям, и плиты широко использовались для

различных целей, в том числе для строительства домов на деревянных каркасах.

HD-WWCB могут успешно применяться в конструкциях в натуральном или окрашенном виде для:

- обшивки внешних и внутренних стен;
- потолков;
- полов и перекрытий;
- устройства крыши;
- изготовления мебели, дверей и др.

### EltoBoard

При производстве плит EltoBoard по технологии компании Eltomation BV используется древесная шерсть с более широкой (3–10 мм) и тонкой (0,15–0,3 мм) стружкой. Формование плит происходит при давлении 10 кг/см<sup>2</sup> на автоматизированных заводах. Поэтому изделия получают намного более прочными при средней плотности около 1100 кг/м<sup>3</sup> и с минимальными отклонениями по толщине.

Такие плиты по свойствам и областям применения намного ближе к ЦСП, чем к цементному фибролиту, но EltoBoard имеет несколько преимуществ. При производстве ЦСП мелкая стружка беспорядочно располагается в массе. В материале EltoBoard прочная и тонкая древесная стружка, срезанная параллельно волокнам древесины, располагается в основном параллельно плос-



Рис. 1.



Рис. 2.

кости плиты. Плотность материала на 20% меньше, чем ЦСП, но прочность при изгибе в два раза выше.

Другие важные для строительства свойства EltoBoard:

- более высокое сопротивление при выдергивании шурупов;
- меньшая степень набухания во влажной среде;
- гвоздимость без необходимости предварительного сверления.

**Технология производства**

Высокоплотные ЦСП формируются на стальных поддонах, которые штабелируются и выдерживаются под давлением на этапе схватывания цемента.

Цементный фибролит и EltoBoard укладываются на более легкие фанерные поддоны и выдерживаются при более низком давлении. Таким образом, цементный фибролит и EltoBoard можно производить на одном заводе, но для производства последнего необходим дополнительно зажимающий пресс (рис. 2). Инвестиции в такой завод намного ниже, а достигаемая производительность выше, чем на заводе ЦСП.

Плиты EltoBoard прошли испытания в Московском государственном университете леса. Поскольку пока не отработаны методики испытаний для этих плит, тесты были

Наименование показателя	ГОСТ, по которому проводились испытания	Норма для плит марок ЦСП-1 и ЦСП-2	Среднее полученное значение для плит EltoBoard
Плотность, кг/м <sup>3</sup>	ГОСТ 26816-86	1100–1400	1130
Влажность, %	ГОСТ 26816-86	6–12	10,46
Предел прочности при изгибе, МПа, не менее, для толщины 8–16 мм	ГОСТ 26816-86	9–12	20,31
Твердость, МПа	ГОСТ 11843-76	45–65	42,6
Ударная вязкость, Дж/м <sup>2</sup> , не менее	ГОСТ 11843-76	1800	1720
Удельное сопротивление выдергиванию шурупов из пластин, Н/м	ГОСТ 10637-78	40–70	76,83
Теплопроводность, Вт/(м·К)		0,26	0,21
Морозостойкость (снижение прочности при изгибе после 50 циклов), %, не более	ГОСТ 8747-88	10	1,7

выполнены согласно стандартам для ЦСП, которые близки к методикам DIN и CEN.

Таким образом, можно сделать вывод, что благодаря более высокой прочности и незначительному увеличению по длине после увлажнения

плиты EltoBoard могут заменить ЦСП, особенно в области устройства полов, фасадов и др.

Специалисты, проводившие натурные испытания плит EltoBoard в США, подтвердили их высокие эксплуатационные качества.



Павильон 7  
Нижний уровень  
Стенд L501



4 - 7 апреля 2006  
Москва, Экспоцентр

**Голландская компания ELTOMATION B.V. поставляет заводы «под ключ» по производству высококачественных Древесно-Цементных Плит:**

**Цементного Фибролита (Wood Wool Cement Board)**

- широкий ассортимент (вкл. двух- и трехслойные «сэндвич» плиты)
- изоляционные и акустические свойства
- производительность заводов 25-165 м<sup>3</sup>/смену
- возможность поставки расширяющихся заводов

**Плит EltoBoard (Wood Strand Cement Board)**

- производится на линии Цементного Фибролита + EltoBoard пресс

**НОВИНКА! Арболит-Фибролит «сэндвич»**  
**НОВИНКА! Линия сборки DUO-TEC для сборных элементов DUO-MASSIV из ЦСП или EltoBoard**

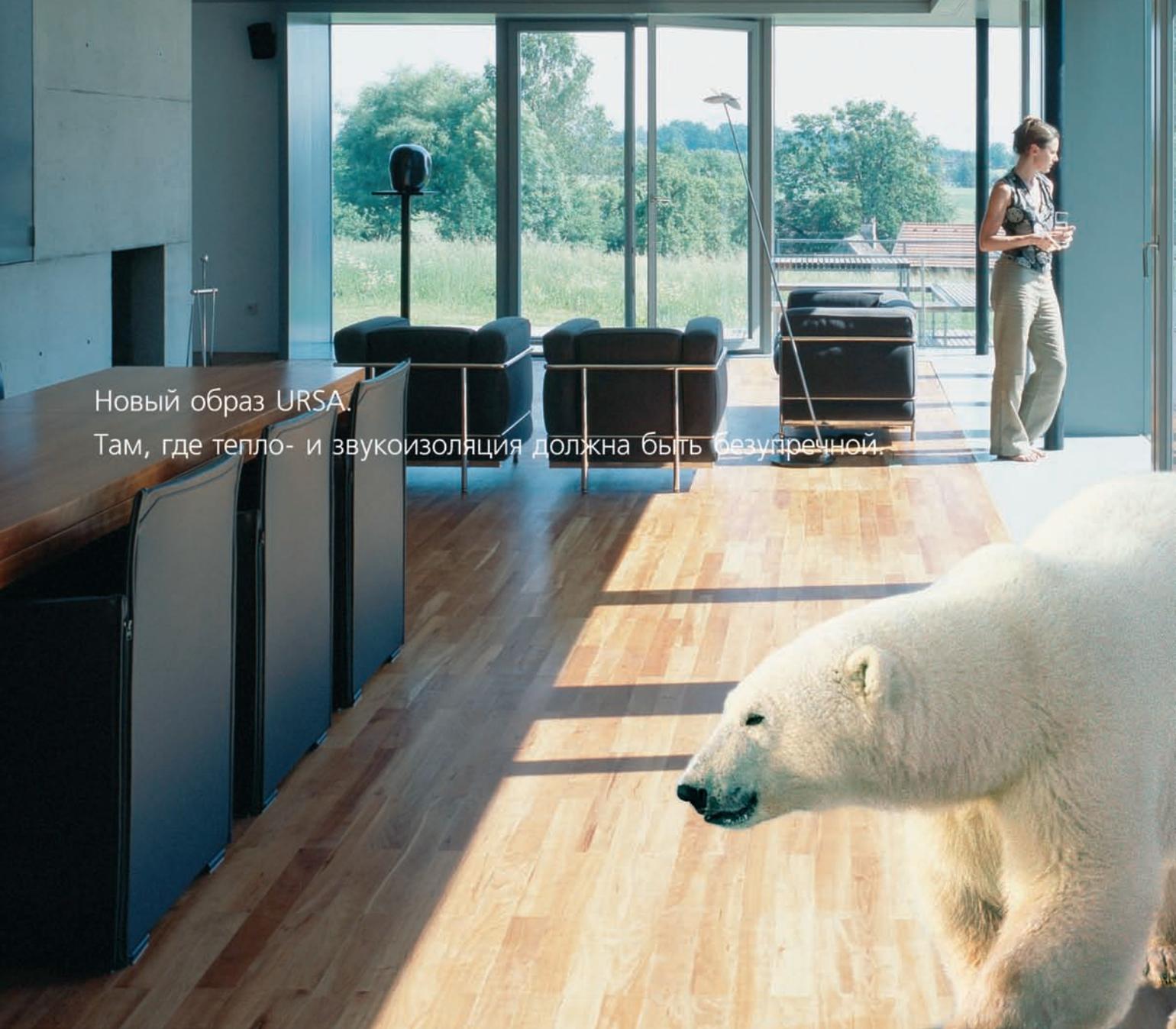
**Мы так же осуществляем модернизацию существующих заводов по производству Цементно-Стружечных Плит (ЦСП) .**



**ELTOMATION BV**, P.O.Box 183, 3780 BD Voorthuizen / Holland  
 phone: +31 342 476353, fax: +31 342 475618 e-mail: info@eltomation.nl, website: www.eltomation.nl

---

"ФИБ -ГРУПП" - дистрибьютор цементного фибролита и EltoBoard; тел: +7 495 785-9147, e-mail: info@fibgroup.ru, www.fibgroup.ru



Новый образ URSA.  
Там, где тепло- и звукоизоляция должна быть безупречной.

Мы всегда рядом.  
Always there.



URSA GLASSWOOL® URSA XPS®

Каждое здание нуждается в собственной идеальной системе теплоизоляции. Для этого необходимо тщательно продуманное решение, способное предохранить здание от воздействия высоких и низких температур, повышенной влажности и шума. URSA, новое громкое имя в области теплоизоляции, предлагает Вам такое решение. Мы работаем во всех странах Европы. Мы внедряем новые технологии. Мы ориентируемся на клиента и его потребности. Мы устанавливаем высокие стандарты качества и обладаем большим опытом. И что особенно ценно - мы всегда рядом. Подробности на [www.ursa.ru](http://www.ursa.ru)

## Экструдированный пенополистирол URSA XPS в инверсионной кровле

Инверсионная кровля – специально разработанное конструктивное решение, которое позволяет использовать крышу зданий и сооружений для устройства парковок, зон отдыха и др. Другим ее достоинством является более продолжительный по сравнению с традиционной кровлей межремонтный срок эксплуатации. Это конструктивное решение уже давно опробовано и востребовано в странах Западной Европы.

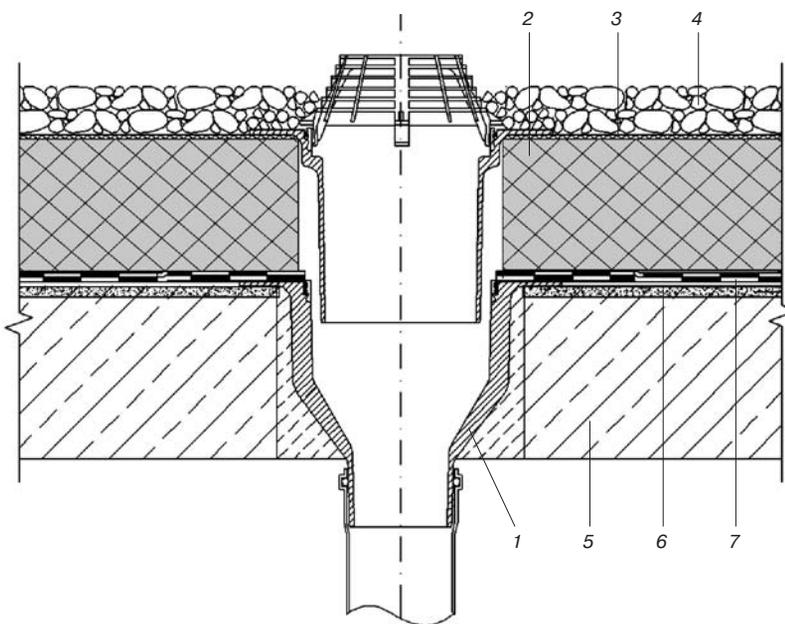
Одно из главных отличий инверсионной кровли от традиционной заключается в том, что утепляющий слой расположен не под гидроизоляционным ковром, а над ним. Такая конструкция позволяет предохранить гидроизоляцию от преждевременного старения и выхода из строя вследствие разрушающего воздействия ультрафиолетовых лучей, резких перепадов температуры, а также механических повреждений. Срок эксплуатации традиционной кровли без ремонта составляет около 5–7 лет, а инверсионной – не менее 30 лет. Разница экономически ощутима. Инверсионная кровля представляет собой многослойную конструкцию, которая состоит из гидроизоляции, теплоизоляции, фильтрующего слоя, дренажно-распределительного слоя и верхнего слоя.

Одним из главных требований к утеплителю в инверсионной кровле является способность материала сохранять высокие прочностные и теплоизоляционные характеристики во влажной среде. В качестве

теплоизоляционного материала, удовлетворяющего этому требованию, используется экструдированный пенополистирол URSA XPS, производимый компанией URSA. Технические характеристики URSA XPS N-III приведены в таблице.

Закрытая пористость URSA XPS и свойства поверхности пенополистирола обеспечивают минимальное водопоглощение. Устойчивость плит URSA XPS к циклическому

перепаду температур обеспечивает высокую (до 500 циклов) морозостойкость без изменения механических и теплоизоляционных свойств. Высокие деформационно-прочностные характеристики плит URSA XPS позволяют воспринимать кратковременную распределенную нагрузку 500 кПа. Материал сохраняет стабильные физико-механические свойства, форму и размеры не менее 50 лет.



**Система инверсионной кровли:** 1 – водоприемная воронка сборная; 2 – URSA XPS; 3 – геотекстиль; 4 – гравийный слой, фракция 16/32 мм; 5 – железобетонная плита покрытия; 6 – цементно-песчаная уклонообразующая стяжка; 7 – гидроизоляционный слой

Технические характеристики	Норматив	Марка URSA XPS N-III
Средняя плотность, кг/м <sup>3</sup>	ГОСТ 15588–86	35
Теплопроводность при 25°C λ <sub>25</sub> , Вт/(м·К)	ГОСТ 7076–99	0,031
Теплопроводность λ <sub>A</sub> , Вт/(м·К)	ГОСТ 7076–99	0,031
Теплопроводность λ <sub>B</sub> , Вт/(м·К)	ГОСТ 7076–99	0,032
Прочность при сжатии при 10% деформации, МПа	ГОСТ 15588–86	0,32
Предел прочности при изгибе, МПа	ГОСТ 15588–86	0,54
Модуль упругости, МПа		12
Водопоглощение за 24 ч, об. %, не более	ГОСТ 15588–86	0,3
Паропроницаемость μ, мг/м·ч·Па	ГОСТ 25898–83	0,015
Капиллярное увлажнение		0
Коэффициент линейного теплового расширения, К <sup>-1</sup>		7×10 <sup>-5</sup>
Группа горючести	ГОСТ 30244–94	Г1
Температура применения, °С		–50 – +75



Укладка утеплителя производится независимо от времени года на сухое и влажное основание (слой гидроизоляции).

Сочетание физико-механических свойств URSA XPS обеспечивает возможность его применения в инверсионных кровлях различного назначения.

Основанием для инверсионной кровли служит ровная поверхность монолитной уклонообразующей стяжки по плитам покрытия или по слою из легкого бетона. Для устройства цементно-песчаной стяжки используют раствор марок 50–100 (с осадкой конуса до 30 мм). Температурно-усадочные швы в монолитной стяжке

рекомендуется выполнять путем про-резки дисковой пилой или установки реек при укладке раствора, которые удаляют после его твердения. Швы заполняют мастиками с последующей односторонней наклейкой на шов полосок рулонного материала шириной 150 мм. Укладку стяжки из цементно-песчаного раствора следует производить полосами шириной не более 3 м, ограниченными рейками, которые служат маяками. Стяжки в покрытиях с несущими плитами длиной 6 м должны быть разрезаны температурно-усадочными швами на участки 3×3 м. При этом швы в стяжках должны располагаться над торцевыми швами несущих плит.

Для обеспечения необходимой адгезии наплавленных рулонных кровельных материалов по всей поверхности основания оно должно быть обработано грунтовочными составами, приготовленными из битума и керосина, или клеящими мастиками типа бутилкаучуковой и др. Грунтовку наносят при помощи окрасочного распылителя или ручную валиком и кистью.

В местах примыкания теплоизоляции к стенам, парапетам, деформационным швам и другим конструктивным элементам должны быть выполнены наклонные (под углом 45°) бортики из легкого бетона, цементно-песчаного раствора высотой в точке примыкания не менее 100 мм. Вертикальные поверхности конструкций, выступающих над кровлей (стенки деформационных швов, парапеты и др.), выполненные из кирпича или блоков, должны быть оштукатурены цементно-песчаным раствором на высоту устройства дополнительного водоизоляционного ковра, но не менее 250 мм.

Перед устройством изоляционных слоев основание должно быть очищено от грязи, на нем не допускаются уступы, борозды и другие неровности.

Инверсионная кровля с применением плит URSA XPS позволяет использовать свою поверхность для различных целей, и обеспечивает надежность и долговечность. Качество продукции URSA XPS постоянно контролируется как производителем, так и независимыми европейскими организациями – институтом «Отто-Граф» в Германии, OFI в Австрии. URSA XPS имеет европейский сертификат качества CE-mark, все необходимые российские сертификаты и техническое свидетельство Госстроя России № TC-07-0896-04.

*По материалам  
ООО «УРСА Евразия»*



**Центральный офис ООО «УРСА Евразия»  
в Санкт-Петербурге**

Телефон: (812) 324-44-88, Факс: (812) 324-44-89

E-mail: [ursa-russia@uralita.com](mailto:ursa-russia@uralita.com)

Internet: [www.ursa.ru](http://www.ursa.ru)

**Представительство ООО «УРСА Евразия» в Москве**

Телефон: (495) 781-25-26

E-mail: [moscow@uralita.com](mailto:moscow@uralita.com)

А.С. БРЫКОВ, канд. хим. наук, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), В.В. НАПСИКОВ, генеральный директор ЗАО «Волховский химический завод», Т.В. АРТЕМЬЕВА, генеральный директор ООО «ВитаХим»

## Гидратированные силикаты натрия – новая продукция ООО «ВитаХим» и Волховского химического завода

Силикаты щелочных металлов (натрия, калия, реже лития) широко применяются в производстве различных строительных и композиционных материалов – красок, клеев, химически стойких, огнеупорных и обычных бетонов, теплоизоляционных материалов и т. д. Среди «нестроительных» областей их применения важнейшими являются производство моющих средств, целлюлозно-бумажная промышленность, водоподготовка и многие другие. Силикаты щелочных металлов являются сырьем для получения различных форм кремнезема и его соединений [1, 2].

По данным на 2002 г., суммарное производство силикатов натрия в наиболее развитых регионах мира – США, Западной Европе и Японии – достигло 3 млн т в год (в пересчете на безводное вещество) [3].

