

## 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: (495) 124-3296  
124-0900  
E-mail: mail@rifsm.ru  
http://www.rifsm.ru

### Силикатный кирпич и автоклавный газобетон

С.В. ИВАНОВСКИЙ

#### Пластины «ВИЗО» в технологии производства силикатного кирпича . . . . . 4

Показана история возникновения технологии высокоизносостойкой обработки элементов пресс-форм для производства силикатного кирпича. Представлены современные возможности изготовления пресс-форм.

В.Г. РУБАНОВ, Е.В. ВЕТРОВ

#### Моделирование процесса прессования силикатного кирпича . . . . . 6

Рассматривается трехмерная математическая модель прессования силикатного кирпича, учитывающая изменение коэффициента трения смеси о стенки пресс-формы от расстояния участка смеси до стенок пресс-формы.

Л.А. УРХАНОВА, М.Е. ЗАЯХАНОВ, Е.Д. БАЛХАНОВА

#### Силикатный кирпич неавтоклавного твердения . . . . . 8

Изучена возможность производства силикатного кирпича на основе активированного известково-алюмосиликатного вяжущего. Приведены данные по оптимизации составов силикатных масс.

Е.А. СМИРНОВ

#### Костромской завод силикатного кирпича: 75 лет труда и созидания . . . . . 12

Показаны история развития одного из старейших предприятий Костромской области, современная технология и новый ассортимент продукции.

Н.И. ШЕВЧУК

#### ОАО «Сморгоньсиликатобетон»: вчера, сегодня, завтра! . . . . . 14

Описана 50-летняя история развития одного из крупнейших предприятий строительной индустрии Республики Беларусь по выпуску песчано-гравийных смесей. Предприятие развилось в современный комплекс по выпуску самых современных строительных материалов.

В.В. ОПЕКУНОВ

#### Прочность, однородность и анизотропия свойств пористых бетонов . . . . . 17

Приведены анализ влияния степени однородности на свойства пористых бетонов, схема расчета параметра однородности при различных способах получения. Сделан вывод о необходимости учета при расчете конструкций из сборных теплоизоляционных пористых бетонов параметров однородности плотности и анизотропии прочности.

Т. ШОХ, Р. РЫМАР

#### Исследование эксплуатационной влажности ячеистого бетона . . . . . 22

Показано, что эксплуатационная влажность газобетона (6–8%) достигается к концу первого года эксплуатации здания, а его адсорбционная способность наилучшим образом обеспечивает поддержание комфортных условий в здании.

### Юбиляры отрасли

С.И. ХВОСТЕНКОВ

#### О достоинствах мокрого способа производства портландцемента . . . . . 24

На основании анализа данных о работе различных цементных заводов за длительный период времени автор делает вывод о преимуществе мокрого способа производства цемента.

### Результаты научных исследований

Д.Р. ДАМДИНОВА, П.К. ХАРДАЕВ, В.В. БАТОДОРЖИЕВ, С.А. ЦЫРЕНОВ

#### Роль современных методов исследований при изучении структуры пеностекла . . . . . 30

На примере получения пеностекла показано, как данные рентгеноструктурного анализа, инфракрасной спектроскопии, дифференциально-термического анализа, электронной микроскопии наряду с химическим анализом позволяют судить не только о протекающих процессах, но и соответствующим образом подбирать технологические параметры.

В.М. АНАНЬЕВ, В.Н. ЛЕВЧЕНКО, А.А. ВИШНЕВСКИЙ

#### Использование золы-уноса в качестве добавки при производстве тяжелого бетона . . . . . 32

Исследована возможность замены части портландцемента золой сухого отбора от сжигания каменного угля в смесях для тяжелого бетона. Сделан вывод, что зола-уноса играет роль ускорителя схватывания, повышается прочность бетона, снижается его плотность.

В.И. ПАВЛЕНКО, Ю.В. ВЕТРОВА

#### Радиоактивность и эманация радона из плагиогранитов . . . . . 34

Сделана оценка влияния механической и термической обработки гранитов Яковлевского рудника. Показано, что при термообработке гранитов возрастает скорость эманации радона.

С.В. МИРОШНИЧЕНКО

**Метод управления и оценка эффективности материально-технического снабжения строительства** ..... 42

Предложена методика управления материально-техническим снабжением. Показан расчет эффективности предложенной методики на примере строительства жилого дома.

А.М. ПРОТАСЕВИЧ, Д.Д. ЯКИМОВИЧ, А.Б. КРУТИЛИН

**Фильтрация воздуха в стенах зданий с вентилируемым фасадом** ..... 44

Представлены результаты исследований процессов фильтрации в наружной теплоизоляции вентилируемых фасадов. Предложена классификация воздушных вентилируемых прослоек в зависимости от их конструктивной особенности.

Л.И. ГАНИНА, О.Н. КРАШЕНИННИКОВ, Ф.Д. ЛАРИЧКИН

**Эффективность использования отходов горнопромышленного комплекса Мурманской области в строительной отрасли** ..... 47

Приведена методика определения стоимостной оценки производственных отходов и определения с позиций экономики принципиальной возможности и эффективности их утилизации в строительстве.

Д.Д. ХАМИДУЛИНА, М.С. ГАРКАВИ, В.И. ЯКУБОВ, А.С. РОДИН, В.Н. КУШКА

**Отсевы дробления – эффективный способ повышения качества бетонов** ..... 50

Представлены результаты исследования свойств мелкозернистых бетонов на основе фракционированных отсевов дробления.

В.С. ДЕМЬЯНОВА, В.И. КАЛАШНИКОВ, Г.Н. КАЗИНА, С.М. САДЕНКО

**Экологические и технико-экономические аспекты использования отходов нерудной промышленности в производстве цемента** ..... 52

Приведены результаты исследования замены части клинкера в вяжущих тонкоизмельченными силицитовыми породами. Показано, что замена до 35% клинкерной составляющей не приводит к снижению прочности при сжатии в возрасте 28 сут.

**Начинающему автору. 11. Исправление стиля** ..... 55

**Материалы и конструкции**

В.В. ИВАНОВ, Н.А. ЧЕМЯКИНА, Ю.В. СОЛДАТОВА

**Расширение областей применения коротковолокнистого хризотила** ..... 57

Предложено использовать коротковолокнистый хризотил-асбест в пенобетонах, строительной керамике, резинотехнических и полимерных изделиях, клеях и герметиках.

Ш.Х. АМИНОВ, И.Б. СТРУГОВЕЦ

**Применение холодных асфальтобетонных смесей для круглогодичного ямочного ремонта автодорог** ..... 60

Приведена технология приготовления холодной асфальтобетонной смеси, подготовки дефектов покрытия дороги к ремонту и укладки смеси. Описан опыт применения холодного асфальтобетона при ямочном ремонте покрытия моста через р. Белую при –20°С.

Б.М. РУМЯНЦЕВ, П.С. ФЕДУСЕНКО

**Звукоизоляция и эксплуатационная стойкость волокнистых материалов** ..... 62

Представлены общие принципы защиты от воздушного шума. Подробно рассмотрена технология устройства многослойных систем для защиты от шума на основе легкой гипсокартонной каркасной перегородки и материалов ISOVER KT 40 и KL 37.

**Повышение эффективности производства и применения гипсовых материалов и изделий** ..... 64

М.М. КОСУХИН, Н.А. ШАПОВАЛОВ

**Повышение морозостойкости керамзитобетона полифункциональными модификаторами** ..... 66

Рассмотрены вопросы повышения морозостойкости модификаторами синергетического действия путем управления межфазными явлениями при гидратации и твердении вяжущих низкой водопотребности.

О.А. ЛУКИНСКИЙ

**Устройство и ремонт плавательных бассейнов** ..... 68

Предложена принципиально новая технология ремонта ванн бассейнов. Основные гидроизоляционные материалы – полиизоцианатные пропитки, мастики, полимеррастворы на основе полиизоцианатов. Обеспечивается водонепроницаемость в течение более 25 лет.

Р.Ш. САГИТОВ

**Современное состояние строительного комплекса Республики Башкортостан и перспективные направления развития промышленности строительных материалов и стройиндустрии** ..... 70

**Форум «Уралстройиндустрия–2006»** ..... 72

В.А. ВОЙТОВИЧ, Г.В. СПИРИН

**Материал Азь-соль на основе магниезиальных вяжущих** ..... 75

Разработан состав Древолит и технология заделки дефектов и мест разрушения деревянных материалов и конструкций. На его основе создан материал Азь-Соль. Введенный в его состав йод в виде комплексного соединения способен выделяться в воздух помещения. Материал отличается высокой технологичностью.

Т.А. СТАДНИК

**Строительные материалы для экологического домостроения в сельской местности** ..... 76

Представлены материалы на основе древесины, грунта, отходов сельскохозяйственного производства и торфа.

# СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ®

## №8

приложение к научно-техническому журналу «Строительные Материалы» №11-2006 г.