Чаще всего силикаты щелочных металлов производятся и применяются в виде водных растворов, известных как «жидкие стекла». Жидкие стекла представляют собой практически гомогенные растворы, в которых анионная часть представлена в виде кремниевых кислот различной полимерности. Мольное отношение  $\text{SiO}_2$  к  $\text{M}_2\text{O}$  ( $\text{M} = \text{Na}, \text{K}$ ) – силикатный модуль – для жидких стекол находится в пределах 2–4.

Растворы силикатов щелочных металлов обладают вяжущими свойствами: в сочетании с различными материалами они способны отвердевать с образованием прочного силикатного камня. Образующиеся при высыхании жидких стекол пленки имеют высокую адгезию ко многим неорганическим материалам, прежде всего к силикатам и алюмосиликатам, а также к некоторым материалам органического происхождения. Основные направления применения щелочных силикатов в качестве вяжущих материалов представлены на рис. 1.

Использование жидкого стекла в композициях строительного назначения обычно требует отдельного его приобретения, раздельного хранения с прочими компонентами вследствие высокой химической активности; довольно часто жидкое стекло необходимо предварительно разбавлять водой до определенной плотности. Поэтому во многих технологических процессах силикаты щелочных металлов удобнее использовать не в виде растворов, а в виде твердых порошкообразных или гранулированных гидратов, способных растворяться в воде достаточно быстро при обычных условиях. В технике эти материалы известны как гидратированные силикаты натрия (или калия).

В промышленности для получения твердых гидратированных силикатов жидкое стекло с требуемым силикатным модулем обычно высушивают в распылительной сушилке до остаточного содержания влаги 10–20 мас. %. Гидратированные силикаты – это некристаллические гидраты натриевых или калиевых солей низкополимерных кремниевых кислот. В физическом отношении они представляют собой обводненные стекловидные частицы, до некоторой степени сохраняющие структуру раствора [4]. Наличие гидратной воды яв-

ляется причиной того, что гидратированные силикаты достаточно легко растворяются в воде в обычных условиях. Растворение безводных силикатов натрия и калия, напротив, происходит с трудом и требует специального оборудования.

Водные растворы гидратированных силикатов по своим вяжущим свойствам аналогичны жидким стеклам. Вместе с тем по сравнению с последними гидратированные силикаты натрия имеют ряд преимуществ:

- на их основе возможно изготавливать составы, содержащие все необходимые компоненты в виде сухой смеси и готовые к применению после смешивания с водой; такие составы при условии правильного хранения могут иметь неограниченный срок годности;
- гидратированные силикаты более экономичны при транспортировке;
- в отличие от жидких стекол гидратированные силикаты могут эксплуатироваться в широких температурных пределах (жидкие стекла замерзают уже при небольших отрицательных температурах);
- при необходимости из гидратированных силикатов можно легко приготовить жидкое стекло с необходимым модулем и концентрацией непосредственно на месте потребления.

Во всем мире гидратированные силикаты широко используются в производстве строительных растворов, огнеупорных и кислотоупорных материалов, для обмазки сварочных электродов, других изделий и композиций строительного и нестроительного назначения [1, 5, 6]. Оптимальные свойства многих разрабатываемых материалов, применяемых в строительстве, могут быть получены на основе натриевых гидросиликатов с модулем 2–3,5.

Производством гидратированных силикатов занимаются такие известные фирмы, как Henkel, PQ Corporation, Akzo-PQ Silica и другие.



Рис. 1. Области применения силикатов щелочных металлов

В России применение гидратированных силикатов до сих пор имело ограниченный характер из-за отсутствия отечественных производителей этого химического продукта.

В 2005 г. на Волховском химическом заводе (Ленинградская обл.) фирмой «ВитаХим» освоено производство и начат выпуск порошков гидратированных силикатов натрия под торговой маркой «Монасил». Производство порошков осуществляется сушкой натриевого жидкого стекла с модифицирующими добавками на оборудовании для сушки растворов и паст типа «Flash Reactor System» (Италия). Физико-химические характеристики наиболее востребованных видов «Монасила» представлены в таблице и на рис. 2. Необходимо отметить, что характеристики продукта могут варьироваться по согласованию с потребителем.

Гидратированные силикаты натрия марки «Монасил» могут служить вяжущей основой сухих композиций (цементов) для приготовления кислотоупорных замазок, растворов и бетонов.

Базовая рецептура вяжущего для приготовления кислотоупорных материалов включает следующие компоненты, мас. %: молотый кварцевый песок или кварцевая мука (100 мкм) – 75; гексафторосиликат натрия – 5; гидратированный силикат натрия («Монасил Н22» или «Монасил Н28») – 20.

Полученная при смешивании вяжущего и воды образующаяся паста работает в качестве кислотоупорной замазки (обмазки) или как связующий материал для укладки химически стойких материалов (кирпича, плитки). Количество воды, необходимое для получения пасты, составляет примерно 20% от массы сухой смеси. Схватывание пасты происходит в течение 1,5–2 ч. Характеристики образуемого кислотоупорного камня представлены ниже:

Прочность при сжатии (7 сут), МПа ..... до 20  
 Прочность при изгибе (7 сут), МПа ..... 10–20  
 Прочность клеевого соединения керамика-бетон (7–10 сут), МПа ..... 1–1,2  
 Коэффициент кислотостойкости – отношение прочности камня до и после кислотной обработки (7 сут) ..... 0,9–1,1

На основе кислотоупорного вяжущего и заполнителей изготавливают растворы и бетоны, стойкие к действию многих минеральных и органических кислот. Кислотоупорные изделия испытывают и вводят в эксплуатацию через 7–10 сут твердения в обычных условиях.

Смеси, состоящие из огнеупорного заполнителя, отвердителя и гидратированного силиката натрия «Монасил», при смешивании с водой образуют камень, устойчивый к температурам до 800–1000°C; эти системы могут использоваться в качестве огнеупорных обмазок, для изготовления жаростойких бетонов и жаропрочных изделий.

Базовая рецептура смеси для изготовления жаростойких материалов, мас. %: шамот молотый – 20; шамотный заполнитель – 67; нефелиновый шлам молотый (или гексафторосиликат натрия) – 3; гидратированный силикат натрия («Монасил Н28») – 10. Смесь затворяют водой в количестве, необходимом для получения пасты требуемой консистенции. На основе сухих смесей можно изготавливать штучные жаростойкие изделия методом формования или прессования. Характеристики образуемого жаростойкого камня представлены ниже:

Прочность камня при сжатии (7 сут), МПа ..... 20  
 Плотность, г/см<sup>3</sup> ..... 1,6–2  
 Максимальная температура применения, °C ..... 1000  
 Терморазупрочнение – относительное снижение прочности камня после экспозиции 1 ч при 800°C ..... 0,7–0,9

Показатели	«Монасил»	
	Н22	Н28
Внешний вид	Гранулированный порошок белого цвета	
Размер гранул, мм	0,5–1,5	0,5–1,5
Содержание Na <sub>2</sub> O, мас. %	24–29	20–24
Содержание SiO <sub>2</sub> , мас. %	53–58	52–64
Силикатный модуль	1,9–2,5	2,5–3,1
Время растворения, мин	2–15	5–30
Потери при прокаливании, мас. %	13–23	12–28

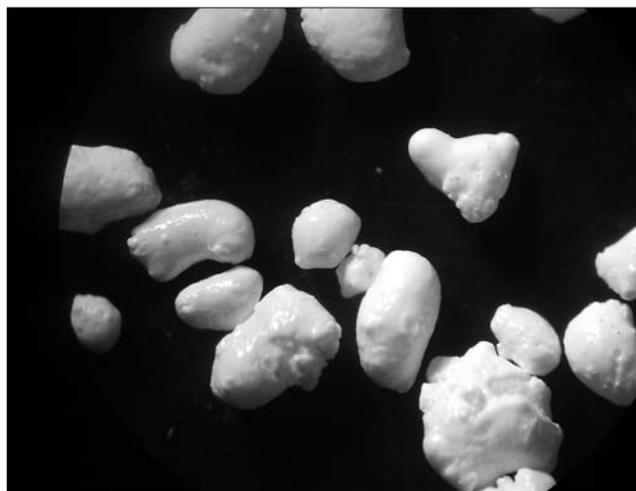


Рис. 2. Частицы гидратированного силиката натрия «Монасил» (×25)

Затворяемые водой сухие кислото- и огнеупорные композиции на основе гидратированных силикатов [7, 8] хорошо зарекомендовали себя при футеровке торкретированием различных технологических поверхностей.

Гидратированные силикаты могут служить основой силикатных лакокрасочных композиций (силикатных красок), применяемых в качестве фасадных отделочных материалов, для создания антикоррозионных и термостойких покрытий по металлу, противопожарных и декоративных покрытий.

Гидратированные силикаты натрия являются ускорителями схватывания и твердения цементных паст и растворных смесей. В цементные композиции щелочные силикаты добавляются в тех случаях, когда необходимо очень быстрое схватывание и быстрый набор начальной прочности (набрызг-бетоны, тампонирующие и штукатурные составы, пенобетоны неавтоклавного твердения и т. д.).

При захоронении радиоактивных и токсичных отходов методом цементирования в цементную композицию вводят гидратированный силикат натрия, который связывает ионы тяжелых многовалентных элементов в нерастворимые соединения; это позволяет существенно сократить их вымывание из цементной матрицы и уменьшает риск попадания токсичных веществ в грунтовые воды [6]. В этой работе представлены данные о влиянии гидратированных силикатов натрия на характеристики цементных паст.

Перспективным может быть применение гидратированных силикатов натрия «Монасил» в бурении нефтеносных и газовых скважин в качестве структурообра-

зователя, крепящей добавки и ингибитора для буровых растворов, а также при централизованном производстве комбинированных силикатных реагентов многофункционального действия для приготовления и обработки буровых технологических жидкостей.

В настоящее время производственные мощности предприятия позволяют выпускать 50 т гидратированного силиката натрия в месяц. В ближайшей перспективе объем производства этого продукта будет увеличен по крайней мере втрое.

Можно полагать, что появление гидратированных силикатов отечественного производства послужит стимулом к развитию у нас в стране разнообразной продукции на их основе.

**Список литературы**

1. Корнеев В.И., Данилов В.В. Жидкое и растворимое стекло. СПб.: Стройиздат. 1996.
2. Vail J.G. Soluble Silicates (ACS Monograph Series), Vols. 1 and 2. Reinold New York. 1952.
3. CEH Marketing Research Report. Silicates and Silicas / D.H. Lauriente, Y. Sakuma. Chemical Economics Handbook – SRI International. 2002.
4. Dent Glasser L.S., Lee C.K. J. Appl. Cem. Biotechnol. 1971. V. 21. P. 127–133.
5. Брыков А.С., Корнеев В.И. Цемент и его применение. 2000. Вып. 2. С. 33–35.
6. Larosa-Tompson J., Gill P., Scheetz B.E., Silsbee M.R. // Proceed. 10th Int. Cong. Chem. Cem. (Gothenburg). 1997. V. 3. 3iii024 (8pp).
7. Пат. US 4227932, C04B19/4, оп. 14.10.1980. Single component potassium silicate cement for dry gunning.
8. Пат. US 4597796, C04B19/4, оп. 1.07.1984. One-component alkali metal silicate cement composition.

**МОНАСИЛ**  
гидратированный силикат натрия

Впервые в России  
жидкое стекло

в сухом виде и в гранулах

ООО "ВитаХим"

ЗАО "Волховский химический завод"  
187400 Ленинградская обл., г. Волхов  
Волховский пр., 17  
тел.: (81363)28-008, 26-921, 27-927  
www.nevolux.ru nevo@lens.spb.ru

**Консит-А**

**Разрабатываем и поставляем:**

- вибрационные сита и грохоты;
- вибрационные смесители;
- многокомпонентные дозаторы;
- винтовые питатели;
- вибрационные сушилки;
- вибрационные питатели;
- электромагнитные питатели;
- ленточные элеваторы;
- фасовочное оборудование.

Осуществляем комплектные поставки заводов по производству сухих строительных смесей с автоматизированными системами управления на базе PLC и PC.

Москва, ул. Люсиновская, д.35, оф. 504, 514  
тел: (495) 236-04-16,  
т/факс: 239-40-54  
mail: info@consit.ru;  
url: www.consit-a.ru.



<http://www.aquastop.ru>

**Организаторы:**

Академический научно-технический центр «АЛИТ»



ЗАО «Балтэкспо»



**При поддержке:**

Правительства Санкт-Петербурга



Правительства Ленинградской области



МЕЖДУНАРОДНЫЙ СТРОИТЕЛЬНЫЙ ФОРУМ

3-Я МЕЖДУНАРОДНАЯ НАУЧНО - ТЕХНИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ

# ГИДРОИЗОЛЯЦИОННЫЕ И КРОВЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

**18-19 апреля 2006**

**Санкт-Петербург  
ЛЕНЭКСПО  
6 павильон**

Адрес оргкомитета: Россия, 190068  
Санкт-Петербург  
а/я 597  
Тел. в Москве: +7 (495) 580 54 36  
Тел. в СПб: +7 (812) 380 65 72  
703 71 85  
335 09 91  
Факс: +7 (812) 335 09 92





**6 - 9 февраля 2007**

ПРОЕКТИРОВАНИЕ. СТРОИТЕЛЬСТВО. РЕКОНСТРУКЦИЯ. ОКНА. ДВЕРИ  
СТЕКЛО. КРОВЛЯ. ФАСАДЫ. ИЗОЛЯЦИЯ

# СТРОЙСИБ

МЕЖДУНАРОДНЫЙ СТРОИТЕЛЬНЫЙ ФОРУМ

**20 - 23 февраля 2007**

ОТОПЛЕНИЕ. ВЕНТИЛЯЦИЯ. КОНДИЦИОНИРОВАНИЕ. САНТЕХНИКА  
КЕРАМИКА. НАПОЛЬНЫЕ ПОКРЫТИЯ. ОТДЕЛОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ  
ИНЖЕНЕРНЫЕ СИСТЕМЫ. ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЕ ЗДАНИЕ

ГЕНЕРАЛЬНЫЙ  
ИНФОРМАЦИОННЫЙ  
СПОНСОР

**Стройка**  
группа газет

ИНФОРМАЦИОННЫЕ  
СПОНСОРЫ







ГЕНЕРАЛЬНЫЙ  
ИНТЕРНЕТ-ПАРТНЕР

**tybet.ru** 

ОДОБРЕНО



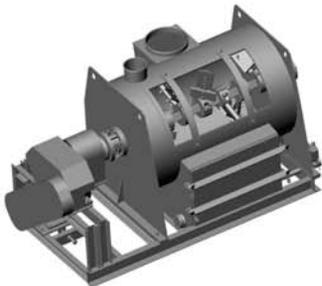
**ВО СИБИРСКАЯ ЯРМАРКА.** Россия, 630049, Новосибирск, Красный проспект, 220/10  
Телефон: (383) 210-62-90, (495) 225-23-50, (3812) 24-32-61 <http://www.stroisib.sibfair.ru>



**ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ КОМПАНИЯ "КОНКРЕТ-ПЛЮС"**  
**ТОЧНО РЕАЛИЗУЕТ ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ВАШЕГО ЗАКАЗА**

Тел. (495) 727-5335, тел./факс (495) 195-9457, www.konkret-plus.ru, e-mail: info@konkret-plus.ru

**Оборудование для производства и фасовки сухих строительных смесей**



Смеситель ССС



Дозатор групповой



Фасовщик ССС

**Бетоносмесительные установки (мини-заводы)**

**Электроавтоматика:**

Пульты управления  
 автоматические микропроцессорные  
 и компьютеризированные  
 Системы автоматизированного  
 управления  
 Весовые контроллеры  
 Шкафы защитно-коммутиционной  
 аппаратуры  
 Шкафы управления



**Технологическое оборудование:**

Дозаторы тензометрические  
 Винтовые конвейеры (шнеки)  
 Затворы и заслонки  
 Скиповые подъемники  
 Конвейеры ленточные наклонные  
 Конвейеры ленточные дозирующие  
 Склады цемента

Комплекты технологического  
 оборудования  
 для производства бетонных и  
 сухих строительных смесей



**СПЕЦИАЛЬНОЕ КОНСТРУКТОРСКОЕ БЮРО**  
**СКБ СТРОЙПРИБОР**  
**ПРИБОРЫ НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ**

Лицензия Госстандарта РФ на изготовление средств измерений №000110-ИР  
 Приборы сертифицированы, имеют энергонезависимую память, режим связи с ПК.

**ПОС-30(50)МГ4 "Отрыв"**



Измерители прочности бетона методом отрыва со скалыванием по ГОСТ 22690.  
 Диапазон.....5... 100 МПа  
 Максимальное усилие вырыва анкера:  
 ПОС-30МГ4.....29,4 кН(3000кгс)  
 ПОС-30МГ4.....49,0 кН(5000кгс)

**ПСО-МГ4**



Измерители прочности сцепления защитных и облицовочных покрытий с основанием по ГОСТ 28089, ГОСТ 28574, а также усилия вырыва анкерных болтов и тарельчатых дюбелей.  
 Максимальное усилие отрыва:  
 ПСО-2,5МГ4.....2,45кН (250кгс)  
 ПСО-5МГ4.....4,9кН (500кгс)  
 ПСО-10МГ4.....9,8кН (1000кгс)

**Влагомер-МГ4У**



Измеритель влажности древесины, бетона, сыпучих по ГОСТ 18588 и ГОСТ 21718.  
 Может комплектоваться зондовым преобразователем.  
 Диапазон измерения влажности .....1...60%

**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 стержней.....3... 40 мм

**ПГМ-100 / ПГМ-500 / ПГМ-1000**

Прессы испытательные гидравлические малогабаритные на 100, 500 и 1000 кН. Снабжены электрическим приводом (сеть 220 В, 50 Гц) и тензометрическим силоизмерителем. Диапазон нагрузок 1...100 / 5...500 / 10...1000 кН



**ИПС-МГ4.03**

Измеритель прочности бетона, раствора методом ударного импульса по ГОСТ 22690.  
 Расширенный режим измерений с возможностью выбора вида заполнителя, возраста и условий твердения бетона.

Диапазон измерения прочности.....3...100 МПа



**ПОС-50МГ4 "Скол"**

Измерители прочности бетона методами скалывания ребра и отрыва со скалыванием по ГОСТ 22690.  
 Диапазон:  
 методом скалывания ребра.....10... 70 МПа  
 методом отрыва со скалыванием.....5... 100 МПа



**ПОС-2МГ4П**

Измеритель прочности ячеистых бетонов методом вырыва спирального анкера.  
 Предусмотрена возможность корректировки результатов испытаний в зависимости от влажности бетона.  
 Диапазон.....0,5...8 МПа



**ИТП-МГ4 «100/250»**

Измерители теплопроводности и термического сопротивления материалов при стационарном режиме по ГОСТ 7076 и методом теплового зонда по ГОСТ 30256.