### ВНИМАНИЕ!

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

**70886** каталог «Пресса России»

**79809** каталог агентства «Роспечать»

### СОДЕРЖАНИЕ

Е.Г. ВЕЛИЧКО, А.Г. КОМАР, Т.И. ФИЛИМОНОВА, Е.М. ГОРДЕИХИН

**О физико-химической механике модификации бетона** ..... 2  
Исследовано влияние различных модификаторов на устойчивость тонкодисперсных пен. Показано, что правильно подобранный комплекс модификаторов обеспечивает синергетическое действие индивидуальных компонентов.

А.С. БУЛАНОВ

**Супермобильные установки для пенобетона** ..... 5  
Приведен принцип работы пенобетонной установки, масса которой 28 кг. Описаны ее преимущества при необходимости получения небольшого количества пенобетона или работы в труднодоступных местах.

М.Б. МЕДВЕДЕВ, И.Н. ВАСИЛЬЕВ

**Получение пенобетона методом баротехнологии** ..... 6  
Представлена технология производства пенобетонной смеси способом сухой минерализации пены по баротехнологии. Приведены технические характеристики оборудования для получения смеси, описана технология резки пенобетонных блоков.

А.И. КУДЯКОВ, Д.А. КИСЕЛЕВ

**Проектирование неавтоклавного пенобетона** ..... 8  
Предлагается метод проектирования состава неавтоклавного пенобетона с повышенной стабильностью параметров качества, учитывающий исходное состояние компонентов и технологические параметры производства.

В.Л. КУРБАТОВ, Н.Д. КОМАРОВА, Р.В. ЛЕСОВИК, Н.И. АЛФИМОВА

**Стеновые блоки из мелкозернистого бетона на основе техногенного песка Северного Кавказа** ..... 10  
Предложено использовать мелкозернистые пески Северного Кавказа для производства стеновых блоков на основе техногенных отсевов дробления, получаемых в производстве щебня из гравийно-галечной смеси.

Н.А. МАШКИН, Н.Е. ЗИБНИЦКАЯ, Ю.А. ШАРАВИН

**Применение методов математического моделирования в технологии отделочных и изоляционных материалов** ..... 12  
Разработанная оптимизационная программа методом планирования эксперимента применена при оптимизации состава пенобетона и технологических параметров термообработки порошковых покрытий по фасадной керамике.

Б.С. КОМИССАРЕНКО, А.Г. ЧИКНОВОРЬЯН, В.М. ГОРИН, С.А. ТОКАРЕВА

**Перспективы развития производства керамзита и конструкций на его основе** ..... 14  
Показана возможность производства керамзита плотностью 200 кг/м<sup>3</sup> и технология выпуска керамзитобетонных изделий на его основе.

В.С. СЕВОСТЬЯНОВ, А.И. НЕСТЕРЦОВ, С.В. СЕРГУЗОВА, Н.Н. ДУБИНИН, М.В. СЕВОСТЬЯНОВ, М.Н. СПИРИН

**Техника и технология утилизации техногенных материалов керамзитового производства** ... 17  
В статье представлены результаты научно-технических разработок по созданию техники и технологии для утилизации техногенных материалов с различными физико-механическими свойствами.

Г.И. СТОРОЖЕНКО, Е.Б. УГАЙ, Н.А. ДВОРНИКОВ, Н.С. МАГАРАМОВА, Л.И. ПИВОВАРОВ, О.Ф. ШЕРСТОБИТОВА

**Принципы конструирования технологического оборудования для измельчения, сушки и классификации минерального сырья** ..... 20  
Приводятся результаты моделирования измельчительно-сепарационной установки, рассчитанные с использованием двумерных осесимметрических и трехмерных моделей расчета газодисперсных турбулентных потоков при наличии тепло- и массообмена.

В.С. ЗОРОХОВИЧ, В.В. ЧЕРНЫЙ, А.В. ТУТАЕВ

**Автомат-садчик с программным управлением** ..... 23  
С целью повышения надежности работы, повышения производительности проведена модернизация серийного автомата-садчика. Разработана и заложена в контроллер программа с гибким алгоритмом работы механизмов.

**Не забудьте оформить подписку своевременно!**

Телефон/факс: (495) 124-32-96, 124-09-00

E-mail: mail@rifsm.ru

www.rifsm.ru

К  
Б  
О  
|  
О  
|  
н  
|  
н  
|  
с  
|  
е  
|  
+



УДК 666.965.2

С.В. ИВАНОВСКИЙ, директор ООО фирма «ВИЗО» (Пенза)

## Пластины «ВИЗО» в технологии производства силикатного кирпича

При производстве силикатного кирпича всегда существует проблема износостойкости пресс-форм, так как песок — основа силикатной массы — обладает сильно выраженными абразивными свойствами.

В начале 90-х гг. прошлого века была разработана технология высокоизносостойкой обработки элементов пресс-форм, названная «ВИЗО». Эта технология давала невиданное по тем временам увеличение износостойкости пресс-форм для изготовления силикатного кирпича — в 3–5 раз по сравнению с типовой обработкой (цементацией или нитроцементацией).

Суть технологии состояла в том, что на поверхности деталей получали тонкое покрытие с твердостью, превышающей твердость песка, и таким образом процесс взаимодействия песчаной смеси с деталью формы превращался из «твердое по мягкому» в «мягкое по твердому».

В 1993 г. в г. Набережные Челны (Республика Татарстан) была зарегистрирована фирма «ВИЗО». Направлением ее деятельности было упрочнение пластин и пуансонов пресс-форм для заводов, производящих силикатный кирпич.

Производство силикатного кирпича в то время переживало не лучшие времена. Заводы, некогда выпускавшие по 90 млн шт. кирпича в год и более, работали едва на четверть возможной мощности или вовсе простаивали. Ситуация в промышленности строительных материалов начала меняться в середине 90-х гг. Именно в это время технология фирмы «ВИЗО» получает известность, но наиболее активное ее распространение началось после переезда компании в 1996 г. в Пензу. В 2006 г. компания отметила десятилетие деятельности в Пензе.

Фирма «ВИЗО» развивалась, совершенствовалась технология, увеличивалось число заказчиков, расширялся ассортимент деталей. От изготовления простых пластин для прессов типа СМ 816 компания перешла к производству пластин для более сложных прессов типа РА-550 (Польша). Компания обзавелась своим производственным корпусом, станками, печами и другим технологическим оборудованием.

Эти изменения происходили параллельно с развитием производства силикатного кирпича. Некоторые заводы начали реконструкцию своего производства, при этом был учтен опыт немецких производителей, продукция которых отвечает высочайшим стандартам качества. Многие предприятия приобрели прессы немецкого производства BSP 500, BSP 600, BSP 700. Соответственно возник вопрос, где брать пресс-формы для этого оборудования, ведь не секрет, что немецкая продукция стоит очень дорого.

В ответ фирма «ВИЗО» в короткие сроки освоила производство деталей для этих прессов, при этом поставляла их в несколько раз дешевле немецких.

В настоящее время производство силикатного кирпича в России достигло практически европейского уровня качества: значительно расширилась цветовая гамма, появились изделия с рельефной лицевой поверхностью, так называемой колотой или рустированной. Наряду с обычным одинарным кирпичом многие предприятия освоили выпуск полуторного и двойного. Шагнула вперед технология упаковки изделий, и теперь кирпич поставляется на поддонах и упаковывается в пленку.

Большое внимание на силикатных заводах уделяется повышению качества поверхности кирпича. Расширение ассортимента и повышение качества изделий стали составляющими успеха этого строительного материала. Высокая прочность, морозостойкость, долговечность, широкая цветовая гамма и различные фактуры лицевой поверхности в сочетании с оптимальной ценой привлекают внимание профессионалов строительства.

Соответственно возросли требования к качеству и ассортименту пресс-форм для производства силикатного кирпича. Фирма «ВИЗО» изготавливает пластины с высокими эксплуатационными свойствами, исключающими операции подгонки, доводки, селективной сборки и др. Кроме того, фирма всецело поддерживает начинания и экспериментальные задумки силикатных заводов в области создания новых продуктов, например кирпича необычной формы, использования новых видов сырья и др.

Вот некоторые отзывы специалистов отрасли о продукции фирмы «ВИЗО».



В настоящее время фирма «ВИЗО» выпускает более 300 типоразмеров и наименований деталей с высокоизносостойким упрочнением



Процесс получения износостойкого покрытия

*Корочкина М.И., главный инженер ОАО «Любанский КСМ» (г. Любань, Республика Беларусь):* С «ВИЗО» работаем очень давно. Продукция полностью удовлетворяет нашим требованиям и по качеству изготовления и по упаковке... Пластины поставляются точно в срок, благодаря этому можно вести оперативное планирование и осуществлять планово-предупредительные ремонты на прессовом участке.

*Лошаденко В.Е., начальник силикатного производства ООО «Силикатчик» (г. Днепрпетровск, Украина):* Имея 45-летний стаж в силикатной промышленности, могу утверждать: без сомнения, лучших пластин для производства силикатного кирпича не было.

В настоящее время на предприятии выпускается более 300 типоразмеров и наименований деталей, ежемесячно производится более 8,5 тыс. деталей с высокоизносостойким упрочнением. Компания предлагает пластины и плиты на различные модификации прессов российского, советского, польского и немецкого производства, в том числе на немецкие прессы ATLAS (PA-550), DORSTENER, KSP, KSE (фирмы LASCO), BSP (Boimer & Boimer).

Качество продукции и выгодные условия сотрудничества оценили более 60 предприятий в России, Беларуси, Казахстане, Украине, Прибалтике.

В связи с постоянно растущим спросом на износостойкие изделия увеличиваются производственные мощности фирмы «ВИЗО». В конце 2006 г. планируется ввод первой очереди нового производственного корпуса, где будет установлено современное, высокотехнологичное оборудование, которое позволит выпускать изделия, полностью отвечающие европейским требованиям качества.

За время работы в компании сформировался коллектив единомышленников-профессионалов. На предприятии работают лучшие фрезеровщики, шлифовщики, термисты. Инженерно-технические работники способны решать сложные технологические задачи по освоению новых видов продукции с учетом индивидуальных особенностей производственного оборудования заказчиков и условий эксплуатации.

Снижая риск новых клиентов, фирма «ВИЗО» предлагает различные варианты апробирования продукции – поставку опытной партии на льготных условиях, скидки, отсрочки платежей и пр. Наши специалисты, основываясь на своем многолетнем опыте, оказывают консультативную и конструкторско-технологическую помощь в решении проблем, связанных с эксплуатацией прессового оборудования.

Фирма «ВИЗО» стремится и в будущем оставаться на лидирующих позициях в области производства прессформ для заводов силикатного кирпича и быть востребованной для промышленности строительных материалов в целом.



Сборка пресс-форм с пластинами «ВИЗО» при производстве кирпича производится без применения дополнительной оснастки



Износостойкие пластины «ВИЗО» после воздействия силикатной массы



Фирма «ВИЗО» – это коллектив единомышленников



Контроль качества пластин «ВИЗО» прежде всего



Фирма  
«ВИЗО»

440600, г. Пенза, ул. Антонова, д. 3  
Тел./факс: (8412) 69-82-28, 69-82-29

E-mail: vizo2006@firmavizo.ru  
to@firmavizo.ru  
vizo@inbox.ru

Web: www.firmavizo.ru

## Моделирование процесса прессования силикатного кирпича

Прессование является одним из наиболее важных этапов в производстве силикатного кирпича [1]. От степени уплотнения смеси в процессе прессования в значительной мере зависят плотность, прочность и другие физико-механические свойства готового кирпича, определяющие его марку. Для учета влияния различных факторов на свойства сырца и готового кирпича необходимо иметь достаточно полное математическое описание процессов, протекающих на этапе прессования и укладки сырца, которое позволило бы прогнозировать свойства кирпича.

Известно, что силикатная смесь в пресс-форме представляет собой вязкоупругую среду, описываемую уравнением [2]:

$$p(z,t) = E \frac{\partial \psi(z,t)}{\partial z} + \eta \frac{\partial^2 \psi(z,t)}{\partial t \partial z}, \quad (1)$$

где  $p(z,t)$  – давление в сечении  $z$  в момент времени  $t$ ;  $\psi(z,t)$  – функция сжатия смеси в сечении  $z$  в момент времени  $t$ ;  $E$  – модуль упругости смеси;  $\eta$  – коэффициент динамической вязкости смеси.

В работе [3] был исследован процесс одностороннего прессования силикатного кирпича, основанный на математической модели динамики среды. Учитывая уравнение (1), математическая модель прессования силикатной смеси в закрытой пресс-форме принимает вид:

$$E \frac{\partial^2 \psi(z,t)}{\partial z^2} + \eta \frac{\partial^3 \psi(z,t)}{\partial z^2 \partial t} + \frac{f \xi}{R} \left( E \frac{\partial \psi(z,t)}{\partial z} + \eta \frac{\partial^2 \psi(z,t)}{\partial t \partial z} \right) = \rho \frac{\partial^2 \psi(z,t)}{\partial t^2}, \quad (2)$$

где  $f$  – коэффициент трения смеси о стенки пресс-формы;  $\xi$  – коэффициент бокового распора силикатной смеси;  $R$  – гидравлический радиус пресс-формы;  $\rho$  – насыпная плотность смеси.

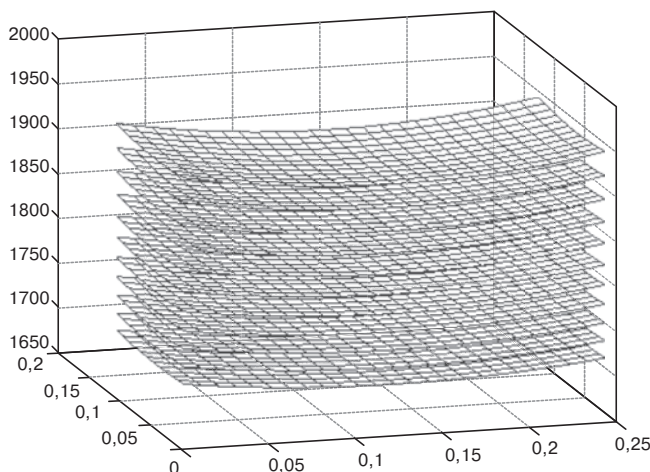


Рис. 1. Распределение плотности по высоте отформованного сырца, полученное путем численного моделирования процесса прессования по уравнению (3)

Таким образом, рассматриваемый процесс прессования представляет собой объект с распределенными параметрами, описываемый дифференциальным уравнением в частных производных (2), характеризующийся начальным условием вида  $\psi(z,0) = 0$ , при крайних условиях  $\psi(0,t) = \psi_0(t)$  и  $\psi(H_0,t) = 0$ , где  $H_0$  – начальная глубина засыпки смеси в пресс-форму;  $\psi_0(t)$  – функция перемещения прессующего штампа.

При решении уравнения (2) предполагалось, что все его коэффициенты остаются постоянными, однако в действительности это не так. Наиболее существенно изменяется коэффициент трения смеси о стенки пресс-формы, который уменьшается с увеличением расстояния от участка смеси до стенок пресс-формы [4].

Аппроксимируем падение коэффициента трения смеси о стенки пресс-формы  $f$  функцией, описываемой шарообразной формой с поверхностью  $F$ ; тогда, если подставить значения  $f(x,y) \in F$  в уравнение (2), можно получить трехмерную модель прессования силикатного кирпича.

$$\psi(i,j,k+1,l) = \left[ \begin{aligned} & \left( \frac{E f(i,j) \xi}{R} h_z \tau^2 + \eta \frac{f(i,j) \xi}{R} h_z \tau + 2\eta \tau + \rho h_z^2 + 2E \tau^2 \right) \psi(i,j,k,l) + \\ & + \rho \tau^2 \psi(i,j,k,l-2) + \left( \eta \tau + \eta \frac{f(i,j) \xi}{R} h_z \tau \right) \psi(i,j,k+1,l-1) + \\ & + \left( -2\rho h_z^2 - 2\eta \tau - \eta \frac{f(i,j) \xi}{R} h_z \tau \right) \psi(i,j,k,l-1) + \\ & + \left( E \tau^2 - \eta \tau \right) \psi(i,j,k-1,l) + \eta \tau \psi(i,j,k-1,l-1) \end{aligned} \right] / \left[ \tau \left( E \tau + \eta + E \frac{f(i,j) \xi}{R} h_z \tau + \eta \frac{f(i,j) \xi}{R} h_z \right) \right], \quad (3)$$

$f(i,j) \in F.$

На рис. 1. приведены результаты моделирования одностороннего прессования на основании уравнения (3) с параметрами:  $E = 32$  МПа;  $\eta = 65$  МН·с/м<sup>2</sup>;  $f = 0,3$ ;  $\xi = 0,4$ ;  $R = 0,0405$  м;  $h_z = 0,011$  м;  $H_0 = 0,15$  м;  $h = 0,088$  м;  $\tau_0 = 0,4$  с;  $\rho_0 = 1000$  кг/м<sup>3</sup>, где  $h_z$  и  $\tau$  – шаг по координате  $z$  и времени  $t$ ;  $h$  – высота формуемого кирпича;  $\tau_0$  – постоянная времени, характеризующая процесс изменения функции  $\psi_0(t)$ ;  $\rho_0$  – плотность засыпаемой смеси. Граничное условие примем в форме S-образной функции следующего вида:  $\psi_0(t) = (H_0 - h)(1 - (1 + t/\tau_0) \exp(-t/\tau_0))$ . Плотность кирпича определяется как  $\rho(x,y,z,t) = \rho_0(1 - \Delta \psi(x,y,z,t/\partial x))$ . Величина шага моделирования по времени  $\tau$  определяется исходя из условия сходимости вычислительного процесса.