Диапазон.....0,02...1,5 Вт/м·К



Измерители теплопроводности, плотности тепловых потоков, параметров вибрации, влажности строительных материалов. Термометры, гигрометры, анемометры, пирометры, толщинометры, твердомеры, дефектоскопы, лазерные дальномеры.

454084, г. Челябинск, а/я 8538, ул. Калинина, 11г. тел./факс (351) 790-16-85, 790-16-13,  
 г. Москва, тел.(095) 964-95-63, 220-38-58 сот. 8912-479-58-81  
 E-mail: stroypribor@chel.sumet.ru http://www.stroypribor.ru

В.В. БАБКОВ, д-р техн. наук, Ш.Х. АМИНОВ, И.Б. СТРУГОВЕЦ, кандидаты техн. наук, И.В. НЕДОСЕКО, д-р техн. наук, В.Н. МОХОВ, канд. техн. наук, Р.Ш. ДИСТАНОВ, инженер, Уфимский государственный нефтяной технический университет, ГУП «Башкиравтодор» (Уфа, Республика Башкортостан)

## Сталефибробетонные конструкции в автодорожном строительстве Республики Башкортостан

Значительный объем бетонных и железобетонных монолитных и сборных изделий и конструкций в составе автомобильных дорог эксплуатируется в условиях прямого контакта с внешней средой. Это в полной мере относится к мостовым конструкциям, жестким дорожным одеждам, конструкциям водопропускных труб и лотков, бордюрных элементов дорожного ограждения, конструкциям фундаментов сооружений.

Атмосферные воздействия существенно влияют на долговечность конструкций из бетона и железобетона, главными из которых являются:

- циклическое замачивание-высушивание, обуславливающее развитие внутрискруктурных усадочных напряжений;
- циклическое замораживание-оттаивание, приводящее к развитию термомеханических напряжений из-за разности коэффициентов линейного расширения компонентов структуры бетона и увеличения объема при фазовом переходе воды в лед;
- выщелачивание и карбонизация бетона железобетонных конструкций.

Названные воздействия особенно негативно влияют на работу таких массовых в автодорогах сооружений, как водопропускные трубы. В связи с этим в производстве дорожного сборного и монолитного железобетона предъявляются повышенные требования к уровню характеристик применяемых бетонов.

В настоящее время в дорожном строительстве Республики Башкортостан широко производятся и применяются типовые сборные трубы кольцевого и прямоугольного сечений, армированные стержневой арматурой классов А300–А400, В500.

Главные недостатки этих конструкций:

- высокая трудоемкость при изготовлении вследствие специфики армирования кольцевой стержневой арматурой (для круглых труб), сложности размещения арматуры в проектном положении в площади тонкостенного кольцевого сечения;
- повреждаемость конструкций при транспортировке и монтаже в силу их тонкостенности и хрупкости бетона;
- достаточно высокая стоимость конструкций в силу указанных выше обстоятельств.

Одной из сравнительно новых возможностей в технологии производства железобетона является дисперсное армирование хрупкого по своей природе бетона фиброй, стальной или синтетической [1–6]. Опыт производства сталефибробетонных изделий на ЗЖБИ ГУП «Башкиравтодор» (водопропускные трубы, телескопические водосбросные лотки, арочные мосты малых пролетов) показал, что для производства сталефибробетонных конструкций может применяться то же обо-

рудование и те же технологические приемы, что и для конструкций из тяжелого бетона.

Сталефибробетон по отношению к стандартному железобетону обладает такими достоинствами, как повышенная ударостойкость и ударная выносливость, повышенная прочность при растяжении, трещиностойкость, морозостойкость, водонепроницаемость [1, 2]. Сталефибробетон обеспечивает однородность структуры в сечении, тогда как обычное смещение рабочей стержневой арматуры от проектного положения резко снижает характеристики тонкостенного кольцевого сечения по прочности, трещиностойкости, долговечности.

При производстве сборных кольцевых водопропускных труб на ЗЖБИ ГУП «Башкиравтодор» используется стальная фибра предприятия ООО НПК «ВОЛВЕК» (Челябинская обл.), получаемая рубкой листовой холоднопрокатной стали с временным сопротивлением около 560 МПа при приведенном диаметре  $d_f = 0,7$  мм, длине  $l_f = 35–60$  мм с анкерами на концах, т. е. при основном расчетном геометрическом параметре фибры  $l_f/d_f$  около 60. Расчетное сопротивление такой фибры около 440 МПа.

Параметр  $l/d = 60$  в данном случае ниже оптимального для прочности фибробетона при растяжении, однако это обстоятельство компенсируется в данном случае наличием у фибры анкеров на концевых участках. Укороченная фибра оказалась также оптимальной в реальной технологии производства по условиям формуемости, однородности и удобоукладываемости фибробетонной смеси.

В настоящее время стальная фибра широкого спектра по исходному сырью и физико-механическим характеристикам производится на нескольких предприятиях Южного Урала, в частности:

- на ООО «Научно-производственная компания «ВОЛВЕК». Геометрические и прочностные свойства фибры регламентированы ТУ 1276-002-51484465–2002. По величине условного диаметра поперечного сечения и общей длине фибра изготавливается 9 групп ( $d_f = 0,2–1,2$  мм,  $l_f = 10–110$  мм), по категориям прочности стальная фибра подразделяется на 5 групп в зависимости от временного сопротивления на разрыв ( $\sigma_{вр} = 400–800$  МПа);
- на ОАО «Магнитогорский калибровочный завод». Фибра выпускается согласно ТУ 14-176-119–2002 ( $d_f = 0,2–1,6$  мм,  $l_f = 20–160$  мм,  $\sigma_{вр} = 500–800$  МПа) путем рубки проволоки [7];
- на ЗАО «Курганстальмост» с геометрическими параметрами  $l_f = 32$  мм, сечение треугольной формы  $3,8 \times 0,6$  мм, на концах фибры имеются зацепы, прочность при разрыве 600–900 МПа; фибра производится путем фрезерования стальных заготовок (слябов).

Отверстие трубы $d_o$ , м	Высота насыпи $H$ , м	Толщина звена $\delta$ , см	Количество и диаметр стержней/ Площадь арматуры $A_s$ , см <sup>2</sup> , в типовом решении	Расчетный изгибающий момент $M$ , кН·м	Несущая способность $M_{per}$ , кН·м, при коэффициенте объемного армирования фибры $\mu_{fv}$ , %						
					0,006	0,008	0,01	0,012	0,014	0,015	0,02
1	2	10	$\frac{13A400-8}{6,54}$	3,82	4,45	5,84	7,19	8,51	9,8	10,43	13,49
	4	10	$\frac{13A400-8}{6,54}$	6,54	4,45	5,84	7,19	8,51	9,8	10,43	13,49
	8	12	$\frac{13A400-8}{6,54}$	14,23	6,41	8,41	10,36	12,26	14,11	15,02	19,42
1,5	3	14	$\frac{11A400-8}{5,53}$	9,17	8,72	11,45	14,1	16,69	19,21	20,44	26,44
	5	14	$\frac{11A400-8}{5,53}$	14,9	8,72	11,45	14,1	16,69	19,21	20,44	26,44
	8	16	$\frac{16A400-8}{6,05}$	28,61	11,39	14,95	18,42	21,79	25,09	26,7	34,53

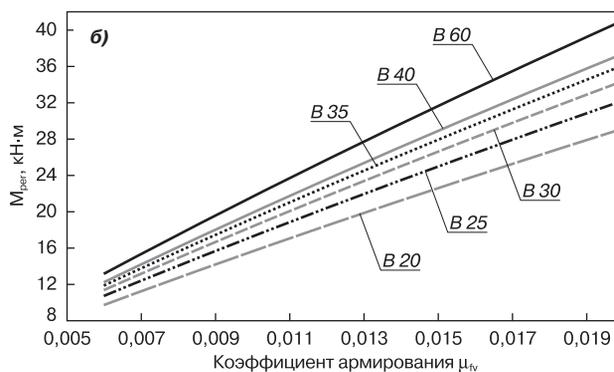
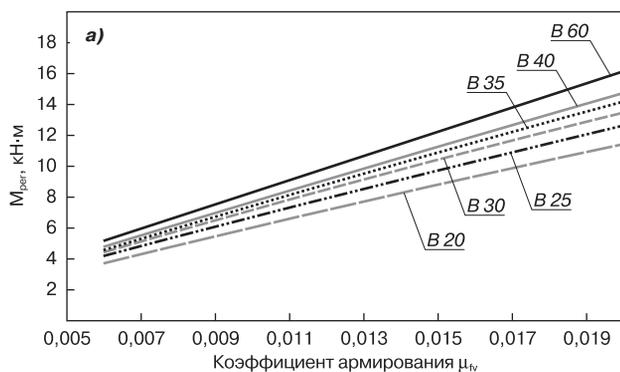


Рис. 1. Номограммы расчетного изгибающего момента  $M_{per}$  для сталефибробетонного сечения  $b \times h = 100 \times 10$  см (а) и  $b \times h = 100 \times 16$  см (б) в зависимости от класса прочности бетона и коэффициентов объемного армирования для фибры с показателями:  $R_f = 440$  МПа;  $d_f = 0,6$  мм;  $l_f = 45$  мм

Кафедрой «Строительные конструкции» УГНТУ выполнены расчеты по прочности и трещиностойкости и разработаны рекомендации по типовой серии 3.501.1-144 железобетонных водопропускных круглых труб с применением сталефибробетона при полном исключении стержневой арматуры.

Теоретические предпосылки расчета прочности сталефибробетона при сжатии как композиционного материала основываются на законе аддитивности с учетом особенностей работы бетонной матрицы. При этом несущая способность сечения элемента определяется исходя из более низких значений модуля упругости и уровня предельных деформаций матрицы по сравнению с этими же параметрами для армирующих волокон. При осевом растяжении в предельной стадии учитывается работа одних только волокон (фибр) [3].

Расчетные сопротивления растяжению и сжатию сталефибробетона  $R_{fbt}$  и  $R_{fb}$  соответственно определяются с учетом класса прочности бетона, вида и размеров фибры, характера ее поверхности и геометрии [3, 4].

Представляет интерес рассмотрение методики расчета элементов из сталефибробетона, работающих на восприятие изгибающего момента (чистый изгиб), а также воспринимающих наряду с изгибающим моментом продольную сжимающую силу. Подобное сочетание силовых воздействий характерно для сечений стенок водопропускных труб, засыпных арочных мостов малых пролетов.

Применительно к чистому изгибу несущая способность сечения по изгибающему моменту будет соответствовать формуле:

$$M_{per} = \frac{R_{fb} R_{fbt} b h}{R_{fb} + R_{fbt}} \cdot \frac{h}{2} = \frac{R_{fb} R_{fbt} b h^2}{2 (R_{fb} + R_{fbt})}. \quad (1)$$

На основе расчетов в соответствии с (1) были построены номограммы несущей способности сечения единичной ширины 100 см и высоты  $h = 10-16$  см по изгибающему моменту  $M_{per}$  для фибры ООО НПК «ВОЛВЕК» в диапазоне классов бетонов по прочности при сжатии В20–В60 при объемном содержании фибры  $\mu_{fv} = 0,6-2\%$ , представленные на рис. 1.

Методика оценки работоспособности сечения сталефибробетонного элемента, испытывающего чистый изгиб, будет сводиться к проверке условия:

$$M \leq M_{per} \quad (2)$$

где  $M$  – изгибающий момент в сечении от расчетной нагрузки.

Расчеты по прочности выполнены для номенклатуры железобетонных колец серии 3.501.1-144, выпускаемых ЖЗБИ ГУП «Башкиравтодор». Результаты расчетов несущей способности по изгибающему моменту в зависимости от высоты насыпи приведены в таблице.

При применении водопропускных труб под высоту насыпи до 7–8 м возможно использование сталефибробетона на основе бетона класса В30 и фибры ООО «НПК «ВОЛВЕК» при ее объемной концентрации до 1,5%.

Разработаны технические условия ТУ 5859-002-03433484–2004 «Блоки водопропускных труб сталефибробетонные круглые сборные» на эту продукцию и рекомендации по технологии производства труб. Названные выше диапазоны по несущей способности соответствуют объемному расходу фибры 0,8–1,5% (60–100 кг/м<sup>3</sup>). Такой расход фибры совмещается с возможностью приготовления качественной фибробетонной смеси, обеспечивающей равномерное распределение фибры в объеме.

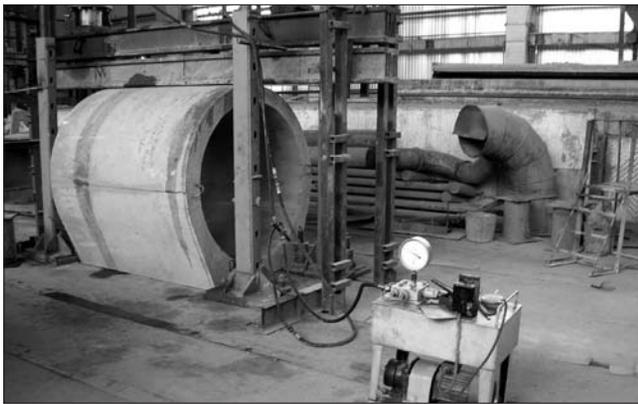


Рис. 2. Испытание сталефибробетонной трубы на стенде БашНИИСтроя



Рис. 3. Характер разрушения сталефибробетонной трубы с разрушением ключевого сечения по схеме чистого изгиба



Рис. 4. Характер трещин после испытания



Рис. 5. Образец разрушенного сечения, армированного стальными волокнами

Испытание сталефибробетонной водопропускной трубы отверстием  $d_o = 1,5$  м, толщиной стенки 16 см, длиной 2 м на стенде БашНИИСтроя, изготовленной на ЗЖБИ ГУП «Башкиравтодор», представлены на рис. 2–5.

В разрушенном сечении образца (рис. 5) видна работа армирующих волокон (стальных фибр): после образования трещин в растянутой зоне ключевого сечения усилие, воспринимаемое бетоном-матрицей, передается на стальные волокна; при дальнейшем увеличении нагрузки происходит разрушение сталефибробетонного сечения, при этом большая часть волокон разрушается.

Результаты расчетов, приведенные в таблице, были переданы в ГУП «Башкиравтодор», что позволило обосновать возможность производства и применения труб из сталефибробетона отверстием 1 м при толщине стенки 12 см под высоту насыпи 8 м и отверстием 1,5 м при толщине стенки 16 см под высоту насыпи до 7 м.

Применительно к внецентренному сжатию и прямоугольному сечению в предположении, что эпюры напряжений в сжатой и растянутой зонах имеют в предельной стадии прямоугольную форму, запишем условие равновесия всех сил на горизонтальную ось:

$$N = R_{fb}bx - R_{fb}b(h-x). \quad (2)$$

Тогда высота сжатой зоны составит:

$$x = \frac{N + R_{fb}bh}{b(R_{fb} + R_{fbt})}. \quad (3)$$

Несущая способность сечения по продольной сжимающей силе в соответствии с формулой (2) составит:

$$N_{per} = R_{fb}bx - R_{fb}b(h-x). \quad (4)$$

Условие равновесия относительно точки С:

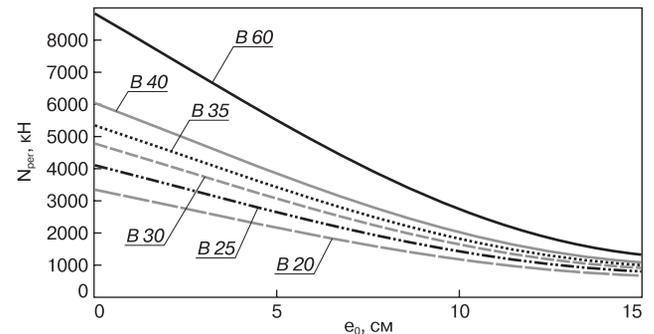


Рис. 6. Номограмма  $N_{per} - e_o$  для диапазона эксцентриситетов  $e_o = 0-15$  см и классов бетона по прочности при сжатии В20–В60 при объемном содержании фибры  $\mu_{fv} = 1,5\%$ . Характеристики фибры:  $R_f = 440$  МПа;  $d_f = 0,6$  мм;  $l_f = 45$  мм

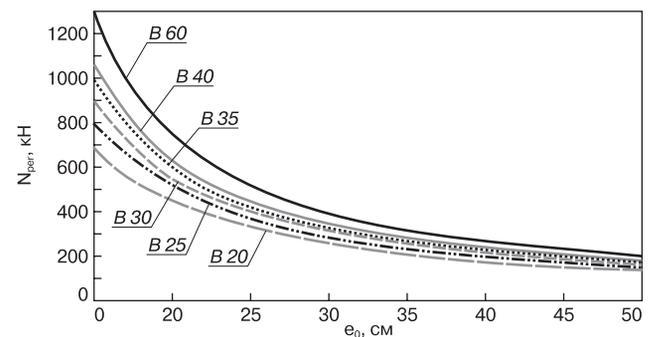


Рис. 7. Номограмма  $N_{per} - e_o$  для диапазона эксцентриситетов  $e_o = 15-50$  см и классов бетона по прочности при сжатии В20–В60 при объемном содержании фибры  $\mu_{fv} = 1,5\%$



Рис. 8. Опытный образец двухшарнирной сталефибробетонной арки пролетом 4 м

$$N_{per} \left( e_o + \frac{h}{2} \right) = R_{fb} b x (h - 0,5x) - R_{fbt} b \frac{(h-x)^2}{2}. \quad (5)$$

Значение эксцентриситета силы  $N$  относительно центральной оси составит:

$$e_o = \frac{R_{fb} b x (h - 0,5x) - R_{fbt} b \frac{(h-x)^2}{2}}{N_{per}} - \frac{h}{2}. \quad (6)$$

При  $x = h$ , согласно формуле (4),  $N_{per} = R_{fb} b h$ .

Рассчитаем по формуле (4) для конкретного по геометрическим размерам сечения значение  $N_{per}$  при  $x = 0,8h$ ;  $x = 0,6h$ ;  $x = 0,2h$ ;  $x = 0,1h$ ;  $x = 0,05h$  и соответствующие им значения эксцентриситета  $e_o$  в соответствии с формулой (6).

На основе этих расчетов по сочетаниям  $N_{per} - e_o$  были построены номограммы  $N_{per} - e_o$  для используемой фибры в диапазоне классов бетонов по прочности при сжатии В20–В60 при коэффициенте объемного армирования фиброй  $\mu_{fv} = 0,6-2\%$ . Зависимости для прямоугольного сечения  $b \times h = 100 \times 25$  см, принятого для конструкций насыпных автодорожных арочных мостов пролетом 4 и 6 м, для диапазонов  $e_o = 0-15$  и  $15-50$  см приведены на рис. 6, 7.