Проверка адекватности полученной модели производилась на основании анализа распределения плотности по объему сырца силикатного кирпича. Для этого были отобраны девять полуторных отформованных кирпичей сырца, массы которых были равны 4790,6; 4815,8; 4751,8; 4786,8; 4790,2; 4794; 4789,9; 4815,4; 4751,7 г соответственно. С целью определения падения плотности по высоте сырца каждый из них был рентгенографирован в трех проекциях (на постель, на ложок, на тычок). Затем каждый снимок был разбит на прямоугольные участки, освещенность на каждом из них усреднялась и считалась постоянной. На основании анализа падения освещенности между участками на снимке было вычислено распределение плотности по объему сырца силикатного кирпича как

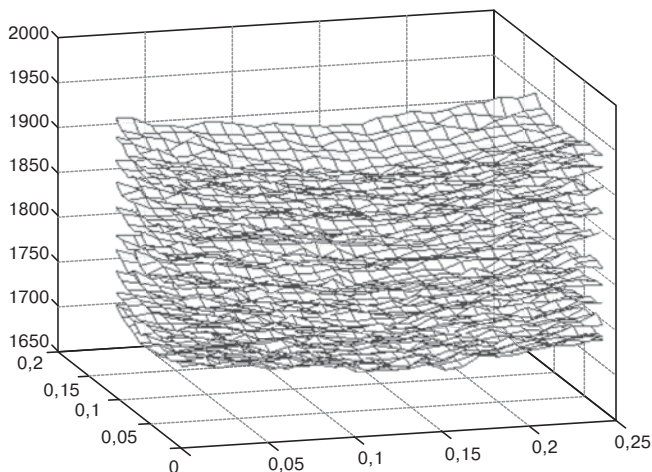


Рис. 2. Среднее распределение плотности по высоте отформованного сырца

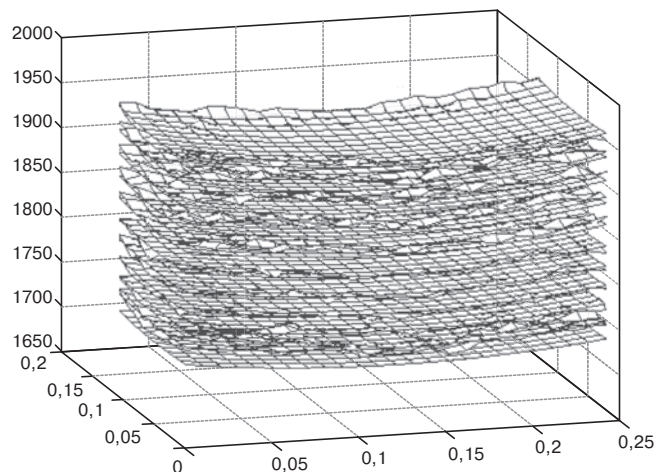


Рис. 3. Распределение плотности по объему сырца, полученное посредством моделирования процесса прессования силикатного кирпича с использованием уравнения (3) и экспериментальным путем

среднеарифметическое значение для каждого сегмента в трех проекциях.

Задача определения адекватности модели прессования силикатного кирпича представляет собой задачу множественного дисперсионного анализа [5]. Согласно данной методике обозначим результаты экспериментов как  $\rho_{ijk}$ , где  $i$  – номер слоя разбиения по координате  $x$ ,  $i = 1, 2, \dots, N$ ,  $N = 250 \text{ мм}/10 \text{ мм} = 25$ ;  $j$  – номер слоя разбиения по координате  $y$ ,  $j = 1, 2, \dots, M$ ,  $M = 120 \text{ мм}/10 \text{ мм} = 12$ ;  $k$  – номер слоя разбиения по координате  $z$ ,  $k = 1, 2, \dots, R$ ,  $R = 88 \text{ мм}/8 \text{ мм} = 11$ ;  $l$  – номер кирпича,  $l = 1, 2, \dots, L$ ,  $L = 9$ . Общий объем выборки  $n = N \cdot M \cdot R \cdot L = 29700$ .

Средняя плотность каждого сегмента сырца определяется как среднеарифметическое значение плотности данного сегмента для каждого кирпича:

$$\rho_{ijk} = \frac{1}{L} \sum_{l=1}^L \rho_{ijkl}$$

Распределение плотностей по объему сырца, полученное путем усреднения экспериментальных данных ( $\rho_{ijk}$ ) представлено на рис. 2.

Распределение плотности по объему сырца, полученное посредством моделирования прессования силикатного кирпича с использованием уравнения (3) и экспериментально, представлено на рис. 3.

Степень адекватности модели подчинена критерию Фишера [5].

Для рассматриваемой задачи получены значения меры неадекватности модели 64,45, стандартной ошибки 151,12, значение критерия Фишера 0,4265.

Для определения степени адекватности модели  $1-\alpha$  ( $\alpha$  – процентиль отклонения гипотезы об адекватности модели) необходимо определить значение интеграла функции Фишера [5], которое в данном случае равно 0,8332.

Таким образом, полученная модель адекватна экспериментальным данным с показателем 83,32%, что является удовлетворительным для применения разработанной модели при проектировании прессового оборудования и для прогнозирования падения плотности по высоте сырца, а также при использовании модели для определения закона перемещения прессующего штампа, обеспечивающего оптимизацию по определенным критериям.

Приведенная в работе трехмерная математическая модель процесса прессования силикатного кирпича, учитывающая изменение коэффициента трения смеси о стенки пресс-формы от расстояния участка смеси до стенок пресс-формы, может быть использована для моделирования одностороннего и двухстороннего прессования любых смесей, которые представляют собой вязкоупругие среды.

### Список литературы

1. Хавкин Л.М. Технология силикатного кирпича. М.: Стройиздат. 1982. 384 с.
2. Ильюшин А.А. Механика сплошной среды. М.: Изд-во МГУ. 1990. 310 с.
3. Потапенко А.Н., Ломакин В.В. Численное моделирование процесса прессования силикатного кирпича // Изв. вузов. Строительство. 2000. № 4. С. 132–136.
4. Попильский Р.Я., Кондрашев Ф.В. Прессование керамических порошков. М.: Металлургия. 1968. 272 с.
5. Афифи А., Эйзен С. Статистический анализ: Подход с использованием ЭВМ. М.: Мир. 1982. 488 с.

www.teplit.ru

## ТВИНБЛОКИ ОТ ПРОИЗВОДИТЕЛЯ

- высокоточная геометрия
- экологичность
- паз-гребень
- захваты для рук
- прочность
- теплоизоляция
- сборка на клей



Рефтинское объединение “Теплит”  
Екатеринбург (343) 369-36-26

РЕКЛАМА

Л.А.УРХАНОВА, канд. техн. наук, М.Е. ЗАЯХАНОВ, д-р техн. наук,  
Е.Д. БАЛХАНОВА, канд. техн. наук, Восточно-Сибирский государственный  
технологический университет (г. Улан-Удэ, Республика Бурятия)

## **Силикатный кирпич неавтоклавного твердения**

Учеными Восточно-Сибирского государственного технологического университета успешно проведены научно-исследовательские и заводские работы по улучшению качества силикатного кирпича ОАО «Улан-Удэнский силикатный завод». Улучшение качества было намечено осуществить заменой традиционного известкового вяжущего на активированное известково-перлитовое вяжущее (ИПВ) с использованием механохимической активации.

ОАО «Улан-Удэнский силикатный завод» применяет известковое вяжущее в виде гашеной извести – карбамидной пушонки Усольского химкомбината. На 1000 штук кирпича расходуется 0,8–0,85 т пушонки, 2,3 м<sup>3</sup> песка, 0,25–0,3 м<sup>3</sup> воды. Режим автоклавной обработки 1,5+8+1 часа при 1 МПа. Кирпич, выпускаемой по данной технологии, имеет в основном марку М100–М125, что отвечает требованиям на рядовой силикатный кирпич по ГОСТ 379–95.

В качестве сырьевых материалов для производства силикатного кирпича в данной работе использовали известь-кипелку III сорта Турунтаевского КСМ, перлит-сырец Мухор-Талинского месторождения, песок, используемый на заводе, с модулем крупности  $M_k=0,79$  и доломит Тарабухинского месторождения. Совместный помол компонентов вяжущего осуществляли в шаровой мельнице до удельной поверхности 400–450 м<sup>2</sup>/кг. Химический состав сырьевых материалов приведен в табл. 1.

Результаты исследований получения силикатного кирпича автоклавного твердения на основе известково-перлитового вяжущего с использованием различных видов заполнителей представлены в табл. 2. С целью снижения затрат энергии на производство силикатного кирпича была предпринята попытка снижения давления автоклавирования с традиционно используемого на заводе 1 МПа до 0,4 МПа. Автоклавирование осуществляли по сокращенному режиму автоклавирования 1–5–1 ч.

Использование отходов теплоэнергетики позволило не только получить кирпич, соответствующий требованию ГОСТ, но и снизить среднюю плотность кирпича и соответственно повысить теплозащитные свойства нового материала.

Снижение давления автоклавирования незначительно снижает прочностные показатели кирпича: при давлении 0,4 МПа получен кирпич с минимальной маркой по прочности М75, что соответствует требованиям ГОСТ 379–95, предъявляемым к силикатному кирпичу.

Значительное внимание в исследованиях уделяли сырцово-прочности кирпича, которая составила 0,73–0,74 МПа. Заводскими испытаниями была отмечена хорошая формуемость массы, мягкая работа прессов и хороший внешний вид сырца.

Механохимическая активация известково-перлитового вяжущего позволяет не только сократить цикл автоклавной обработки, но и перейти на неавтоклавную технологию (табл. 3).

Опыт производства силикатного кирпича по разработанной технологии показывает снижение энергетических затрат на 40–50% за счет перехода на безавтоклавную технологию и за счет замены дорогостоящей извести до 60% на алюмосиликатные породы.

С появлением новых конструкций и видов сооружений произошли изменения в сфере художественных средств и приемов декоративной отделки фасадов и интерьеров. В связи с этим представляется целесообразным модернизировать уже известные и хорошо зарекомендовавшие себя в декоративном и конструктивном отношениях облицовочный кирпич, цветные бетоны и растворы и т. д. Эта модернизация должна проводиться в направлении повышения эстетических и эксплуатационных качеств материала, с одной стороны, и обеспечения возможности выполнения отделки на их основе индустриальными методами – с другой.

По заказу ОАО «Улан-Удэнский силикатный завод» на основе активированных вяжущих был получен и исследован цветной силикатный кирпич. Известно два основных способа окрашивания силикатного кирпича до автоклавной обработки: объемный – введение красящих пигментов в исходную массу и формование кирпича из окрашенной массы, и поверхностный – нанесение цветного слоя на отформованный сырец. Окрашивание силикатного кирпича после автоклавной обработки производится поверхностным методом – нанесением на кирпич силикатных красок, полимерных покрытий, цветных глазурей или пропиткой свежезапаренного кирпича растворами солей [1]. В проводимых исследованиях использовался метод объемного окрашивания.

Для окрашивания силикатного кирпича применялись минеральные пигменты: охра желтого цвета, оксид хрома Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> зеленого цвета, оксид железа Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> красного цвета, оксид марганца MnO<sub>2</sub> черного цвета, бихромат калия K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub> оранжевого цвета.

Подбор составов силикатной смеси для производства кирпича на основе активированного ИПВ включал

**Таблица 1**

Оксиды/компонент	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MgO	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O	FeO	SO <sub>3</sub>	ППП	CO <sub>2</sub>
Перлит	71,5	12,1	0,52	0,77	0,37	3,21	5,2	0,43	–	5,87	–
Зола-уноса	61,88	20,11	4,6	4,16	2,26	0,59	0,41	2	0,59	3,4	–
Доломиты	–	–	32,17	–	18,12	–	–	–	–	–	49,71
Полевошпатовый песок	74,18	15,1	3,45	3,5	2	–	0,05	–	0,12	1,6	–



**Таблица 2**

Давление автоклави-рования, МПа	Вид заполнителя	Активность массы, в % по массе	Формовочная влажность, в %	Свойства кирпича после автоклавной обработки по режиму 1+5+1 ч			Марка кирпича
				Плотность, кг/м <sup>3</sup>	Прочность при сжатии, МПа	Коэффициент размягчения	
0,4	Песок	10	10	2220	28,3	0,79	250
		8	10	2190	21,6	0,75	200
		6,6	9	2120	10,5	0,71	100
0,6	Песок	10	10	2200	28,7	0,79	250
		8	10	2100	19,3	0,73	150
		6,6	9	2050	12,5	0,71	125
0,8	Песок	10	10	2330	29,3	0,78	250
		8	10	2260	26,5	0,75	250
		6,6	9	2200	20,5	0,74	200
	Котельный шлак	10	10	1610	14,5	0,69	125
		8		1570	13,3	0,69	125
		6,6		1540	13	0,69	125
	Зола-уноса	10	10	1730	11	0,68	100
		8		1700	9,8	0,65	75
		6,6		1690	8,7	0,65	75
	Зола +шлак= 1:1	10	10	1770	13,4	0,68	125
		8		1700	12,1	0,65	100
		6,6		1670	11,4	0,65	100

**Таблица 3**

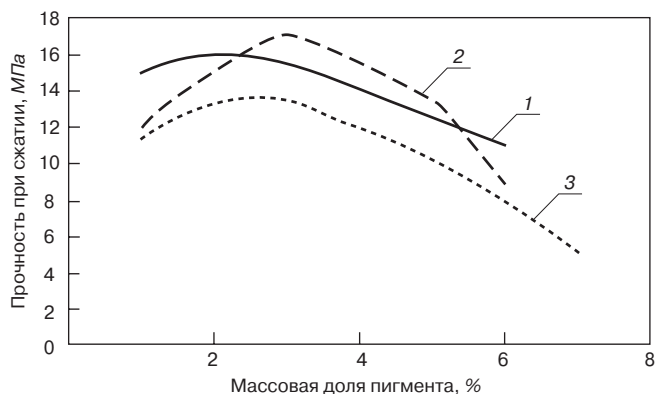
Вид заполнителя	Активность массы, в % по массе	Формовочная влажность в %,	Свойства кирпича после пропаривания по режиму 1,5+8+2; t=95°C			Марка кирпича
			Плотность, кг/м <sup>3</sup>	Прочность при сжатии, МПа	Коэффициент размягчения	
Песок	10	10	2120	15,3	0,75	150
	8		2030	12,1	0,74	100
	6,6		2040	11,9	0,72	100
Котельный шлак	10	10	1530	11,7	0,69	100
	8		1550	10,8	0,68	100
	6,6		1500	10,3	0,67	100
Зола-уноса	10	10	1670	7,7	0,65	75
	8		1660	7,7	0,65	75
	6,6		1650	5,2	0,63	-
Зола +шлак= 1:1	10	10	1640	11,1	0,67	100
	8		1640	9,9	0,65	75
	6,6		1600	9,7	0,64	75

определение оптимального соотношения заполнителя и вяжущего в смеси; вида и количества минеральных пигментов, а также вида кремнеземистого компонента, извести и способа введения пигмента. В результате оперирования данными факторами можно получить качественный цветной силикатный кирпич неавтоклавного твердения (пропаривание по режиму t=95°C, τ=1,5+8+1 ч), имеющий хорошие декоративные и строительно-технические свойства и долговечность. Для сравнения был исследован силикатный кирпич автоклавного твердения, твердеющий по режиму P=1 МПа, τ=1,5+8+1 ч, что сопоставимо с заводскими условиями.

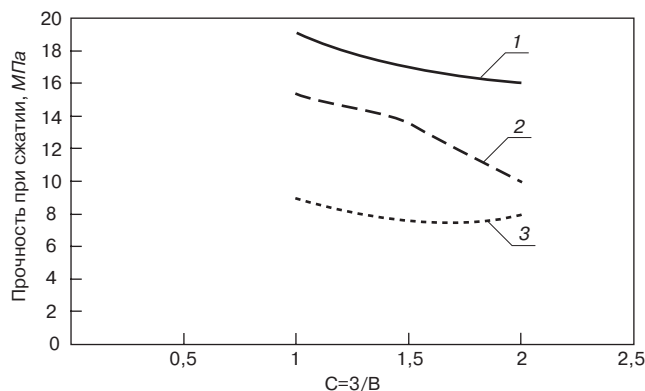
При производстве окрашенных силикатных изделий вид применяемой извести приобретает весьма существ-

венное значение не только для получения необходимых физико-механических свойств, но и для равномерности окрашивания смеси. При использовании негашеной извести реакция ее последующего гашения в смеси сопровождается расщеплением частиц и соответственным увеличением суммарной поверхности. Этот процесс способствует более равномерному распределению пигмента в смеси, в результате чего может быть достигнута необходимая интенсивность окраски силикатного кирпича.

Это было подтверждено серией опытов по определению цветовых и прочностных характеристик образцов цветного силикатного кирпича неавтоклавного твердения, часть которых готовилась на основе карбидной пушонки Усольского химкомбината, а часть – на



**Рис. 1.** Исследование влияния расхода пигмента на прочность неавтоклавного силикатного кирпича: 1 – прочность при введении оксида железа (III); 2 – прочность при введении оксида хрома (III); 3 – прочность при введении охры



**Рис. 2.** Влияние отношения заполнителя к вяжущему на прочность цветного силикатного кирпича (пигмент  $Fe_2O_3$ , 2 мас. %): 1 – кирпич автоклавного твердения, заполнитель песок; 2 – кирпич неавтоклавно-го твердения, заполнитель песок; 3 – кирпич неавтоклавно-го твердения, заполнитель доломит

негашеной извести. Результаты исследований показали, что использование негашеной извести в силикатных смесях обеспечивает более интенсивное окрашивание, чем применение гашеной извести.