Эпюры расчетных усилий для арочных мостов пролетом 4 и 6 м получены ГУП УППЦ «УРАЛ-ДОРТРАНС» при помощи конечно-элементного программного комплекса PLAXIS, реализующего совместную работу элементов конструкции с грунтом основания и насыпи. Расчеты выполнены для мягкопластичных суглинков и скальных грунтов при высоте насыпи до 4 м включительно [8].

Методика оценки дееспособности сечения сталефибробетонного элемента, нагруженного сочетанием изгибающего момента  $M$  и продольной силы  $N$ , сводится к расчету эксцентриситета  $e_o = M/N$ , определению с ис-

пользованием соответствующей номограммы по величине  $e_o$  значения  $N_{per}$  и проверке условия прочности:

$$N \leq N_{per} \quad (7)$$

Результаты расчетов несущей способности по внецентренному сжатию позволили определить оптимальный коэффициент армирования для арочных конструкций мостов. На заводе ЗЖБИ ГУП «Башкиравтодор» была изготовлена экспериментальная партия двухшарнирных арок пролетом 4 м (рис. 8), испытанная на стенде БашНИИСтроя. Результаты испытаний позволили реализовать изготовленные на ЗЖБИ «Башкиравтодор» арки в дорожном строительстве арочного насыпного моста в Бакалинском районе.

Запланировано сооружение моста с применением сталефибробетонных арок на окружной дороге вокруг Уфы.

Технико-экономическая оценка производства водопропускных труб на ЗЖБИ «Башкиравтодор» показала, что экономия средств, в первую очередь за счет снижения трудозатрат, составляет 10–12%.

В этих оценках пока не учитывалась эффективность этого технического решения, связанная с более высокой сохранностью изделий при транспортировке и монтаже, а также в силу их более высокой долговечности.

#### Список литературы

1. Бабков В.В., Мохов В.Н., Давлетшин М.Б., Парфенов А.В. Технологические возможности повышения ударной выносливости цементных бетонов // Строит. материалы. 2003. № 10. С. 19–20.
2. Аминов Ш.Х., Струговец И.Б., Недосеко И.В., Климов В.П., Бабков В.В. Водопропускные трубы для автомобильных дорог из сталефибробетона // Строит. материалы. 2003. № 10. С. 21.
3. Рабинович Ф.Н. Дисперсно-армированные бетоны. М.: Стройиздат. 1989. 176 с.
4. Рекомендации по проектированию и изготовлению сталефибробетонных конструкций. М.: НИИЖБ Госстроя СССР. 1987. 148 с.
5. Железобетон в XXI веке: Состояние и перспективы развития бетона и железобетона в России / Под ред. К.В. Михайлова / Госстрой России; НИИЖБ. М.: Готика. 2001. 684 с.
6. Талантова К.В., Михеев Н.М., Толстеньев С.В., Трёмасов А.С. Повышение эксплуатационных характеристик конструкций для дорожного строительства за счет применения строительного композита-сталефибробетона // Бетон на рубеже третьего тысячелетия: Материалы 1-й Всероссийской конференции по проблемам бетона и железобетона, 9–14 сентября 2001 г. Москва: Кн. 3. Секционные доклады. С. 1732–1742.
7. Технические условия ТУ 14-176-119–2002 «Фибра из проволочки для армирования бетона» ОАО «Магнитогорский калибровочный завод». 8 с.
8. Экспериментальные арочные конструкции насыпных мостов с пролетом 4 и 6 метров для опытного применения в строительстве и реконструкция автомобильных дорог РБ: Расчеты арок. Т. 2 / ГУП УППЦ «УРАЛДОРТРАНС». Уфа. 2003. 26 с.

### Серия дайджестов «Совершенствование строительных материалов»



Готовится к выходу дайджест «Современные бетоны: наука и практика». В дайджест вошли статьи, опубликованные в журнале «Строительные материалы»® в 1998–2005 гг., – всего более 100 статей по тематическим разделам: исследования составов и свойств бетонов, исследования технологических аспектов производства бетонов, заполнители для бетонов, коррозия бетона, технология и оборудование, применение бетона, нормативная база и критерии качества, обзоры.

По вопросам приобретения обращайтесь в редакцию журнала «Строительные материалы»®.

Тел./факс: (495) 124-32-96, 124-09-00, e-mail: mail@rifsm.ru

удк 691.162

Н.Г. ПЫЖ, начальник центральной лаборатории  
ОАО «Ханты-Мансийскдорстрой» (г. Сургут, ХМАО)  
Е.В. БАРСКАЯ, начальник лаборатории СУ-905  
ФООАО «Ханты-Мансийскдорстрой» (г. Нефтеюганск, ХМАО)  
В.Н. ДАВЫДОВ, д-р техн. наук, Сибирская автомобильно-дорожная академия (Омск)

## Применение полимерно-битумного вяжущего для покрытий автомобильных дорог в Ханты-Мансийском автономном округе

Одной из важнейших проблем, влияющих на качество асфальтобетонных покрытий и особенно на их долговечность, является проблема качества битума. Для повышения качества битума предлагались различные способы, в том числе использование различных модификаторов. Применение в стране модифицированных битумов сдерживается в основном ограниченностью финансовых средств; отсутствием дешевых и качественных модификаторов; отсутствием надежного современного оборудования для приготовления полимерно-битумного вяжущего (ПБВ).

В связи с приказом № 9 ФДД РФ от 31.01.95 г. «...приступить к освоению новой технологии производства полимерно-битумных вяжущих, предназначенных для использования в верхних слоях асфальтобетонных покрытий на федеральных автомобильных дорогах» в 1996 году ОАО «Сургутдорстрой» приобрело установку марки ПС-10 для модификации битума. Установка разработана Центральным научно-конструкторским бюро Министерства обороны РФ и изготовлена заводом № 354.

### Технические характеристики установки ПС-10

Производственная площадь, м <sup>2</sup> .....	70
Масса основного технологического оборудования, т .....	33
Установленная мощность электрооборудования, кВт .....	95
Производительность установки, т/сут .....	100

Установка ПС-10 для модификации битума включает элеватор для подачи модификатора в бункер; бункер для модификатора емкостью 1 м<sup>3</sup>; мерник для пластификатора емкостью 0,42 м<sup>3</sup>; винтовой конвейер для подачи модификатора из бункера в смеситель (дозировка по времени подачи); два смесителя с перемешивающими устройствами — рамной и шнековой мешалками для равномерного распределения полимеров с последующим его растворением в битуме до получения однородной массы вяжущего; битумные насосные станции, обеспечивающие циркуляцию битума в смесителях.

Весь процесс приготовления ПБВ осуществляется в автоматическом режиме в течение 40–60 мин. Данная установка позволяет уйти от сложной двухступенчатой технологии приготовления ПБВ и использовать одноступенчатую, которая предусматривает совместное перемешивание сразу всех компонентов оптимально подобранного состава: битума нефтяного дорожного, полимера типа СБС и индустриального масла. Одноступенчатая технология приготовления полимерно-битумных вяжущих позволяет точно регулировать подачу всех составляющих и получать ПБВ, отвечающее требованиям ГОСТ 218.010–98 и ГОСТ 52056–2003.

До промышленного выпуска ПБВ в центральной лаборатории ОАО «Сургутдорстрой» была проведена работа по

подбору оптимального состава ПБВ. В качестве модификатора использовали Кратон-Д англо-голландской фирмы «Шелл». Это опудренный порошок белого цвета с диаметром частиц до 0,5 мм, с содержанием до 30% стирола. Пластификатор — индустриальное масло И-40А. Исходный битум марки БНД 90/130 Сургутского НПЗ. Позднее использовали отечественный модификатор ДСТ-30-0.1 (производство «Воронежсинтезкаучук») с размером частиц от 1 до 2 мм.

При подборе оптимальных рецептов ставили задачу обеспечения необходимой деформативности асфальтобетона. Деформативность вяжущих — важнейший параметр их качества в области низких температур, что немаловажно для условий ХМАО. Деформативность характеризуется пенетрацией и дуктильностью при 0°С и температурой хрупкости. Недостаточная деформативность асфальтобетона приводит к его быстрому разрушению.

В связи с этим было отработано более 25 рецептов с разным процентным содержанием модификатора и пластификатора (2–6 и от 6–18% соответственно). При отработке рецептов ПБВ особое внимание обращали на дуктильность при 0°С, которая составила от 23 до 50 см. Для БНД величина дуктильности составляет всего 4–4,5 см. Величина дуктильности при 25°С у ПБВ составляет от 55 до 69 см, причем материал при испытании деформируется, вытягиваясь широкой лентой. Исходный же битум по результатам испытаний на растяжение вытягивался только в виде тонкой нити.

Только один этот важный показатель позволяет судить о преимуществе ПБВ перед битумом, то есть о его способности повышать трещиностойкость асфальтобетонных покрытий. Полученные результаты подтверждаются и другими научными и практическими исследованиями [1, 2, 3, 4].

На основании анализа экспериментальных составов за основной был принят состав, отвечающий требованиям ТУ 36-1669–88, ОСТ 218.010–98 и наиболее экономичный: модификатор Кратон-Д — 3%, пластификатор И-40А — 8% на 100% битума.

С июня 1997 г. на установке ПС-10 был начат промышленный выпуск ПБВ в г. Сургуте. Рецепт утвержден в Центре лабораторного контроля, диагностики и сертификации (Москва). Согласование рецептов на приготовление ПБВ и полимерасфальтобетонных смесей в Москве осуществляли ежегодно.

На установке ПС-10 было выпущено ПБВ, т: 1997 г. — 1350; 1998 г. — 1600; 1999 г. — 216; 2000 г. — 500; 2001 г. — 3000; 2002 г. — 800.

На этом вяжущем на автомобильных дорогах ХМАО выполнено полимерасфальтобетонных покрытий общей протяженностью 58 км, в том числе микрорайон Приобское — г. Ханты-Мансийск; г. Тюмень — г. Ханты-Мансийск; Обьездная автодорога вокруг г. Нефтеюганска с восточной стороны (рис. 1).



Рис. 1. Развязка дороги Нефтеюганск – Сургут с полимерасфальтобетонным покрытием

С момента укладки первых тонн полимерасфальтобетонной смеси прошло 8 лет. Это довольно большой срок для работы покрытия в условиях значительных отрицательных температур. При обследовании участка на автодороге микрорайон Приобское – г. Ханты-Мансийск только в 2005 г. были обнаружены первые незначительные трещины и частичное выкрашивание.

За период с 1997 г. центральной лабораторией ОАО «Ханты-Мансийскдорстрой» приобретено все необходимое дополнительное лабораторное оборудование, позволяющее выполнять весь комплекс лабораторных испытаний.

С 2003 г. ПБВ не выпускается в связи с удорожанием полимерасфальтобетонных смесей. Однако в 2004 г. внедрение возобновилось, но теперь выпускаются щебеночно-мастичные асфальтобетонные смеси (ЩМАС). Закуплены стабилизирующие добавки (СД). На асфальтобетонных заводах установлено дополнительное оборудование – линия подачи для СД. Закуплены и установлены две отечественные дробильные установки, позволяющие получать щебень кубовидной формы, предназначенный для устройства качественных и долговечных покрытий из ЩМАС. В 2005 г. ОАО «Ханты-Мансийскдорстрой» приступил к промышленному выпуску ЩМАС, которым последнее время в России уделяется повышенное внимание.

ОАО «Ханты-Мансийскдорстрой» (преемник с 1998 г. ОАО «Сургутдорстрой») имеет асфальтобетонные заводы разных марок. Это отечественные ДС-158, ДС-168, зарубежные АММАНН периодического действия, РОУДБИЛЬДЕР непрерывного действия, на которых осуществляется приготовление ЩМАС с использованием стабилизирующей добавки TOPCEL. Устройство щебеночно-мастичных асфальтобетонных покрытий выполнено на автомобильных дорогах ХМАО: капитальный ремонт автодороги Сургут – Когалым (рис. 2), автодорога и транспортные развязки Тюмени, Ханты-Мансийска. За построенными участками дорог ведется наблюдение.

В 2006 году целесообразно вместо обычного битума в ЩМАС использовать полимерно-битумное вяжущее, которое позволит значительно увеличить срок службы асфальтобетонных покрытий на основе полимерно-битумных щебеночно-мастичных смесей. Лабораторные исследования в этом направлении необходимо продолжить. Для определения оптимальных составов ЩМАС и прогрессивных технологических переделов будет применена теория искусственных строительных конгломератов. Конечным результатом должны быть отличные дороги с безупречным поверхностным слоем и требуемой долговечностью.

Полученный опыт может быть важен и полезен для других регионов России и ближнего зарубежья, поэтому



Рис. 2. Щебеночно-мастичное асфальтобетонное покрытие с разметкой и ограждающими конструкциями

разработчики готовы к обоюдовыгодному сотрудничеству с учеными и производителями в области строительного материаловедения и дорожного строительства.

#### Список литературы

1. *Порадек С.В.* Технологические проблемы улучшения битума добавками // Наука и техника в дорожной отрасли. 1999. № 3.
2. *Порадек С.В.* Еще раз о проблеме качества при модификации битумов полимерами типа SBS // Наука и техника в дорожной отрасли. 2000. № 3.
3. *Гохман Л.Н.* Подбор состава полимерно-битумного вяжущего ПБВ // Автомобильные дороги. 1995. № 10–11.
4. *Быстров Н.В.* Повышение эффективности применения модифицированных битумов // Наука и техника в дорожной отрасли. 1997. № 2.

**Стройка**  
генеральный информационный спонсор

СТРОИТЕЛЬСТВО  
2006  
ВЫСТАВКА

**26-28 апреля 2006**  
**ВОРОНЕЖ**

Дворец Творчества Детей и Молодежи (пл. Детей, 1)  
Драмтеатр им. А.Кольцова (ул. Театральная, 17)

**СТРОИТЕЛЬСТВО**  
22 межрегиональная специализированная выставка

<p><b>Организаторы:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Администрация Воронежской области</li> <li>• Выставочное объединение «ЭкспоСити»</li> <li>• «Выставочный Центр ВЕТА»</li> </ul>	<p><b>При поддержке:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Администрации г. Воронежа</li> <li>• Союза строителей Воронежской области</li> <li>• Торгово-промышленной палаты г. Воронежа</li> <li>• Ассоциации экономического взаимодействия субъектов РФ «Центрально-Черноземная»</li> </ul>
--	---

**Вета**  
ВЫСТАВОЧНЫЙ ЦЕНТР

(4732) 51-20-12,  
(4732) 77-48-36  
stroy@veta.ru, www.build.veta.ru

М.А. ВЫСОЦКАЯ, канд. техн. наук, В.В. ЯДЫКИНА, д-р техн. наук,  
Д.А. КУЗНЕЦОВ, канд. техн. наук, Белгородский государственный  
технологический университет им. В.Г. Шухова

## **Известь в асфальтобетоне – такая простая и сложная**

В последнее время в секторе дорожного строительства наметилась тенденция, направленная на повышение качества устройства конструктивных слоев дорожной одежды автомобильных дорог за счет внедрения в российских условиях новых технологий, а также использования материалов, повышающих долговечность покрытия, к которым относятся щебеночно-мастичный асфальтобетон, фиброасфальтобетон, георешетки и геосинтетики. Все большую популярность, несмотря на значительное удорожание стоимости приготавливаемого асфальтобетона, приобретает модификация битумов для дорожного строительства различными полимерными добавками.

На волне всеобщего стремления к повышению качества производимой продукции производственники вспоминают и осваивают простейший способ улучшения физико-механических и эксплуатационных показателей асфальтобетона – внедрение в технологию его приготовления различных ПАВ, которые также повышают стоимость получаемого органоминерального композита.

Почему же забыты исследования, проведенные еще в 70-х гг. под руководством Л.Б. Гезенцвея [1], результатом которых явилась разработка технологии физико-химической активации минеральных материалов для асфальтобетонных смесей известью? У данного направления были последователи. Периодически появляются работы [2, 3], в которых подчеркивается роль известковой составляющей в получении качественных и долговечных композитов для дорожного строительства. Исследователи единогласны во мнении о позитивном влиянии известки на свойства органоминеральных композитов, разногласия возникают лишь по поводу использования гашеной или негашеной известки в технологии их приготовления.

Неоднократно поднимался вопрос о сложившемся дефиците минерального порошка для приготовления асфальтобетонных смесей. Эта проблема во многих регионах частично решается за счет утилизации в дорожные покрытия мелких отходов местных производств, использование которых не всегда дает ожидаемый результат.

Так почему не вспомнить принципы активации, разработанные Л.Б. Гезенцвеем, и не применить их для улучшения качества местного минерального порошка? В основе процессов активации лежит образование адсорбционного слоя из ориентированных молекул активатора на минеральной поверхности, что обеспечивает ориентацию и водоустойчивость адсорбционного слоя. А если в качестве активатора и минерального порошка для асфальтобетона использовать какой-либо отход производства с повышенным содержанием известки?

Отсутствие в Центральном федеральном округе собственной сырьевой базы каменных материалов для получения карбонатного минерального порошка и наличие значительного количества тонкодисперсных

отходов с содержанием  $\text{CaO}$  и  $\text{Ca(OH)}_2$  в различных соотношениях стимулировало проведение исследований по использованию материалов, содержащих  $\text{CaO}$  и  $\text{Ca(OH)}_2$  в качестве минеральных порошков [4].

Проведенными исследованиями по изучению влияния  $\text{CaO}$  в составе минерального порошка для асфальтобетона было установлено, что  $\text{CaO}$  в количестве 20–40% оказывает позитивное влияние на прочностные показатели композита, увеличивает его тепло- и коррозионную стойкость, а также способствует замедлению процессов старения битума на поверхности минерального заполнителя такого асфальтобетона [5].

Полученные результаты и значительное удешевление производства асфальтобетонных смесей открывают широкую перспективу для внедрения в производство асфальтобетонов известьсодержащего минерального порошка. Однако сложившийся стереотип, когда содержание  $\text{CaO}+\text{MgO}$  должно быть согласно ГОСТ не более 3%, а также опасения по поводу того, что наличие свободной известки в асфальтобетоне вспучивает асфальтобетон, сводят на нет многолетнюю исследовательскую работу.

Действительно, при определенных концентрациях  $\text{CaO}$  в минеральном порошке может происходить процесс деструкции асфальтобетона [5]. Но для исключения этого негативного явления были установлены оптимальные интервалы содержания  $\text{CaO}$ .