Исследования показали, что оптимальное содержание минеральных пигментов в составе силикатной смеси для получения кирпича составило 1–3 мас. %, при котором получены хорошие физико-механические свойства силикатного кирпича и интенсивность окрашивания. Увеличение содержания минеральных пигментов в составе силикатных масс приводит к снижению прочности неавтоклавного силикатного кирпича (рис. 1). Кроме того, повышение содержания красящих добавок является экономически неоправданным, так как приводит к повышению себестоимости производства кирпича.

Проведены исследования по получению цветного силикатного кирпича при различных способах введения пигмента: введение пигмента при помоле вяжущего, т. е. при совместном сухом помоле извести, перлита и гипса в шаровой мельнице до удельной поверхности  $400 \text{ м}^2/\text{кг}$ , и введение пигмента в смесь до гашения извести при увлажнении вяжущего до влажности 8–10%.

Различные способы введения пигмента не показали существенного различия в физико-механических свойствах силикатного кирпича неавтоклавно-го твердения. Однако наиболее эффективное окрашивание силикатных изделий при минимальном расходе красящей добавки отмечено при совместном помоле пигмента с вяжущим.

Для повышения белизны силикатного кирпича проводились опыты по замене песка в качестве заполнителя на карбонатную породу – доломит (рис. 2).

Замена песка на доломит позволила улучшить степень окрашиваемости и улучшить чистоту тона опытных образцов. С использованием доломита получен силикатный кирпич М75–М100, что отвечает требованиям ГОСТ на рядовой кирпич. Незначительное снижение прочности, плотности, водостойкости кирпича при замене песка на доломит связано, очевидно, с образованием в условиях ТВО карбогидросиликатов. Состав новообразований, возникающих при ТВО силикатного кирпича с использованием доломита, довольно сложен и имеет ориентировочную формулу:  $CaSiO_3 \cdot Ca(OH)_2 \cdot CaCO_3 \cdot MgCO_3 \cdot 3H_2O$ .

Проведенные исследования позволили Улан-Удэнскому силикатному заводу перейти на производство кирпича при пониженном давлении автоклавирования, снизить производственные затраты и соответственно улучшить показатель себестоимости.

Обобщая изложенные результаты исследований в области получения цветного силикатного кирпича на основе активированного извлектово-перлитового вяжущего, можно сделать следующие выводы:

- процессы, протекающие при окрашивании силикатных смесей, частично совпадают по времени с взаимодействием извести и кремнезема при пропаривании, что приводит к наиболее полной диспергации красящего вещества, его поглощению гелем новообразований, а затем к диффузии с поверхностных слоев в глубь материала и обеспечивает структурную связь пигмента с гидратными продуктами;
- из минеральных пигментов наиболее устойчивыми в щелочной среде и в условиях ТВО являются железистоокисные красные пигменты, окиси хрома и марганца. Эти пигменты отличаются хорошей светостойкостью и высокой красящей способностью;
- для получения силикатного кирпича различной насыщенности цвета следует вводить минеральные пигменты в количестве от 0,5 до 3%. Указанные количества пигментов позволяют придать разнообразную окраску, сохранив физико-механические и технологические свойства силикатных изделий;
- основными условиями для получения наиболее интенсивной окраски являются тонкая диспергация пигмента при совместном помоле с компонентами вяжущего и его равномерное распределение в силикатной массе;
- возможна замена традиционно используемого заполнителя песка на карбонатный заполнитель доломит, что позволяет значительно повысить белизну исходной силикатной смеси без существенного снижения прочности кирпича;
- механохимическая активация вяжущего позволяет получить цветной силикатный кирпич неавтоклавно-го твердения, свойства которого незначительно уступают свойствам силикатного кирпича автоклавно-го твердения.

Таким образом, разработка технологии производства эффективных цветных силикатных изделий с использованием механоактивации вяжущих на основе извести и алюмосиликатных материалов позволяет расширить ассортимент выпускаемых строительных материалов, снизить энергоемкость производства и уменьшить их себестоимость. Применение данной технологии требует относительно небольших капитальных затрат и свободно вписывается в традиционную технологическую схему производства силикатного кирпича на существующем производстве.

#### Литература

1. Холопова Л.И., Бушмина И.Ю. Окрашивание автоклавных силикатных материалов. Л.: Изд-во литературы по строительству. 1971. 151 с.

# ЗАО «СИЛБЕТИНДУСТРИЯ»

Создано в 1992 г. при участии НИПИСиликатобетон (г. Таллинн, Эстонская Республика) и Бологовского завода «Строммашина»

Осуществляет проектирование, изготовление, поставку и шеф-монтаж технологических линий нового поколения для выпуска изделий из автоклавного газобетона.

В проектах линий реализуются:

- раздельный помол песка и извести до оптимальных и контролируемых удельных поверхностей;
- рациональная система технологической транспортировки сырьевых компонентов;
- гидродинамический принцип смесеприготовления;
- ударное формование массивов;
- локальное пароприготовление при помощи парогенераторов;
- система автоматизированного контроля и управления технологическим процессом.

Приглашаем к сотрудничеству всех, кто заинтересован в развитии растущего и перспективного рынка автоклавного газобетона.

ЗАО «СИЛБЕТИНДУСТРИЯ»

Россия, Москва, Рязанский проспект, д. 26, офис 304  
Телефон: (495) 174-01-56, e-mail: silbetblok@mtu-net.ru

ООО «Строммашина»

Россия, г. Бологое, Тверская область, ул. Горская, 120  
Телефон: (48238) 2-25-53

Реклама

**Активатор**  
измельчение активация синтез

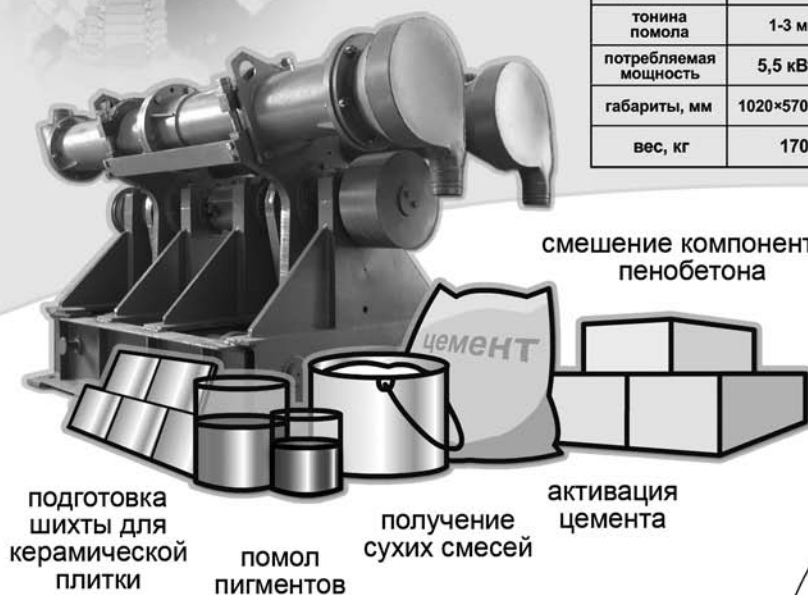
## Российские промышленные эллиптические шаровые мельницы «Активатор» интенсивного помола.

	Activator-C100	Activator-C500	Activator-C1000	Activator-C5000
произв-сть	100 кг/ч	500 кг/ч	1000 кг/ч	5000 кг/ч
тонина помола	1-3 мкм	4-7 мкм	20-50 мкм	50-70 мкм
потребляемая мощность	5,5 кВт/ч	11 кВт/ч	22 кВт/ч	55 кВт/ч
габариты, мм	1020×570×1230	1122×750×1500	1710×925×1815	2850×1700×2950
вес, кг	170	650	1300	5100

• Все мельницы проходят испытания на Вашем материале, а дисперсный состав помолотых порошков тестируется в лаборатории.

Мельницы «Активатор» производятся только по оригинальным чертежам разработчика и защищены Патентами РФ №18501, №33037 на полезные модели. Патентообладатель: ЗАО «Активатор».

смешение компонентов  
пенобетона



подготовка  
шихты для  
керамической  
плитки

помол  
пигментов

получение  
сухих смесей

активация  
цемента

[www.activator.ru](http://www.activator.ru) >>

Новосибирск, Софийская 18, оф 107  
630056 Новосибирск 56, а/я 141  
Факс: 8 (383) 345-15-30 (доп. 41)  
Тел: 8 901 450 6304  
e-mail: belyaev@activator.ru

Реклама

Е.А. СМЕРНОВ, технический директор ОАО «КСЗ» (Кострома)

## Костромской завод силикатного кирпича: 75 лет труда и созидания

В декабре 2005 г. Костромской завод силикатного кирпича отметил свое 75-летие. Одно из старейших предприятий области – первенец строительной индустрии. Его вклад в развитие местной экономики весьма значителен.