Необходимо внести ясность: известь в составе асфальтобетона – элемент негативный, который вспучивает покрытие или полноценный компонент асфальтобетонной смеси, способный при правильном подборе значительно изменять свойства композита в заданном направлении.

Известно, что при достаточно хорошем сцеплении невозможно отделить вяжущий материал от минерального при помощи механического усилия. Разрыв будет происходить в массе вяжущего вследствие того, что внутреннее сцепление в вяжущем имеет меньшую прочность, чем прочность контакта. Для увеличения когезии вяжущего необходимо предельно снизить количество свободного битума в системе за счет использования минерального порошка, который совместно с битумом составляет асфальтовое вяжущее вещество. Качество асфальтовяжущего, в свою очередь, зависит от вязкости битума и от свойств минерального порошка, таких как дисперсность, химико-минералогический состав, сорбционная способность, а также от соотношения этих компонентов.

Исследование асфальтовяжущего позволяет выявить позитивное и негативное влияние известьсодержащего минерального порошка на свойства асфальтобетонного композита. Различия поверхностных свойств минеральных материалов существенно влияют на характер сорбционных процессов взаимодействия с битумом. Выбор минерального порошка, обладающего вы-

сокой сорбционной способностью, — первый шаг на пути создания асфальтового вяжущего заданных свойств.

Объектами исследования были минеральные порошки с различным содержанием СаО (10–60%), в качестве контрольного образца — известняк; битум БНД 60/90. Исследуемые минеральные порошки имели примерно одинаковую удельную поверхность — 350 м<sup>2</sup>/кг.

Характер взаимодействия исследуемых минеральных материалов с битумом и сорбционных процессов определялись по максимальной величине сорбции битума из бензольных растворов минеральными порошками и десорбции бензолом сорбированного ими органического материала фотоколориметрическим методом. Величины адсорбции и десорбции битумов исследуемыми порошками представлены на рис. 1.

Проведенный эксперимент позволил проследить кинетику изменения адсорбционных свойств исследуемых минеральных порошков с различным содержанием СаО и оценить влияние количества извести в составе минеральных порошков на активность их взаимодействия с битумом. Установлено, что величина адсорбции битума на поверхности минеральных порошков, содержащих в своем составе большее количество извести по сравнению с известняковым порошком, увеличивается пропорционально росту их активности.

Исследование десорбции битума показало, что часть битума отслаивается растворителем. Как и следовало ожидать, показатели десорбции битума, оставшегося на поверхности минерального порошка, имеют тенденцию к понижению при увеличении содержания в нем СаО. Так, после десорбции количество битума, оставшееся на поверхности минерального порошка с содержанием СаО 40–50%, в два раза больше, чем на контрольном известняковом порошке. Это свидетельствует о том, что при взаимодействии СаО с компонентами битума происходят необратимые хемосорбционные процессы, в результате которых на границе раздела битум — минеральный порошок образуются прочные водонерастворимые соединения, препятствующие отслоению органического вяжущего с поверхности минерального материала.

Совершенно очевидно, что структурирующая способность известьсодержащего порошка по сравнению с известняковым значительно возрастает по мере увеличения содержания СаО в его составе. В работе [6] установлено, что характеристики асфальтовяжущего на всех исследованных минеральных порошках при увеличении оксида кальция изменяли свои показатели по сравнению с контрольным — известняком в направлении их улучшения. Характерной чертой композитов, в состав которых входит минеральный порошок, содержащий СаО, является увеличение прочностных показателей, коэффициентов водостойкости и теплоустойчивости с одновременным понижением водонасыщения и набухания.

Наиболее агрессивной средой для всех дорожных строительных композитов является вода. По мнению большинства исследователей, вода губительна для материалов, содержащих СаО. Действительно ли это так?

Обратимся к уже опубликованным данным [6]. Так, зависимости прочностных характеристик асфальтовяжущего от содержания СаО в минеральном порошке при температуре испытания 20°C и в водонасыщенном состоянии носят экстремальный характер с перегибом при 50% СаО, а водонасыщения и набухания образцов — симбатный. В процессе исследования было установлено, что водонасыщение образцов асфальтовяжущего, приготовленных на минеральном порошке с содержанием СаО 60%, по сравнению с образцами на известняковом минеральном порошке уменьшилось более чем в два раза, набухание понизилось на 38%.

Обращает на себя внимание тот факт, что при содержании СаО в составе минерального порошка более 30%

прочность образцов при +20°C после водонасыщения увеличивается, в результате чего коэффициент водостойкости бинарной системы превышает единицу. Полученные результаты свидетельствуют о более активном взаимодействии битума с минеральной подложкой, содержащей СаО, нежели с минеральным наполнителем из известняка, что, очевидно, связано со значительно лучшей первоначальной адсорбцией на его поверхности ароматических кислот и других органических соединений битума, содержащих ненасыщенные связи, и последующим кислотно-основным взаимодействием между асфальтовыми и нафтеновыми кислотами вяжущего с СаО минерального материала. Можно предположить, что в образовании структурных связей в асфальтовяжущем с применением СаО-содержащего минерального порошка определенная роль помимо битума принадлежит новообразованиям, возникающим при гидратации извести в присутствии воды и кольматацией пор за счет новообразований.

Однако при превышении количества СаО в составе асфальтовяжущего более 50% наблюдается снижение исследуемых показателей, что может быть объяснено недостаточным количеством в составе битума активных составляющих, например нафтеновых кислот и других кислородных соединений, способных связывать реакционноспособный минеральный компонент, и проявлением в результате этого деструктурирующего влияния СаО. На данном этапе исследований можно установить оптимальный интервал содержания СаО в минеральном порошке (20–40%), выход за рамки которого не способствует улучшению характеристик асфальтовяжущего по сравнению с известняковым минеральным порошком или, что самое главное, влечет за собой необратимые процессы деструкции.

Правомерность теоретических предположений о возникновении новообразований была подтверждена результатами РФА образцов асфальтовяжущего на исследуемых минеральных порошках до и после длительного водонасыщения, ре-

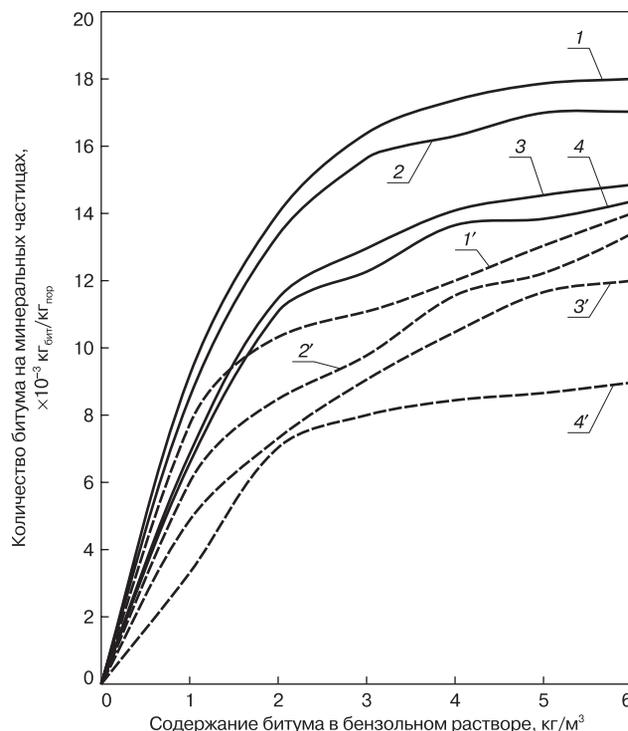


Рис. 1. Изотермы адсорбции–десорбции битума минеральными порошками: первоначальная адсорбция на поверхности; после десорбции бензолом. Содержание СаО в минеральном порошке, %: 1, 1' — 50; 2, 2' — 40; 3, 3' — 30; 4, 4' — 0

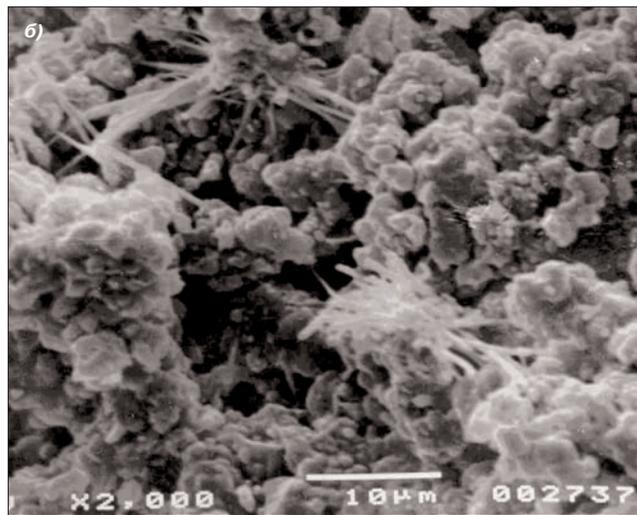
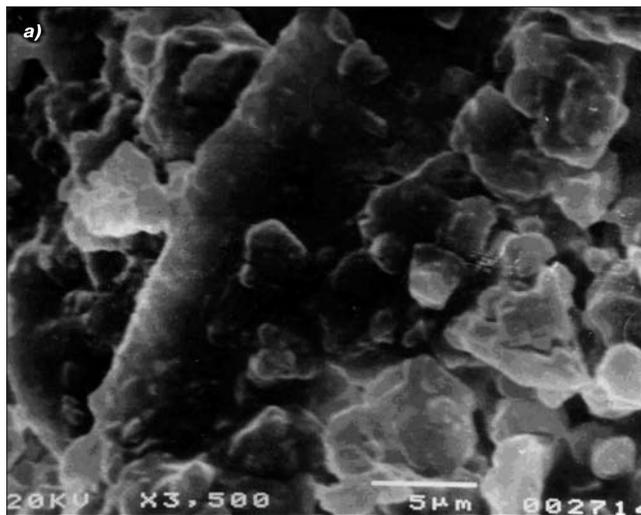


Рис. 2. Структура асфальто вяжущего: а – на известняковом минеральном порошке; б – на известьесодержащем минеральном порошке

зультатами ИК-спектроскопии, а также с помощью сканирующего электронного микроскопа JEOL JSM-T330A (рис. 2).

Анализируя полученные данные, можно заключить, что минеральные порошки для асфальтобетона, содержащие СаО, обладают большим энергетическим потенциалом, который благодаря внешним воздействиям (воды, тепла) способен изменить характеристики и качественное состояние вяжущего в заданном направлении.

В отличие от традиционных известняковых микронаполнителей известьесодержащие порошки обладают химической и гидравлической активностью, зависящей от содержания СаО в их составе, способны к активному взаимодействию как с битумом, так и с водой. Исходя из этого формирование структуры асфальто вяжущего и асфальтобетона на известьесодержащих микронаполнителях будет отличаться от аналогичного процесса для традиционных асфальтобетонов, так же как и сама структура.

Полученные микрофотоснимки, представленные на рис. 2, позволили установить, что для структуры асфальто вяжущего на эталонном известняковом порошке (рис. 2а) характерно достаточно полное покрытие зерен наполнителя битумом, однако наличие битума в объемном состоянии и отдельных непокрытых частиц минерального порошка свидетельствует о недостаточно оптимальной структуре. Основным отличием межмолекулярного взаимодействия в асфальтовых системах, содержащих оксид кальция, является формирование коагуляционно-конденсационной структуры композита (рис. 2б).

Дальнейший контакт компонентов битума и СаО в составе минерального порошка приводит к возникновению некоторых элементов кристаллизационных структур, образование которых интенсифицируется во влажной среде и с увеличением содержания СаО. После семи суток водонасыщения новообразования распределяются в порах асфальто вяжущего в виде кристаллов портландита, присутствие которого увеличивает адгезию органического вяжущего, и волокнисто-игольчатых образований, по-видимому, фенолятов кальция, связывающих отдельные зерна порошка или их агрегаты в каркас. В результате асфальто вяжущее вещество оказывается как бы армированным новообразованиями, что, очевидно, и оказывает влияние на прочность, тепло- и сдвигоустойчивость, деформативную способность, а также долговечность и коррозионную стойкость подобного асфальтобетона. Структура асфальто вяжущего вещества, приготовленного на известняковом минеральном порошке, после хранения образцов во влажной среде не изменяется.

Таким образом, сомнения тех, кто отказывается применять известьесодержащий минеральный порошок в технологии приготовления асфальтобетонных смесей, небезосновательны, но лишь в случае превышения рациональной концентрации.

В заключение хотелось бы подчеркнуть, что формирование структуры асфальтобетона с известьесодержащим минеральным порошком происходит во времени с приобретением и улучшением физико-механических характеристик в процессе эксплуатации за счет химической и гидравлической активности извести, роста числа новообразований и армирования ими межпорового пространства органоминерального композита.

#### Список литературы

1. *Гезенцевей Л.Б.* Асфальтовый бетон из активированных минеральных материалов. М.: Стройиздат. 1971. 255 с.
2. *Касаткина Т.В.* Эффективный способ улучшения свойств минеральных порошков из отходов промышленности // Ресурсосберегающие технологии, структура и свойства дорожных бетонов: Тезисы докладов республиканской конференции. Харьков. 1989. С. 82.
3. *Строганов В.Ф., Зиятдинов С.С.* Модификация свойств асфальтобетонных смесей и асфальтогранулята мелкодисперсными минеральными наполнителями на основе СаО // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. Материалы Международной научно-практической конференции «Современные технологии в промышленности строительных материалов и стройиндустрии». Белгород. 5–7 октября 2005 г. С. 415–418.
4. *Ядыкина В.В., Высоцкая М.А., Кузнецов А.В.* Эффективный асфальтобетон // Автомобильные дороги. 2003. № 5. С. 100–101.
5. *Высоцкая М.А., Ядыкина В.В.* Зависимость водо- и морозостойкости асфальтобетона от количества оксида кальция в минеральном порошке // Актуальные проблемы современного строительства: Материалы 56-й Международной научно-технической конференции молодых ученых. Санкт-Петербург. 2004. Ч. 2. С. 9–13.
6. *Ядыкина В.В., Высоцкая М.А.* Влияние повышенного содержания оксида кальция в составе минерального порошка на свойства асфальто вяжущего // Проблемы и пути создания композиционных материалов и технологий из вторичных минеральных ресурсов. Сб. трудов научно-практического семинара. Новокузнецк. 2003. С. 246–251.

К. ПЕТКЯВИЧЮС, И. ПОДАГЕЛИС, А. ЛАУРИНАВИЧЮС, кандидаты техн. наук, Вильнюсский технический университет им. Гедиминаса (Литва)

## Возможности использования местных нерудных материалов при строительстве и ремонте автомобильных и железных дорог

### Введение

Членство Литвы в Европейском союзе вынуждает существенно повышать экономический и социальный уровень страны, уровень промышленного и строительного производства. Для достижения поставленных целей необходимо развивать и совершенствовать инфраструктуру страны, что невозможно достичь без современных средств сообщения, обеспечивающих перевозку пассажиров и грузов как внутри страны, так и на международном уровне.

Авторами данной статьи рассматривается возможность использования местных нерудных материалов, в первую очередь местного доломита и на его основе приготовленного доломитового щебня, для развития и совершенствования сети автомобильных и железных дорог Литвы.

Учитывая рост цен основных строительных материалов и стоимость их поставки из других стран, актуальнее становится задача использования местных материалов при строгом учете и соблюдении требуемых физико-механических и других свойств материалов. Использование местных материалов способствует решению социальных задач, так как при этом создаются новые рабочие места и создается возможность экономии средств, выделяемых на строительство, ремонт и содержание автомобильных и железных дорог.

В последнее время добыча нерудных материалов в Литве существенно уменьшилась, что неблагоприятно влияет на экономику страны в целом и строительной индустрии в частности.

### Актуальность, цель и задачи исследований

Представленные результаты исследований создают возможность рационального использования местных материалов.

Цель исследований – определить возможность использования доломитового щебня для приготовления асфальтобетонных смесей, а также для использования в нижележащих конструктивных слоях дорожных одежд автомобильных и железных дорог. Для достижения

поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- определить показатели физико-механических свойств доломитового щебня, добываемого в Литве;
- определить реальные ресурсы легкодобываемой и по качеству приемлемой доломитовой породы, а также потребность и рациональность использования доломитового щебня при строительстве и ремонте автомобильных и железных дорог;
- обосновать возможность применения доломитового щебня в автомобильно- и железнодорожном строительстве с учетом требований действующих государственных стандартов и других нормативных документов Литвы, предъявляемых к минеральным материалам [1, 2], асфальтобетонным смесям и асфальтобетону [3, 4].

### Ресурсы местных минеральных материалов для автомобильно- и железнодорожного строительства

Опираясь на результаты геологических исследований, можно констатировать тот факт, что в Литве еще не полностью исследованы ресурсы минеральных материалов.

Согласно данным исследований ресурсы минеральных материалов Литвы и степень их исследованности представлены на рис. 1.

### Доломит Литвы и его пригодность для строительства дорог

Доломит – это осадочная, реже гидротермического происхождения карбонатная горная порода, состоящая из кристаллов минерала доломита  $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$  размером 0,005–1 мм, с небольшой примесью (до 25 %) других минералов. Доломит бывает плотным, зачастую с кавернами, пористым, в растресканном виде, реже сыпучим. Этот минерал бывает белесым, светло-серым с желтоватым оттенком, но различные примеси придают ему красноватый, фиолетовый, синий, зеленый, темно-серый или черный оттенки.

Таблица 1

Наименование местонахождения	Средние значения химических соединений, имеющихся в доломите, %		
	CaO	MgO	Нерастворимый остаток
Плявиняй	29–32	17–20	5–7
Истрас	28–31	15–16	15–16
Стипинай	29–32	17–20	5–7
Круоя	27–30	16–19	5–10
Жагаре	26–28	15–17	15–18

Таблица 2

Показатель качества щебня	Значение показателя качества	
	фактическое	требуемое
Форма зерен (количество лещадных и игольчатых зерен, %, определяется по LST 1361.5:1995 [6])	18,98	≤ 20
Количество дробленых зерен, %, (определяется по LST 1361.8:1995 [7])	98	≥ 90
Загрязненность, % (определяется по LST 1361.4:1995 [8])	a) 0,35 b) 0,95	≤ 2

Таблица 3

Фракции минерального материала, мм	Массовая доля, %	Масса фракций материала, г
>11,2	5,55	260
8–11,2	19,44	910
5–8	16,67	780
2–5	19,45	910
0,71–2	13,89	650
0,25–0,71	2,78	650
0,09–0,25	13,33	624
<0,09	8,89	416

Залежи литовского доломита обнаруживают в отложениях многих геологических систем, однако практическое значение имеет лишь доломит залежей северной части Литвы, находящихся недалеко от поверхности земли, в Плявиняе, Истрасе, Стипинае, Круое, Жагаре. Это доломит разной текстуры, физико-механических свойств, незначительно различается лишь его химический состав (табл. 1).

В последние 30 лет доломит и возможности его применения чаще всего расцениваются в двух аспектах: как сырье для щебня, применяемого при изготовлении бетона и строительстве дорог, как отделочный и строительный камень.

По однородности отложений, условиям залегания, количеству и качеству ресурсов наиболее пригоден для разработок доломит местонахождения в Стипинае. Разведанные его ресурсы составляют 72% , а оцененные – 52% всех ресурсов доломита.

С целью определения пригодности изготавливаемого в Литве доломитового щебня для его применения в строительстве дорог на заводах доломитового щебня были взяты образцы щебня и проведены экспериментальные исследования (табл. 2), которые свидетельствуют о соответствии этого доломитового щебня требованиям действующих нормативных документов [1, 5].

Для исследования пригодности минеральных материалов для асфальтобетонов была подобрана масса фракций согласно требованиям нормативных документов Литвы с применением кривых плотных смесей для асфальтобетона марки 0/11 S-V (табл. 3), а содержание битума устанавливалось для смеси минеральных материалов массой в 5200 г, причем содержание битума в асфальтобетонной смеси изменялось от 5% до 7% массовых долей (табл. 3).

Асфальтобетонные образцы были изготовлены с применением доломитового и гранитного щебня. Во всех изготовленных образцах содержание фракций минеральных материалов и битума было одинаковое.

Таблица 4

Содержание битума в асфальтобетонной смеси, % массовой доли	Пластичность асфальтобетона по Маршаллу П, мм			
	Индивидуальные результаты исследований			Среднее арифметическое значение результатов исследований $\bar{X}$
	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	
5	2,6	2,5	3,4	2,83
5,5	3,3	3,2	3,1	3,2
6	4	3,8	3,8	3,87
6,5	4,8	4,8	4,8	4,8
7	5,7	5,7	5,7	5,7

Таблица 5

Содержание битума в асфальтобетонной смеси, % массовой доли	Пластичность асфальтобетона по Маршаллу П, мм			
	Индивидуальные результаты исследований			Среднее арифметическое значение результатов исследований $\bar{X}$
	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	
5	3	3	2,4	2,8
5,5	3,5	2,8	3,4	3,23
6	3,3	4,2	3,7	3,73
6,5	5	4,6	4,6	4,73
7	5,6	5,9	5,4	5,63

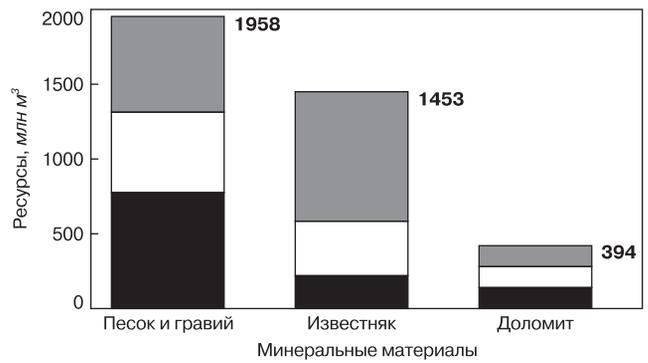


Рис. 1. Ресурсы минеральных материалов Литвы и степень их исследованности: ■ – детально исследованные, □ – предварительно исследованные, ▨ – прогнозируемые

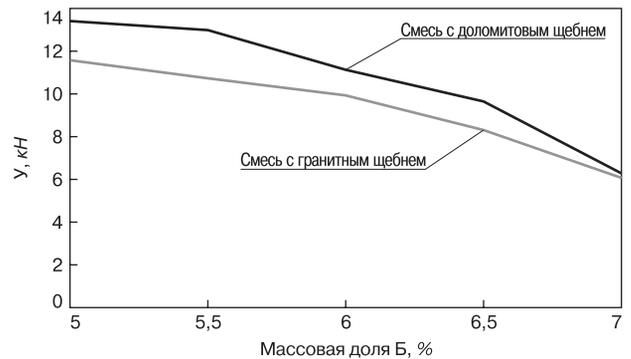


Рис. 2. Связь между содержанием битума Б в асфальтобетонной смеси марки 0/11 S-V и устойчивостью асфальтобетона по Маршаллу

После изготовления образцов в научной лаборатории автомобильных дорог кафедры дорог Вильнюсского технического университета им. Гедиминаса были определены физико-механические показатели по Маршаллу предназначенного для верхнего слоя покрытия асфальтобетона марки 0/11 S-V. Результаты исследований устойчивости асфальтобетона с гранитным и доломитовым щебнем приведены на рис. 2, пластичности – в табл. 4, 5, остаточной пористости – табл. 6.

**Выводы**

По численным значениям физико-механических показателей по Маршаллу асфальтобетон марки 0/11 S-V с гранитным и доломитовым щебнем удовлетворяет требованиям, которые предъявляются нормативными документами Литвы и могут быть рекомендованы для местностей с разными климатическими условиями для дорог со средней интенсивностью движения (в условиях Литвы). Рекомендуется построить опытные участки для наблюдения за состоянием верхних слоев асфальтобетонных покрытий с доломитовым щебнем.

Таблица 6

Массовая доля битума в асфальтобетоне, %	Остаточная пористость асфальтобетона марки 0/11 S-V по Маршаллу ОП, %	
	Доломитовый щебень и зерна доломита мелких фракций	Гранитный щебень и зерна гранита мелких фракций
5	4,3	5,1
5,5	3,2	4,1
6	2,7	3,3
6,5	2,3	3,3
7	1,5	2,5

В связи с тем, что значения физико-механических показателей асфальтобетона с доломитовым щебнем удовлетворяют требованиям, предъявляемым нормативными документами Литвы, а показатели качества доломитового щебня удовлетворяют требованиям стандартов Литвы, рекомендуется асфальтобетон с доломитовым щебнем применять для устройства слоев оснований дорожных одежд, а доломитовый щебень и доломитовый отсев — для устройства несвязных слоев дорожных одежд.

Асфальтобетон марки 0/11 S-V с доломитовым и гранитным щебнем отличается достаточной однородностью показателей прочности и деформативности: коэффициент вариации этих показателей по Маршаллу составил менее 27%.

Смеси асфальтобетона с доломитовым щебнем могут быть успешно использованы в качестве изоляционного слоя между основной площадкой земляного полотна и верхней конструкцией железнодорожного пути.

**Список литературы**

1. Стандарт Литвы LST 1719:2001. Минеральные материалы для автомобильных дорог. Технические требования. Вильнюс: Департамент стандартизации Литвы. 2001. 7 с. (на лит. яз.).
2. Стандарт Литвы LST EN 13450. Минеральные материалы для железнодорожного балласта. Вильнюс: Департамент стандартизации Литвы. 2003. 46 с. (на лит. яз.).
3. Регламент технических требований STR 2.06.03:2001. Автомобильные дороги. Вильнюс: Министерство окружающей среды ЛР, Министерство сообщения ЛР. 2001. 80 с. (на лит. яз.).
4. Рекомендации для строительства R35-01. Асфальтобетонные и гравийные покрытия для автомобильных дорог. Вильнюс. 2001. 117 с. (на лит. яз.).
5. Стандарт Литвы LST 1333:1994. Минеральные материалы для автомобильных дорог. Общие указания. Термины и определения. Классификация. Вильнюс: Департамент стандартизации Литвы. 1994. 16 с. (на лит. яз.).
6. Стандарт Литвы LST 1361.5:1995. Минеральные материалы для автомобильных дорог. Методы исследования. Определение формы зерен минеральных материалов. Вильнюс: Департамент стандартизации Литвы. 1995. 6 с. (на лит. яз.).
7. Стандарт Литвы LST 1361.8:1995. Минеральные материалы для автомобильных дорог. Методы исследования. Определение количества дробленых зерен. Вильнюс: Департамент стандартизации Литвы. 1995. 9 с. (на лит. яз.).
8. Стандарт Литвы LST 1361.4:1995. Минеральные материалы для автомобильных дорог. Методы исследования. Определение загрязненности. Вильнюс: Департамент стандартизации Литвы. 1995. 7 с. (на лит. яз.).

## Компания "ВНИИР"

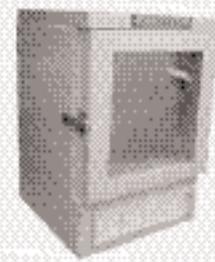
Компания "ВНИИР" производит оборудование для геодезии в лабораториях различного профиля:

СТРОИТЕЛЬНОЕ ЛАБОРАТОРНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ



**Строительные лаборатории**  
 Дорожно-строительные лаборатории  
 Мостостроительные лаборатории  
 Лаборатории термодинамического качества  
 Материаловедческие и металлургические лаборатории  
 Лаборатории механисмоса, температурных и климатических испытаний  
 Строительные и химические лаборатории  
 Оборудование для механических испытаний

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



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

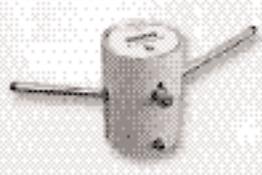


**Приборы для испытаний битумов**  
 Приборы для испытаний заготовителей  
 Приборы для испытаний асфальтобетона  
 Приборы для контроля параметров автомобильных и магистральных дорог  
 Оборудование для выбухания карбов



**Комплексные геодезические лаборатории**





Отдел продаж: тел./факс +7 (394) 780-6607, 487-9800, 480-0400, 487-0374  
 Отдел сервис и метрологического обслуживания: тел./факс +7 (394) 487-0110  
 Адрес: 191061 г. Москва, ул. Давыдовская, д.14  
 e-mail: vniir@mail.ru  
 Режим работы: с 9:00 до 18:00, выходные - сб. впер.  
 Успехи работы: 100% удовлетворения, отгрузки со склада в Москве.

**СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ®**

научно-технический и производственный журнал  
 март 2006

61

23 - 26  
М А Я



ОМСК  
2006

МЕЖДУНАРОДНЫЙ ВЫСТАВОЧНЫЙ ЦЕНТР "ИНТЕРСИБ" ПРИГЛАШАЕТ НА ВЫСТАВКИ:



В объединенной экспозиции:

**СТРОЙПРОГРЕСС**

11-я специализированная выставка  
Строительство и архитектура, оборудование,  
инструменты, материалы и конструкции.



**ЖКХ - СТАНДАРТЫ БУДУЩЕГО**

3-я специализированная выставка  
Инфраструктура, развитие и благоустройство  
населенных пунктов. Газификация. Утилизация  
отходов. Экология. Энергоресурсосбережение.



**ДРЕВСТРОЙЭКСПО**

7-я специализированная выставка  
Лесопродукция. Оборудование для деревообра-  
тывающей и мебельной промышленности.



**ДОРОГИ. МОСТЫ**

3-я специализированная выставка.  
Дорожная техника. Оборудование. Технологии  
строительства, реконструкции, ремонта  
и содержания дорог, мостов, путепроводов.

**СИБИРСКАЯ  
СТРОИТЕЛЬНАЯ  
НЕДЕЛЯ**



Генеральный  
информационный спонсор:  
"СтройБизнесМаркет"  
Санкт-Петербург

Организатор: МВЦ "ИнтерСиб", тел. (3812) 25-84-87,  
факс (3812) 25-72-02, E-mail: fair@intersib.ru, http://www.intersib.ru

26-29 сентября  
г. Уфа

**ФОРУМ  
УРАЛСТРОЙИНДУСТРИЯ-2006**

XVI международная выставка

Организатор:  
Башкирская выставочная компания  
450022, Уфа, а/я 52  
тел./факс: (3472) 53-38-00, 53-14-13, 53-14-33  
e-mail: bvk2006@mail.ru  
www.bvkexpo.ru

СТРОИТЕЛЬНЫЕ  
МАТЕРИАЛЫ

Л.М. СУЛИМЕНКО, д-р техн. наук, Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева (Москва), Л.А. УРХАНОВА, канд. техн. наук, Восточно-Сибирский государственный технологический университет (г. Улан-Удэ, Республика Бурятия)

## Пути снижения энергетических затрат на производство известково-кремнеземистых вяжущих веществ

Для снижения энергоемкости производства вяжущих веществ и бетонов необходимо научно обоснованное управление энергетическими затратами на их производство. Большое число факторов, влияющих на изменение энергоемкости вяжущих и бетонов, можно условно разделить на две группы – факторы внутренние и внешние. Ряд внешних факторов, таких как способ тепловлажностной обработки, характеристики теплоносителя, организация технологического процесса при постановке конкретного эксперимента, могут приниматься как постоянные. При выполнении этого условия для сравнения энергозатрат при производстве различных вяжущих материалов решающее значение приобретают такие факторы, как изменение состава вяжущих, физическое (энергетическое) состояние компонентов, дисперсность, вид измельчительного оборудования для тонкого помола вяжущих.

Такой подход был использован для выявления наиболее рационального, наименее энергоемкого способа механоактивации природных сырьевых и техногенных материалов Забайкалья для получения эффективных известково-кремнеземистых вяжущих (ИКВ). В качестве кремнеземистых компонентов для синтеза ИКВ были использованы силикатные и алюмосиликатные породы (кварцит, перлит) и техногенные продукты (зола) Забайкалья.

Механоактивацию вяжущих веществ осуществляли следующими способами:

- ударно-истирающим с различной интенсивностью воздействия (шаровая и планетарная мельницы);
- истирающим (стержневой виброистиратель);
- ударным и соударным с различной скоростью удара (дезинтегратор).

Основным варьируемым параметром при помоле вяжущих – известково-перлитового (ИПВ), известково-золяного (ИЗВ), известково-кварцитового (ИКВВ) была продолжительность измельчения в различных измельчителях.

Общие энергетические затраты на производство ИКВ определяются исходя из зависимости (1):

$$Q = Q_i P_i + Q_{п}, \quad (1)$$

где  $Q_i$  – энергетические затраты на производство  $i$ -го компонента вяжущего (кДж/кг);  $P_i$  – доля  $i$ -го компонента в вяжущем;  $Q_{п}$  – энергетические затраты на помол вяжущего (кДж/кг).

В свою очередь, энергозатраты на производство компонентов определяются по зависимостям (2, 3) [1]:

- для производства природных кремнеземсодержащих материалов ( $Q_{п.м.}$ ):

$$Q_{п.м.} = Q_{д} + Q_{др} + Q_{г} + Q_{т}, \quad (2)$$

где  $Q_{д}$  – энергозатраты на добычу;  $Q_{др}$  – энергозатраты на дробление;  $Q_{г}$  – энергозатраты на грохочение;  $Q_{т}$  – энергозатраты на транспортирование;

- для производства извести ( $Q_{изв.}$ ):

$$Q_{изв.} = Q_{д} + Q_{др} + Q_{г} + Q_{о} + Q_{дри} + Q_{т}, \quad (3)$$

где  $Q_{о}$  – энергозатраты на обжиг;  $Q_{дри}$  – энергозатраты на дробление извести;  $Q_{т}$  – энергозатраты на транспортирование известняка и извести.

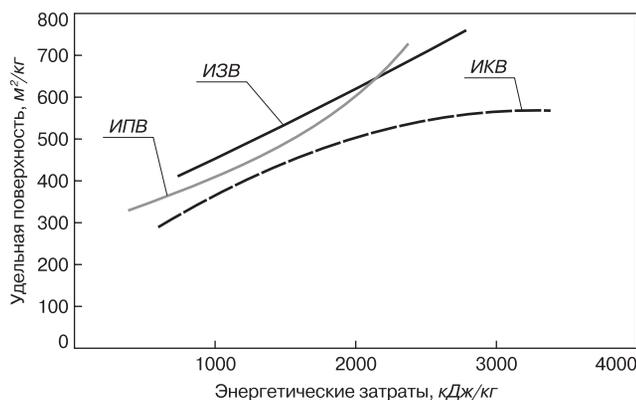
Согласно [1] величина затрат энергии на производство, например эффузивных пород, к числу которых относятся перлитовые породы, используемые нами в исследованиях, составляет 120–130 кДж/кг, а на производство извести – 3815 кДж/кг. Очевидно, что значительное влияние на общие энергозатраты оказывают затраты на обжиг извести и помол вяжущего. Уменьшение энергозатрат на производство ИКВ возможно в первую очередь за счет снижения доли извести в вяжущем и энергозатрат на помол. Однако содержание извести в составе вяжущего должно быть снижено лишь до оптимальных пределов, так как известь играет важнейшую роль в процессах синтеза гидросиликатов кальция как при нормальных условиях, так и при гидротермальной обработке, в формировании структуры искусственного камня и обеспечении его структурно-технических свойств. Поэтому наиболее перспективным представляется поиск путей снижения энергетических затрат на помол вяжущего.

Как показали ранее выполненные исследования [2, 3], энергозатраты на помол вяжущего зависят от физического состояния кремнеземсодержащей породы, состава вяжущего и типа используемого помольного оборудования. Наибольшее распространение на практике получило измельчение вяжущих материалов в шаровых трубных мельницах, однако высокая их энергоемкость и низкий КПД обусловили появление конкурирующих измельчителей – роликовых, вибрационных, струйных и др.

Различные типы измельчителей характеризуются, с одной стороны, различной энергонапряженностью, определяющей возможность тонкого измельчения материалов, а с другой – общими и удельными энергетическими затратами на процесс их измельчения. Зависимость степени дисперсности известково-кремнеземистых вяжущих от удельных энергетических затрат на их помол в различных измельчителях представлена в таблице.

Полученные результаты свидетельствуют, что с ростом степени дисперсности вяжущих в различных измельчителях удельные энергозатраты  $E$  на увеличение поверхности возрастают. При этом наименьшие энергозатраты характерны для измельчения на стержневом виброистирателе, в частности для известково-перлитового и известково-золяного вяжущих, далее следует планетарная мельница. Однако в планетарной мельнице достигается высокая степень дисперсности (900–1000 м<sup>2</sup>/кг) и более тонкий гранулометрический состав. Аналогичные результаты наблюдаются при анализе удельных энергетических затрат на приrost удельной поверхности ИКВ. Наименьшие численные показатели энергозатрат присущи для планетарной мельницы и виброистирателя – для известково-перлитового вяжущего 0,06–0,33 кДж/м<sup>2</sup> при измельчении на виброистирателе до 500–800 м<sup>2</sup>/кг и 0,49–1,75 кДж/м<sup>2</sup> при измельчении в планетарной мельнице.