Для истории 75 лет – мгновение, для людей – целая жизнь, а для завода – долгий путь от ручного труда до современных автоматизированных технологических систем и комплексов.

В ходе минувших десятилетий предприятие неоднократно реконструировалось. Второе рождение завода пришлось на первые послевоенные годы. Разрушенному войной народному хозяйству потребовались строительные материалы. В 1946 г. началось восстановление законсервированного в годы войны предприятия, а в 1947 г. возобновилось производство кирпича.

Каждый этап реконструкции определял новый шаг в развитии завода. Важнейшие из них: механизация съема кирпича-сырца, замена паровых котлов и переход на газообразное топливо, замена прессующего оборудования и автоклавов, улучшение жилищно-бытовых условий работающих.

В итоге в 1991 г. достигнут рекордный объем выпуска силикатного кирпича – 180 млн шт., но в период становления рыночных отношений возникла реальная угроза существованию завода. Рост инфляции, отсутствие ценовой политики, резкое снижение объемов строительства, нарушение годами сложившихся партнерских связей, резкое снижение объемов производства не могли не сказаться на экономическом положении завода. В новых условиях нужны были новые методы хозяйствования. Курс руководства на модернизацию производства, внедрение материал- и энергосберегающих технологий, приобретение нового, прогрессивного оборудования, расширение ассортимента выпускаемой продукции явился единственно верным. В результате предприятие не только сохранилось, но и развивалось, сохранив работоспособный коллектив.

В последние годы с наступлением стабилизационного периода в экономике возросли инвестиционные возможности как государства и фирм, так и частных лиц. Это привело к повышению спроса на строительные материалы.

Современные строительные технологии, совершенствование нормативной базы в строительстве, разнообразие архитектурных и дизайнерских решений, конкуренция на рынке сбыта послужили стимулом к развитию предприятий строительных материалов, к повышению качества и расширению ассортимента выпускаемой продукции.

Введение в 2000 г. изменений в СНиП в раздел «Строительная теплотехника», где тепловое сопротивление ограждающих конструкций должно быть увеличено более чем в три раза, вызвало необходимость применения в наружных стенах теплоизолирующих, экологически чистых, в то же время прочных материалов. Применение традиционных однослойных стен не обеспечивало требуемых показателей и экономически не оправданно. Решая эти проблемы, руководством и специалистами завода были изучены новые современные технологии по производству силикатных изделий, учтен опыт работы родственных предприятий. В результате принято решение о постепенной замене морально и физически устаревших механических прессов на автоматизированные гидравлические комплексы Воронежского ЗАО «ТяжМехПресс». С 2001 по 2005 гг. приобретены четыре пресса, которые в настоящее время успешно работают и выпускают конкурентоспособную продукцию, не уступающую изделиям, изготовленным на импортных дорогостоящих аналогах. Это позволило предложить рынку не только традиционный белый кирпич, но и цветной широкой цветовой гаммы, пользующийся повышенным спросом. Динамика выпуска силикатного кирпича за последние годы стабильно положительна.

Построенный в 1989 г. цех по производству блоков из ячеистого автоклавного бетона в настоящее время приобретает вторую жизнь. Благодаря совершенствованию технологии, модернизации оборудования, пуску в эксплуатацию третьего автоклава производство блоков увеличено в 1,6 раза без роста численности работающих. Если в 2001 г. было произведено около 80 тыс. м<sup>3</sup>,



Формование газобетонного массива



В цехе сухих строительных смесей



Склад готовой продукции

то в 2005 г. 128 тыс. м<sup>3</sup>. В ближайшей перспективе планируется замена резательного комплекса, что увеличит объемы производства, расширит ассортимент и улучшит качество блоков.

Учитывая разнообразие архитектурных и дизайнерских решений проектируемых и реставрируемых объектов, предприятие комплексно подходит к производству строительных материалов. В настоящее время ОАО «Костромской силикатный завод» специализируется не только на выпуске стеновых изделий. Производятся элементы мощения разнообразной формы и цветовой гаммы: тротуарная плитка, бордюрный камень, водослив, рост производства которых с 2001 по 2005 гг. увеличился в 5 раз.

В 2005 г. введен в эксплуатацию цех сухих строительных смесей, и уже многие потребители по достоинству оценили качество новой продукции. Ассортимент ее по своим свойствам и направлениям применения практически неограничен – от общестроительных работ до строительства мостов. В 2006 г. приобретен, смонтирован и введен в строй бетонорастворный узел иностранного производства.

В настоящее время ОАО «Костромской силикатный завод» одно из ведущих производителей стеновых материалов в Центральном федеральном округе.

Вся продукция, выпускаемая ОАО «Костромской силикатный завод», имеет сертификаты качества и экологической безопасности. Она отлично зарекомендовала себя по всей России. Все большее число строительных компаний, оптовых торговых фирм, частных застройщиков доверяет нам как широко известному производителю с хорошей репутацией. В последние годы значительно увеличились объемы поставок в Центральном регионе: Москва и Московская область, Ивановская, Ярославская, Владимирская и другие области. Продук-



Здание из силикатного кирпича

ция по желанию потребителя отгружается в паке-тированном виде и доставляется автотранспортом предприятия.

Нельзя не сказать о коллективе, который на протяжении более 30 лет возглавляет генеральный директор – заслуженный строитель РФ Александр Николаевич Швец, создавший за годы работы главное – сплоченную стабильную команду единомышленников, высококвалифицированные кадры, нацеленные на непрерывное движение вперед. Люди – это главное достояние завода.

На заводе за минувшие 70 лет сформировалось немало рабочих династий. Родители приводили сюда детей, а те, в свою очередь, своих детей, родственников. Судьба предприятия, успехи и трудности становились частью их личной жизни. В коллективе хорошо известны династии Глаголевых, Рябешкиных, Бородиных, Челышевых и другие.

Многим заводчанам известна семья Беленовых. Первой в 1948 г. пришла на завод Полина Алексеевна. В должности начальника отдела кадров она проработала 35 лет. Несколько позднее оформился на работу электросварщиком ее муж Вячеслав Андреевич Беленогов. Шло время, подрастали сыновья, их было четверо. Когда пришла пора выбора, они тоже предпочли силикатный завод. Виктор, Геннадий и Александр Беленовы продолжают работать и по настоящее время.

На заводе трудятся и другие родственники Беленовых, в том числе Любовь Беленогова – пропарщиком кирпича, Надежда Беленогова – кладовщиком склада готовой продукции. А недавно в заводской коллектив пришла внучка Полины и Александра Беленоговых Елена Капралова вместе с мужем.

Коллективная биография династии Беленовых продолжается, увеличивается и общий трудовой стаж. Сейчас он составляет 208 лет.

Трудом каждого человека прирастает успех предприятия, поддерживается его доброе имя. Светлые стены новых зданий украшают наш город. Известность ему в наши дни приносят и новые добротные строительные материалы. В этом есть заслуга нашего силикатного завода.

Приглашаем всех, кто строит, созидает и смотрит в будущее, к взаимовыгодному сотрудничеству.



Генеральный директор заслуженный строитель РФ Александр Николаевич Швец



КОСТРОМСКОЙ  
СИЛИКАТНЫЙ  
ЗАВОД

**ОАО «Костромской  
силикатный завод»**

156604, Кострома, ул. Ярославская, 43

**ген. директор (494-2) 53-68-11**  
**отдел сбыта: (494-2) 53-67-02**  
**отдел маркетинга: (494-2) 33-54-41**

**www.silikat.ru**

**ksz@kmtn.ru    stroi@kmtn.ru**

Н.И. ШЕВЧУК, гл. технолог, ОАО «Сморгоньсиликатобетон» (г. Сморгонь, Республика Беларусь)

## **ОАО «Сморгоньсиликатобетон»: вчера, сегодня, завтра!**

Многие строительные организации Беларуси, а также страны ближнего зарубежья знают продукцию ОАО «Сморгоньсиликатобетон».

В 1955 г. трест «Ленгеолнеруд» организовал Белорусскую геолого-разведочную экспедицию, которая выявила богатейшее Сморгонское месторождение нерудных материалов. На базе этого месторождения в дальнейшем был построен песчано-гравийный завод «Сморгонь». Бурное развитие и расширение промышленного, сельского и жилищного строительства в республике требовало резкого увеличения производства стеновых материалов. В 1969 г. был введен в действие цех силикатного кирпича, его выпуск составил 60 млн шт. условного кирпича за год. В 1970 г. был пущен цех по производству мелких силикатных блоков мощностью 125 тыс. м<sup>3</sup> в год и армированных изделий из ячеистого и плотного бетонов мощностью 75 тыс. м<sup>3</sup> в год.