Вид измельчителя	Вид вяжущего	Время измельчения, мин	Удельная поверхность на ПСХ, м <sup>2</sup> /кг	Удельные энергетические затраты, кДж/кг	Удельные энергозатраты, кДж /м <sup>2</sup>	
					на рост поверхности E/S <sub>уд</sub>	на прирост поверхности E/ΔS <sub>уд</sub>
Шаровая мельница	ИПВ	60	330	396	1,2	–
		180	440	1120	2,55	6,58
		270	540	1780	3,3	6,6
		360	720	2380	3,31	3,33
	ИЗВ	120	410	730	1,78	–
		240	550	1580	2,87	6,07
		360	690	2380	3,45	5,71
		420	760	2770	3,64	5,57
	ИКВВ	90	290	590	2,03	–
		210	430	1390	3,23	5,71
		330	530	2180	4,11	7,9
		510	570	3370	5,91	29,75
Планетарная мельница	ИПВ	0,5	850	420	0,49	–
		1	910	840	0,92	7
		1,5	1030	1260	1,22	3,5
		2	960	1680	1,75	6
	ИЗВ	0,5	410	420	1,02	–
		1	530	840	1,58	3,5
		3	640	2520	3,94	15,27
		5	700	4200	6	28
	ИКВВ	0,5	470	420	0,89	–
		1	580	840	1,45	3,82
		2	590	1680	2,85	84
		3	620	2520	4,06	28
Виброистиратель	ИПВ	0,25	490	22	0,04	–
		0,5	550	45	0,08	0,38
		1,5	600	135	0,23	1,8
		2	700	180	0,26	0,45
		3	810	270	0,33	0,82
	ИЗВ	0,25	370	22	0,06	–
		0,5	390	45	0,12	1,15
		1	440	90	0,2	0,9
		1,5	530	135	0,25	0,5
		2	620	180	0,29	0,5
	ИКВВ	2	250	180	0,72	–
		3	310	270	0,87	1,5
		7	350	630	1,8	9
		9	370	810	2,19	9
Дезинтегратор	ИПВ	1000 об/мин	450	1430	3,18	–
		1200 об/мин	470	1710	3,64	14
		1500 об/мин	480	2140	4,46	43



При сравнении затрат энергии на процесс измельчения различных вяжущих до одинаковой степени дисперсности наибольшие энергозатраты характерны для измельчения известково-кварцитового вяжущего в различных измельчителях. Например, при измельчении в шаровой мельнице до удельной поверхности 410–440 м<sup>2</sup>/кг энергетические затраты на помол для известково-кварцитового вяжущего составляют 1390 кДж/кг, для известково-золяного – 730 кДж/кг, для известково-перлитового – 1120 кДж/кг (см. рисунок). Естественно, меньшие энергетические затраты на активацию требуются тем вяжущим композициям, которые содержат компоненты, уже имеющие высокий исходный энергетический уровень. При этом численные значения снижения энергетических затрат хорошо коррелируют с величинами увеличения исходного энергетического уровня компонентов вяжущих композиций. Это соответствие основано на первом начале термодинамики. Таким образом, для создания энергосберегающих технологий необхо-

димо использование в бесклинкерных вяжущих энергонасыщенных алюмосиликатных компонентов, имеющих большое значение энтальпии растворения ( $\Delta H_p^{HF}$ ). Это достижимо при использовании либо естественно энергонасыщенных (перлит), либо искусственно энергонасыщенных (зола-унос) компонентов. Особенно перспективной представляется механоактивация техногенных продуктов. Шлаки и золы, подвергнутые ранее тепловой обработке, наиболее восприимчивы к механоактивации, позволяющей высвободить часть скрытой химической энергии. При их измельчении большая часть механической энергии расходуется на дотацию химических реакций твердения.

Проведенный анализ влияния удельных энергозатрат на рост и изменение дисперсности ИКВ показал, что наименьшие энергозатраты характерны для измельчения вяжущих в планетарной мельнице и на стержневом виброистирателе. Учитывая, что в этих измельчителях достигается высокая удельная поверхность и содержание тонкодисперсных фракций (<20 мкм) ИКВ, эти аппараты можно считать наиболее рациональными и наименее энергоемкими диспергаторами. Используя эти измельчители для помола вяжущих веществ, можно в целом снизить энергетические затраты на их производство.

#### Список литературы

1. Магдеев У.Х., Баженов Ю.М., Цыремпилов А.Д. Энергосберегающие технологии вяжущих и бетонов на основе эффузивных пород. М.: РААСН. 2002. 348 с.
2. Сулименко Л.М., Урханова Л.А. Активированные известково-кремнеземистые вяжущие и изделия на их основе // Техника и технология силикатов. 1995. № 3–4. С. 17–21.
3. Сулименко Л.М., Шалуненко Н.И., Урханова Л.А. Механохимическая активация вяжущих композиций // Известия вузов. Сер. «Строительство». 1995. № 11. С. 63–68.

## VI-я Всероссийская научно-практическая конференция Техника и технология производства теплоизоляционных материалов из минерального сырья

31 мая – 2 июня 2006 г.

Алтайский край, г. Белокуриха

#### Тематика конференции:

- теплозвукоизоляционные материалы из минерального сырья и техногенных отходов;
- ресурсо- и энергосберегающие технологии;
- машины и аппараты производственных процессов;
- средства автоматизации и контроля;
- композиционные материалы, армированные минеральными волокнами;
- связующие в производстве теплоизоляционных и конструкционных материалов;
- методы испытаний материалов и изделий;
- экология и мониторинг;
- обзор рынка теплоизоляционных материалов, сырьевые и инновационные возможности.

#### Оргкомитет:

– Ассоциация разработчиков технологий и производителей изоляционных материалов из минерального сырья «Росминизоляция»

www.A-RMI.ru

– ФГУП «Федеральный научно-производственный центр «Алтай»

www.frpc.secna.ru  
e-mail: post@frpc.secna.ru  
Тел. (3854) 30-47-67  
Чернов Александр Вячеславович

– Институт проблем химико-энергетических технологий СО РАН

e-mail: admin@ipcet.ru  
Тел. (3854) 30-59-06,  
Новоселова Светлана Николаевна

## Волновой характер деформирования материала

Характер разрушения композиционных материалов определяется его внутренней структурой и текстурой. Структура материала – результат протекания двух противоположно направленных процессов – формирования (самоорганизации) и разрушения. Внешняя энергия, приложенная к образцу, затрачивается на изменение положения структурных элементов, растяжение или сжатие внутренних связей, развитие дефектов и нарушение сплошности структуры материала, что, в свою очередь, приводит к его разрушению. Изучение характера деформирования и разрушения позволяет выделить несколько общих характерных черт:

- характер разрушения зависит от скорости приложения нагрузки и возраста материала;
- структура материала характеризуется параметрами регулярности и дефектности, определяющими взаимодействие структурных элементов;
- материал включает структурные элементы различных геометрических размеров и уровня значимости;
- в процессе деформирования в зависимости от основных характеристик проявляются упругие, пластические или вязкие свойства и деформации ползучести.

Процессы деформирования, трещинообразования и разрушения протекают неравномерно во всем объеме материала. При этом трещины обычно распространяются по направлению действия растягивающих, сдвигающих и скручивающих напряжений.

Неоднородность во времени и в объеме процесса деформирования и разрушения материалов можно объяснить, предположив, что перемещение деформаций структурных элементов при приложении нагрузки соответствует движению волны деформаций – смещению фронта развития и передачи деформаций между структурными элементами разного уровня. Схематично это можно представить как передачу внутренних усилий между соседними структурными элементами, как представлено на рис. 1. Для упрощения на схеме структурные элементы моделируются сферическими, а связи представлены упругими элементами.

Учет временного фактора приводит к тому, что волна деформаций распространяется с конечной скоростью, равной приблизительно  $2/3-1$  скорости звука. В волне деформации движутся со скоростью, сопоставимой со скоростью звука в данном материале [1].

Учет волнового характера развития деформаций в материале позволяет увязать этот процесс с характером трещинообразования в материале и во многом объясняет сложность данного процесса. Трещины в зависимости от скорости деформирования и уровня действующих усилий могут медленно затухать или лавинообразно продвигаться. А.В. Саталкин считал, что деформации ползучести и пластические имеют схожий механизм проявления [2]. Сложен и вопрос проявления длительного упругого последействия в материалах, например в бетоне [3].

Объяснить это возможно тем, что достижение первичной волной деформирования границы материала приводит к ее отражению с изменением направления продвижения. Схема движения волны деформаций в образце кубической формы представлена на рис. 2. Необходимо выделить первичную волну и отраженные волны, продвижение которых и будет обуславливать развитие длительных, хотя и затухающих, деформаций ползучести, что обуславливается потерей энергии за счет внутреннего трения и развития дефектов. Разрушение материала прекращает процесс деформирования за счет нарушения сплошности структуры при образовании магистральных трещин.

На схеме, приведенной на рис. 2, видно, что волны деформирования движутся непрерывно, это обуславливает развитие длительных упругих деформаций последействия, ползучести и т. п. Фронт волны, достигнув границы материала, отражается и изменяет свое направление. Отражение волн в разных точках объема приводит к временному отставанию даже вторичных волн, рождающихся в разных точках. Подобный процесс приводит к формированию протяженных опасных зон, в которых встречаются одновременно волны деформаций, что определяет места формирования магистральных трещин, приводящих к разрушению материала. Опасную зону для развития магист-

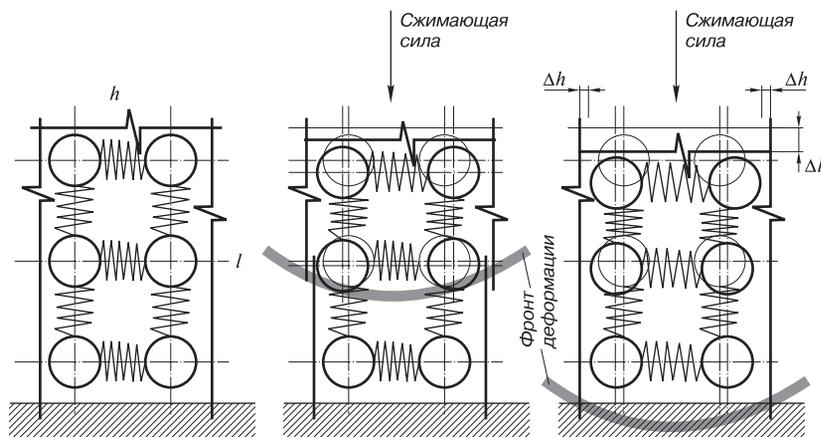


Рис. 1. Схема взаимодействия структурных элементов при продвижении волны деформаций

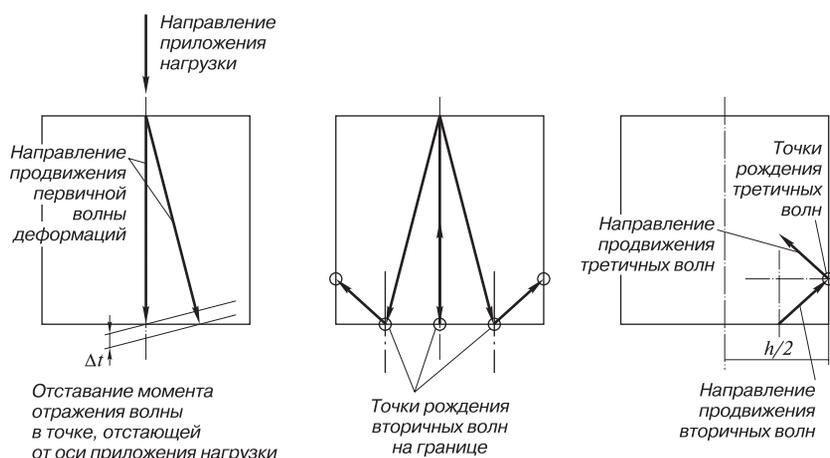


Рис. 2. Схемы продвижения волн деформирования

ральных трещин представляет линия наиболее вероятной встречи отраженных волн деформаций, что будет определять схему разрушения материала. При этом существенное значение будет иметь форма образца, поскольку расположение границ влияет на протяженность и положение опасной зоны, а значит, на скорость продвижения трещин и характер разрушения материала.

Отраженные волны продвигаются в направлении, перпендикулярном линии первоначального прило-

жения нагрузки, что вызывает поперечные растягивающие деформации в материале. При этом часть энергии теряется за счет рассеяния, развития дефектов и трещин, что объясняет меньшую предельной величину поперечных деформаций.

Часть энергии волны затрачивается на нарушение целостности структуры и развитие дефектов и трещин, а также на запасание энергии упругих деформаций. При накоплении дефектов до критического уровня происходит лавинообразное

продвижение трещины, что приводит к разрушению материала. Суммарная энергия волн будет определять постепенно затухающее или лавинообразное развитие трещин, а значит, изменяя скорость продвижения волны в материале, можно регулировать его трещиностойкость, стремясь снизить количество волн, одновременно встречающихся в опасной зоне. Этого же, например, можно добиваться, меняя контуры конструкции, а также изменяя структуру и свойства материалов, вводя демпфирующие добавки.

Предположение о волновом характере деформирования связывает этот процесс с трещинообразованием в характерных зонах, а также с нарушением целостности структуры и объясняет его неравномерность во времени и в объеме материала.

**Список литературы**

1. Филин А.П. Прикладная механика твердого деформируемого тела. Т. 1. М.: Наука. 1975. 828 с.
2. Саталкин А.В., Сенченко Б.А. Раннее нагружение бетона и железобетона в мостостроении. М.: Автотрансиздат. 1956. 250 с.
3. Гансен Г. Ползучесть и релаксация напряжений в бетоне. М.: Госстройиздат. 1963. 125 с.



**РНТО строителей, ассоциация «Недра»  
приглашают на 12-ю международную конференцию**



**«Технология, оборудование и сырьевая база горных предприятий промышленности строительных материалов»**

**6–8 сентября 2006 г.**

**Москва**

**Тематика конференции:**

- минеральные и альтернативные сырьевые ресурсы, охрана окружающей среды;
- технология горных работ;
- технология переработки различных видов сырья;
- новое горное оборудование и приборы;
- требования потребителей к продукции горных предприятий.

Доклады, принятые оргкомитетом, будут опубликованы до начала конференции.

Тексты докладов объемом не более 10 тыс. знаков и иллюстрационные материалы в соответствии с техническими требованиями (см. сайт в Интернет [www.rifsm/avtoram.php](http://www.rifsm/avtoram.php))

просим направлять по эл. адресу: [mail@rifsm.ru](mailto:mail@rifsm.ru) с пометкой «На конференцию нерудников» не позднее 5 июня 2006 г.

**На вопросы об участии в конференции вам ответят по телефону (495) 915-22-56, 915-31-02**

## Совершенствование технологии производства изделий из легких бетонов

Ужесточение нормативов в теплотехнических расчетах ограждающих конструкций привело к необходимости пересмотра качества выпускаемых стеновых материалов, к поиску путей улучшения их теплофизических показателей. Важнейшим вопросом повышения эффективности производства ограждающих конструкций из легких бетонов для сельского и коттеджного строительства является улучшение их теплозащитных свойств, обеспечивающее снижение расхода тепла на отопление зданий при одновременном уменьшении материалоемкости и трудоемкости производственных процессов.

Используемые различные варианты и технологические схемы производства легких бетонов на шлаковых и золошлаковых заполнителях с добавкой высокоэффективных пенопластов и других материалов, как правило, обладают одним существенным недостатком: ограждающая конструкция имеет четкое разделение на конструктивные и теплоизоляционные слои с резким перепадом теплофизических показателей. Этот факт приводит к интенсивному конденсатообразованию на границе перехода от одного слоя к другому, что для условий Сибири с ее длительной зимой и коротким дождливым летом только усугубляет картину накопления влаги в период эксплуатации зданий.

Перспективным направлением улучшения теплофизических свойств материалов является применение зол, шлаков, отходов асбестоцементного производства в сочетании с органическим крупным заполнителем. Это позволяет снизить на 20–50% материалоемкость конструкций, уменьшить на 15–25% расход тепловой энергии на отопление зданий, сократить расход цемента до 40% и кондиционного мелкого заполнителя на  $0,2–0,3 \text{ м}^3/\text{м}^3$  бетонной смеси при снижении общей стоимости стеновых конструкций в полтора-два раза. Золошлаковые отходы представляют собой мелкий заполнитель, который может полностью заменить песок в легких бетонах. Золошлаковые отходы имеют высокую пористость, что позволяет снизить среднюю плотность легких бетонов при замене кварцевого песка золой примерно на  $250–400 \text{ кг}/\text{м}^3$ . При этом улучшается формуемость изделий и обеспечивается сохранность формы при немедленной распалубке.

Не менее эффективный путь улучшения качества легких бетонов – использование отходов асбестоцементного производства, что позволяет уменьшить коэффициент теплопроводности и обеспечить микроармирование цементно-золевой матрицы.

Одним из резервов снижения расхода цемента в легких бетонах является формирование изделий с интегральной структурой по принципу изменяющейся гранулометрии по толщине ограждающих легкобетонных конструкций. Это достигается за счет распределения крупного заполнителя больших размеров в середине и уменьшения диаметра гранул к периферии. При этом мелкий заполнитель в средней части изделия не используется, а составы с крупным заполнителем представляют собой крупнопористый легкий бетон. Такой подход обеспечивает увеличение пористости, снижения плотности бетона за счет резкого

уменьшения цементно-песчаной составляющей, что фактически приводит к значительному уменьшению коэффициента теплопроводности (рис. 1).

Прочностные характеристики такого легкого бетона, как это подтверждается опытом, для малоэтажного домостроения почти всегда превышают требуемые величины и фактически воспринимаемые нагрузки и воздействия. К достоинствам такого подхода в формировании ограждающих конструкций может быть отнесено отсутствие резких перепадов в значениях коэффициента теплопроводности различных слоев, что обязательно приводит к образованию конденсата на границе раздела фаз. В данном случае пористая внутренняя структура позволяет не только создать условия для осушения конструкции в течение года, но и обеспечивает плавный переход температурного фронта через ограждающую конструкцию. Упорядочение технических и эксплуатационных требований к легкому бетону и конструкциям из него, а также правильный их расчет могут стать одним из путей дополнительного снижения расхода цемента в малоэтажном сельском строительстве.

Повышенный расход цемента для приготовления легкобетонной смеси на пористых шлаковых заполнителях объясняется значительной развитой удельной поверхностью частиц по сравнению с плотными каменными материалами и керамзитом, зерна которого имеют плотную оболочку. В связи с этим необходимо осуществлять модифицирование поверхности пористых шлаковых заполнителей различными природными или синтетическими составами для образования защитной пленки и уменьшения открытой пористости. Хорошие результаты получаются при использовании в легких бетонах гидрофобизирующих поверхностно-активных

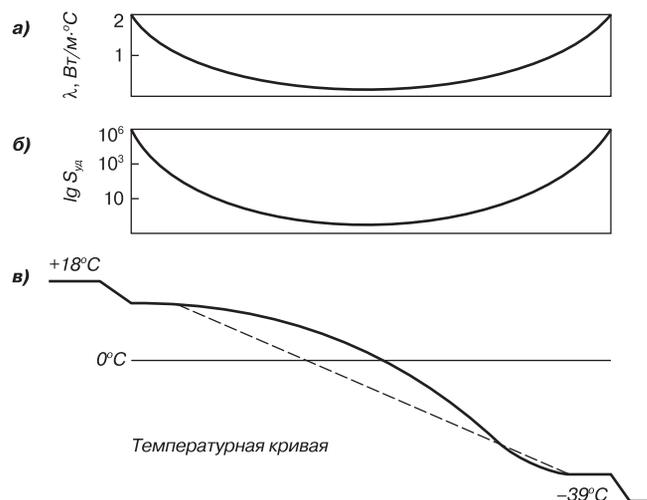


Рис. 1. Бетон с интегральным расположением крупного заполнителя: а – зависимость коэффициента теплопроводности  $\lambda$ ; б – распределение удельной площади поверхности зерен заполнителя  $S_{уд}$ ; в – распределение температуры при температуре внешней среды  $-39^\circ\text{C}$  и внутренней  $+18^\circ\text{C}$

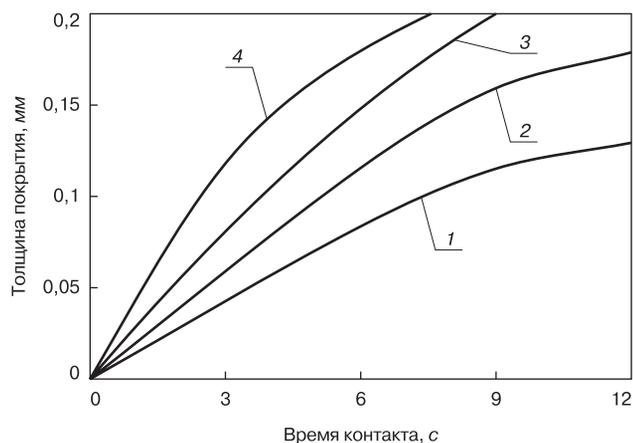


Рис. 2. Влияние времени контакта на толщину покрытия: 1 – фенолформальдегидная смола; 2 – латекс СКС-65ГП; 3 – битумная эмульсия; 4 – жидкое стекло

добавок продуктов нефтехимии и нефтепереработки, а также широко апробированных на практике кремнийорганических жидкостей.

Может быть использован двухстадийный технологический прием приготовления легкого бетонной смеси. На первом этапе сначала смешивают крупный заполнитель с пылевидной минеральной добавкой, например золой, молотыми отходами камнедробления, гипсом и др., и частью воды, а на втором этапе добавляют в смесь цемент, песок и оставшуюся расчетную часть воды. Большую экономию цемента дает также предварительная обработка пористых заполнителей жидкими гипсовыми или гипсоизвестковыми растворами, что, однако, может существенно увеличить плотность пористого заполнителя.

Еще одним из вопросов, требующих практического решения, является защита цементного камня от воздействия заполнителя. Поскольку древесная кора, солома, камыш, отходы деревообработки содержат редуцирующие вещества, которые отрицательно воздействуют на цементный камень и существенно снижают прочность бетона, был проведен анализ способов нейтрализации и защиты заполнителя. Традиционно используемые методы нейтрализации древесины и коры в зависимости от направления улучшения свойств арболита не могут дать требуемого эффекта. Проведенный анализ литературы позволил установить, что подавляющее большинство работ по совершенствованию состава, технологий производства арболита и повышению его качества связано с нейтрализующими добавками узконаправленного или комплексного воздействия. Однако получаемый при этом легкий бетон не отличается от арболита (ГОСТ 19222–84 «Арболит и изделия из него. Общие технические условия»): прочность при сжатии не более 3,5 МПа, расход цемента 400–450 кг/м<sup>3</sup>. Кроме того, процесс приготовления древесного заполнителя сопровождается значительными затратами на минерализатор, расход которого возможен до 40–50 кг/м<sup>3</sup>, что приводит не только к удорожанию арболита, но и существенно снижает его теплофизические показатели без ощутимого увеличения прочности. Поэтому был принят другой принцип нейтрализации — создание защитной пленки из полимерной или комплексной композиции.

Учитывая характеристики крупного заполнителя, были определены экономически обоснованные потребности защитного материала для создания качественного покрытия. На первом этапе готовились образцы из органических отходов, на поверхность которых наносилось защитное покрытие из различных композиционных материалов: фенолформальдегидная смола СФЖ-3086,

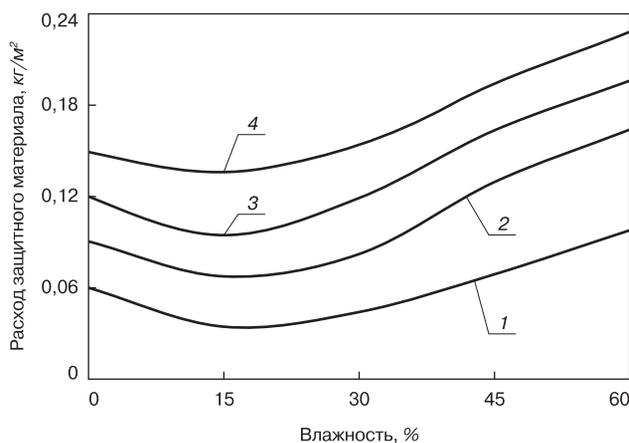


Рис. 3. Влияние влажности органического заполнителя на расход защитного покрытия: 1 – фенолформальдегидная смола; 2 – латекс СКС-65ГП; 3 – битумная эмульсия; 4 – жидкое стекло

латекс СКС 65-ГП, битумная эмульсия, жидкое стекло. После получения пленки на поверхности образцов определялась толщина защитного покрытия и рассчитывался расход композиций для каждого случая (рис. 2).

Следует отметить, что средняя толщина образуемой на поверхности заполнителя пленки составляла около 0,1 мм для фенолформальдегидной смолы и латекса и 0,15–0,2 мм для битумной эмульсии и жидкого стекла. Таким образом, можно определить расход пленкообразующего компонента для получения плотной и надежной защиты. Установлено влияние влажности исходного сырья на расход жидкой композиции (рис. 3). Однако изучение качества покрытия, т. е. сплошности защитной пленки на заполнителе из коры, резки соломы и отходов деревообработки, показало, что минимальный расход жидкого пленкообразующего материала не обеспечивает требуемой степени защиты ввиду весьма развитой пористости заполнителя. Поэтому были разработаны полимерсиликатные композиции.

Реализация производства легкого бетона по принципу создания интегральной структуры, обеспечивающей плавный переход от слоев с высоким коэффициентом теплопроводности к теплозащитному слою за счет перераспределения крупного пористого заполнителя по мере увеличения его размеров к середине ограждающей конструкции и размещения более мелких частиц у периферии, потребовала разработки специальных формовочных устройств и приспособлений. Были изготовлены специальные сепараторы и фракционные разделители, позволившие формовать изделия в соответствии с теоретическими исследованиями и предположениями различных составов легких бетонов с интегральной структурой на основе золошлаковых отходов и пористых структурообразующих заполнителей в виде гранулированных отходов деревообработки, соломы, лузги, камыша, коры и др. Выполнены теплотехнические расчеты ограждающих конструкций и сформулированы основные исходные параметры для моделирования процесса тепломассопереноса в стенах из легкого бетона с интегральной структурой. Получены зависимости рецептурно-технологических показателей и их влияние на свойства легкого бетона в широком диапазоне заданных требований. Предлагаемая технология проходит апробацию на предприятиях строительной индустрии Новосибирска и Новосибирской области. Предварительные расчеты показывают целесообразность и высокую эффективность предлагаемой концепции совершенствования технологии производства изделий из легкого бетона на пористых органических заполнителях.

С.В. ФЕДОСОВ, д-р техн. наук, чл.-корр. РААСН, А.М. ИБРАГИМОВ, Л.Ю. ГНЕДИНА, Л.Н. АКСАКОВСКАЯ, А.В. ГУЩИН, кандидаты технических наук, Ивановский государственный архитектурно-строительный университет

## Нестационарный процесс теплопереноса в монолитном железобетонном перекрытии при использовании термоактивной опалубки Часть II

В первой части работы [1] сделан вывод о необходимости утепления открытой поверхности бетона монолитного перекрытия при зимнем бетонировании. Таким образом, конструкция палубы становится трехслойной. Для решения задачи применим комбинированный метод расчета теплопроводности многослойных конструкций [2].

Тогда на границе бетон – утеплитель в рассматриваемых случаях – А, не учитывающем тепловыделение при гидратации цемента, и Б, учитывающем тепловыделение, граничные условия третьего рода преобразуются граничные условия первого рода:

$$t(\delta_2, t) = t_{\delta}, \quad (1)$$

где  $t_{\delta} = 40^{\circ}\text{C}$  – температура режима прогрева бетона.

Общие решения для слоя бетона примут вид:

Случай А:

$$T(\bar{x}, Fo) = Ki \left[ (1 - \bar{x}) - 8 \sum_{n=1}^{\infty} \frac{\cos(\mu \cdot \bar{x})}{\pi^2 n^2} \cdot e^{\left(-\frac{\pi^2 n^2}{4} Fo\right)} \right] + 2 \sum_{n=1}^{\infty} \cos(\mu \cdot \bar{x}) \cdot e^{\left(-\frac{\pi^2 n^2}{4} Fo\right)} \cdot \int_0^1 T_0(\xi) \cos(\mu \cdot \xi) d\xi. \quad (2)$$

Случай Б:

$$T(x, Fo) = Ki(1 - \bar{x}) - 2Ki \sum_{n=1}^{\infty} \frac{\cos(\mu \cdot \bar{x})}{\mu_n^2} - 2 \sum_{n=1}^{\infty} (-1)^n \cos\left(\bar{x} \left(-\frac{\pi}{2} + \pi n\right)\right) \cdot e^{\left(-\frac{\pi^2 n^2}{4} Fo\right)} \int_0^1 T_0(\xi) d\xi \cdot \sin\left[\left(-\frac{\pi}{2} + \pi n\right)(1 - \xi)\right] d\xi - 2 \int_0^1 \sum_{n=1}^{\infty} (-1)^n \cos\left(\bar{x} \left(-\frac{\pi}{2} + \pi n\right)\right) \cdot \sin\left[\left(-\frac{\pi}{2} + \pi n\right)(1 - \xi)\right] \int_0^{Fo} P_0(\xi, Fo^*) \cdot e^{\left(-\frac{\pi^2 n^2}{4} (Fo - Fo^*)\right)} dFo^* d\xi, \quad (3)$$

где  $\mu_n$  – корни характеристического уравнения  $\cos \mu_n = 0$ .

На рис. 1. графически представлена зависимость времени  $\tau$  прогревания слоя бетона (толщиной 200 мм) до  $40^{\circ}\text{C}$  на границе III от толщины утепляющего слоя  $\delta$  из пенополистирола при удельной мощности термоопалубки  $1000 \text{ Вт/м}^2$ , начальной температуре бетонной смеси  $15^{\circ}\text{C}$  и температуре наружного воздуха  $-15^{\circ}\text{C}$ .

При расчете по формулам (11) [1] и (3) для определения критерия Померанцева были использованы зависимости, полученные в работе [3] (рис. 2).

Анализ результатов расчета показывает, что при варьировании активностью термоопалубки и толщиной утепляющего слоя можно оптимизировать процесс твердения бетона с точки зрения более равномерного распределения температуры по толщине слоя.

При уменьшении мощности теплового воздействия термоопалубки кривая 1 рис. 2 становится более пологой, что благоприятно сказывается на твердении бетона.

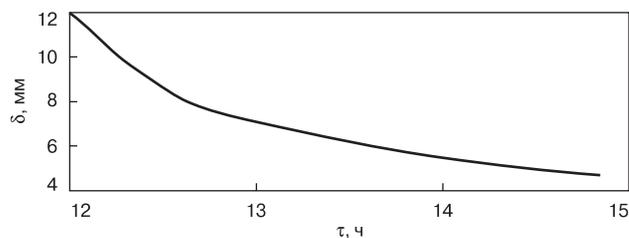


Рис. 1.

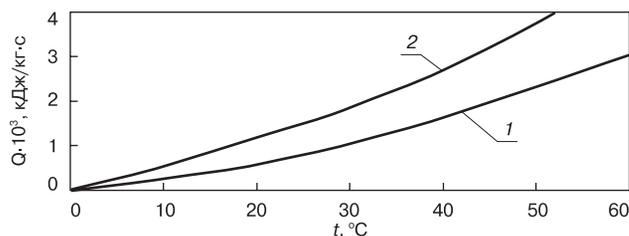


Рис. 2. Кинетика тепловыделения вследствие реакций гидратации портландцемента: 1 – по данным [3]; 2 – по данным ИГАСУ

В этом случае тепловыделение от гидратации цемента начинает играть существенную роль в структурообразующих процессах в теле бетона и сглаживает неравномерность распределения температурного поля по толщине слоя.

При уменьшении толщины утепляющего слоя время нагревания границы бетон – утеплитель до  $+40^{\circ}\text{C}$  также увеличивается.

Чем меньше толщина бетонной палубы, тем быстрее прогревается слой бетона и сокращается время нагревания границы бетон – утеплитель до  $40^{\circ}\text{C}$ .

При увеличении толщины палубы свыше 200 мм тепловая инерция конструкции незначительно сказывается на величине температур на границах II и III [1].

### Список литературы

1. Федосов С.В., Ибрагимов А.М., Гущин А.В. Нестационарный процесс теплопереноса в монолитном железобетонном перекрытии при использовании термоактивной опалубки. Часть I // Строит. материалы. 2006. № 2. С. 56–57.
2. Федосов С.В., Ибрагимов А.М., Гнедина Л.Ю. Взаимосвязанный теплоперенос в многослойных ограждающих конструкциях при несимметричных граничных и начальных условиях // Проблемы строительной теплофизики систем обеспечения микроклимата и энергосбережения в зданиях: Сб. докл. пятой научно-практической конференции. Москва, НИИСФ, 26–28 апреля 2000. С. 331–335.
3. Заседателев И.Б., Петров-Денисов В.Г. Тепло- и масоперенос в бетоне специальных промышленных сооружений. М: Стройиздат. 1973. 168 с.

Пятая Межрегиональная специализированная выставка

# СТРОЙМАРКЕТ. ЭНЕРГЕТИКА. ЖКХ

17 - 19 мая 2006г.  
г. Нижневартовск  
Дворец Искусств  
ул. Ленина, 7



Строительные и отделочные материалы, новые строительные технологии, строительная и дорожная техника, фасадные и кровельные материалы, окна, двери, ворота, пиломатериалы, бетонные изделия, кирпич, металлопрофиль, лакокрасочные материалы, инструменты, спецодежда и средства защиты, дизайн интерьеров, ландшафтная архитектура. Энергоснабжение. Газоснабжение. Теплоснабжение. Водоснабжение. Энергосберегающие технологии и материалы, системы отопления, вентиляции, водоснабжения, канализации, приборы учета тепла, света и воды.

Организатор:  
**СИБЭКСПОСЕРВИС-Н**  
(383) 335-63-50, 335-63-51,  
335-63-52, 333-29-84  
E-mail: ses@math.nsc.ru www.ses.net.ru

ПРИГЛАШАЕМ ПРИНЯТЬ УЧАСТИЕ  
В РАБОТЕ ВЫСТАВКИ

## Архитектура. Градостроительство. Ландшафтный дизайн. специализированная выставка

В рамках работы выставки - Всероссийская научно-практическая конференция "Градостроительство. Реставрация и реконструкция российских городов"

**Ярославль, 8-10 июня 2006**

### Разделы выставки:

- Архитектурные и градостроительные системы
- Архитектурные проекты реставрации
- Ландшафтное проектирование и благоустройство
- Малые архитектурные формы
- Оборудование для обустройства садовых прудов, бассейнов
- Системы водоснабжения
- Строительные технологии, материалы
- Спецодежда
- Дорожная техника

Оргкомитет: (4852) 45-06-46, 73-28-87

E-mail: info@energo-resurs.ru

Сайт выставки: www.energo-resurs.ru

В РАМКАХ ПРАЗДНОВАНИЯ  
ДНЯ ГОРОДА ИЖЕВСКА

МИНИСТЕРСТВО СТРОИТЕЛЬСТВА, АРХИТЕКТУРЫ И  
ЖИЛИЩНОЙ ПОЛИТИКИ УДМУРТСКОЙ РЕСПУБЛИКИ  
МИНИСТЕРСТВО ПРОМЫШЛЕННОСТИ И ТРАНСПОРТА  
УДМУРТСКОЙ РЕСПУБЛИКИ  
АДМИНИСТРАЦИЯ ГОРОДА ИЖЕВСКА  
УДМУРТСКАЯ ТОРГОВО-ПРОМЫШЛЕННАЯ ПАЛАТА  
ИЖЕВСКИЙ ЭКСПОЦЕНТР



VII МЕЖДУНАРОДНАЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ ВЫСТАВКА  
"ГОРОД XXI ВЕКА"

23-26 мая 2006 года

Строительство  
Архитектура  
Дизайн

Градостроительство  
Жилищно-коммунальное хозяйство  
Энергосбережение

Место проведения:  
г. Ижевск, ФОЦ "Здоровье", ул. Кооперативная, 9

426008, Удмуртская Республика  
г. Ижевск, ул. Карла Маркса, 244  
Тел./факс: (3412) 51-13-15, 52-64-40, 52-52-56, 52-62-92,  
43-30-37, 43-31-06, 43-24-50, 43-30-82  
E-mail: expo-mail@udm.net  
Сайт выставки:  
http://www.gorod.izhexpo.ru

Информационные спонсоры:  
**СТРОЙМАРКЕТ**  
**VIRA!**

X юбилейная специализированная выставка

г. Хабаровск



# Архитектура СТРОИТЕЛЬНАЯ ИНДУСТРИЯ

Д В региона

Город. Экология

25 - 28 мая

2006

Легкоатлетический манеж стадиона им. В. И. Ленина



fax: (4212) 34-61-29, 33-90-43 mail@expo.kht.ru

www.Khabexpo.da.ru

ОАО «Хабаровская международная ярмарка»