В 1974 г. на площадях предприятия «Сморгонь» вошел в строй завод железобетонных изделий и конструкций мощностью 10 тыс. м<sup>3</sup> сборного железобетона в год.

С момента создания комбината шла интенсивная работа по техническому перевооружению и совершенствованию технологии производства, сокращению ручного труда, автоматизации и механизации трудоемких процессов. Из предприятия «Сморгонь» в 1976 г. образовалось производственное объединение «Сморгоньсиликатобетон». К концу 1980 г. в состав объединения входили: завод ячеистого бетона с арматурно-блочным цехом, цех силикатного кирпича, помольно-сырьевой цех, цех комплектации и отгрузки, дробильно-сортировочный завод, завод железобетонных изделий, вспомогательные цеха.

В период 1980–1990 гг. предприятие крепло и развивалось. Увеличивался ассортимент выпускаемых изделий из ячеистого бетона, армированных изделий, изделий из железобетона. Улучшалось и качество выпускаемой продукции. В 1984–1985 гг. на линии «Универсал» была освоена плотность ячеистого бетона 600 кг/м<sup>3</sup> вместо 700 кг/м<sup>3</sup> при сохранении прочностных характеристик; перешли на выпуск пустотелого силикатного кирпича.

Одним из первых в отрасли ПО «Сморгоньсиликатобетон» изготовило и внедрило резательный комплекс типа «Силбетблок» и ударную технологию для производства изделий из ячеистого бетона. Специалисты

предприятия постоянно работали над проблемой снижения плотности ячеистого бетона, что позволило с успехом обеспечивать строительную индустрию современным строительным материалом, соответствующим требованиям нормативных документов по теплопроводности, морозостойкости и другим показателям.

К 1993 г. предприятие вышло по результатам производственной деятельности на 100% освоение мощностей по всем видам продукции.

В 1999 г. производственное объединение преобразовалось в ОАО «Сморгоньсиликатобетон». Основными видами его деятельности являются: производство изделий из ячеистого бетона, кирпича силикатного, пустотелого и полнотелого, производство изделий из мелкозернистого бетона, производство оград железобетонных, добыча нерудных материалов, производство деревянной тары, розничная торговля, грузовой сухопутный транспорт.

К 2000 г. предприятие имело следующие производственные мощности: силикатный кирпич – 100 млн шт. в год, изделия из ячеистого бетона – 225 тыс. м<sup>3</sup> в год, изделия из сборного железобетона – 108 тыс. м<sup>3</sup> в год, нерудные строительные материалы – 200 тыс. м<sup>3</sup> в год.

Сморгонский завод в свое время был одним из первопроходцев создания ячеисто-бетонных материалов в Беларуси.

Большие мощности производства изделий из ячеистого бетона позволили решать основную задачу строительной отрасли республики. Из этого материала возводили школы, больницы, жилые, общественные и промышленные здания.

Одновременно с ростом предприятия решались и социальные вопросы: за счет собственных средств построены 421 квартира, 2 детских сада в г. Сморгони, 48 квартир в д. Залесье, введен в эксплуатацию ведомственный профилакторий на 100 мест, общежитие на 350 мест.

Время не стоит на месте, и прогресс в области строительства очевиден. Чтобы идти в ногу со временем, было принято решение о проведении реконструкции на предприятии, которая началась в июле 2004 г.

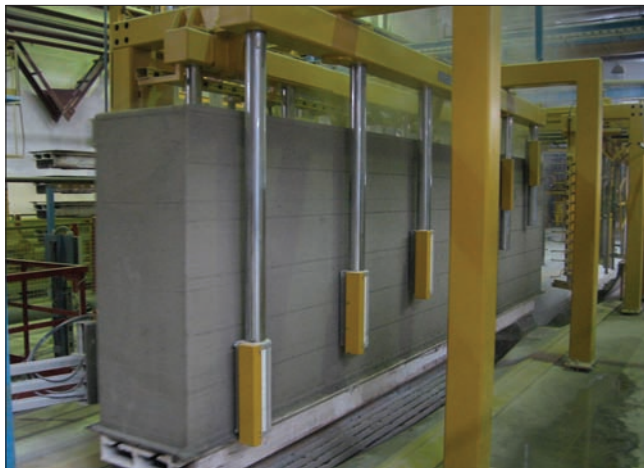
3 мая 2005 г. состоялся пуск новой линии по производству изделий из ячеистого бетона на оборудовании немецкой фирмы «Masa-Henke Maschinenfabrik GmbH».



Жилые здания



Школа



Резка массива на изделия



Поддон с упаковкой газобетонных блоков

Наша продукция не редкость на рынке. В строительном комплексе автоклавный ячеистый бетон прочно занимает одно из ведущих мест как универсальный материал, позволяющий решить обширный класс инженерных задач и обеспечивающий современное качество и конкурентоспособность строительной продукции. В общем объеме выпуска предприятиями стройиндустрии стеновых материалов Республики Беларусь изделиям из ячеистого бетона принадлежит уже свыше 30%. И эта доля имеет явную тенденцию к увеличению. При этом качество сегодняшней продукции ОАО «Сморгонь-силикатобетон» отвечает мировому уровню.

Выпускаются изделия из ячеистого бетона марок Д400–Д600, класс по прочности при сжатии от В1,5 до В3,5, основные размеры блоков: 249×В×625 (мм). Ширина (В) может меняться от 100 мм до 500 с шагом 5 мм.

В ОАО «Сморгонь-силикатобетон» реализована не имеющая аналогов в мировой практике технологическая схема производства, предусматривающая объединение лучших отечественных достижений в области формования ячеисто-бетонной смеси на основе ударной технологии и зарубежной технологии резки массива сырца, что было неожиданно для немецких специалистов, традиционно производящих ячеистый бетон по литьевой технологии.

Практически два года непрерывной и плодотворной работы на оборудовании нового поколения показали, что соединение отечественной ударной технологии с немецкой автоматизированной системой дозирования сырьевых компонентов обеспечивает высокую однородность и физико-механические показатели бетона. Применение ударной технологии при формовании позволяет снизить В/Т до 0,4–0,48, а отпускную влажность – до 21–25%.

Одним из основных показателей, который определяет качество изделий из ячеистого бетона, является точность размеров. Установленное оборудование позволяет достигать этого. Повернув массив на 90°, резательный комплекс разрезает его короткой струной на блоки заданной величины. Изделия получаются один в один и имеют отклонения по высоте ±1 мм, по ширине и длине ±2 мм. Достигнутая точность геометрических размеров изделий позволяет строителям укладывать продукцию ОАО «Сморгонь-силикатобетон» на клей.

Новая технологическая линия позволяет выпускать изделия с высокими физико-техническими характеристиками, в том числе с возможностью выполнения на торцевых поверхностях блоков системы паз-гребень. Номенклатура типоразмеров изделий из ячеистого бетона возросла в десятки раз, что способно удовлетворить любые запросы потребителя.

Изделия из ячеистого бетона ОАО «Сморгонь-силикатобетон», изготовленные по современным отечест-

венным технологиям, соответствуют лучшим зарубежным аналогам по таким техническим показателям, как прочность при сжатии, усадка при высыхании, звукоизоляция, унификация, предельное отклонение размера по длине, ширине, толщине, трудоемкость кладки стены из блоков, экологичность, а по морозостойкости и теплопроводности лучше мировых аналогов.

В интересах потребителя решена проблема упаковки изделий в соответствии с современными требованиями. Так, готовые изделия пакетируются на деревянные поддоны, защищаются от атмосферных осадков полиэтиленовым колпаком и плотно увязываются металлической лентой. Упаковка поддонов с изделиями производится автоматически. Следует подчеркнуть еще одно имеющее важное значение обстоятельство – стабильность и однородность сырьевых материалов, используемых в производстве.

Цемент и известь ОАО «Сморгонь-силикатобетон» приобретает у отечественного производителя – ОАО «Красносельскстройматериалы». Этот поставщик выбран предприятием не случайно. Предприятие выпускает продукцию, стабильное качество которой подтверждено сертификатами соответствия, СЕ маркировкой и многолетним опытом сотрудничества.

Благодаря внедрению системы менеджмента качества и плодотворному труду коллектива ОАО «Сморгонь-силикатобетон», возглавляемого директором Н.Н. Федосовым, предприятием были достигнуты следующие показатели: рост производства за 9 мес 2006 г. к 2005 г. составил 119,8%, а рост реализации за этот же период составил 124,9%.

ОАО «Сморгонь-силикатобетон» на изделия из ячеистого бетона имеет сертификаты соответствия Республики Беларусь, Российской Федерации и Украины и право маркировать продукцию знаком СЕ. Наша продукция реализуется в Литве, Латвии, Украине, России и во всех уголках Республики Беларусь.

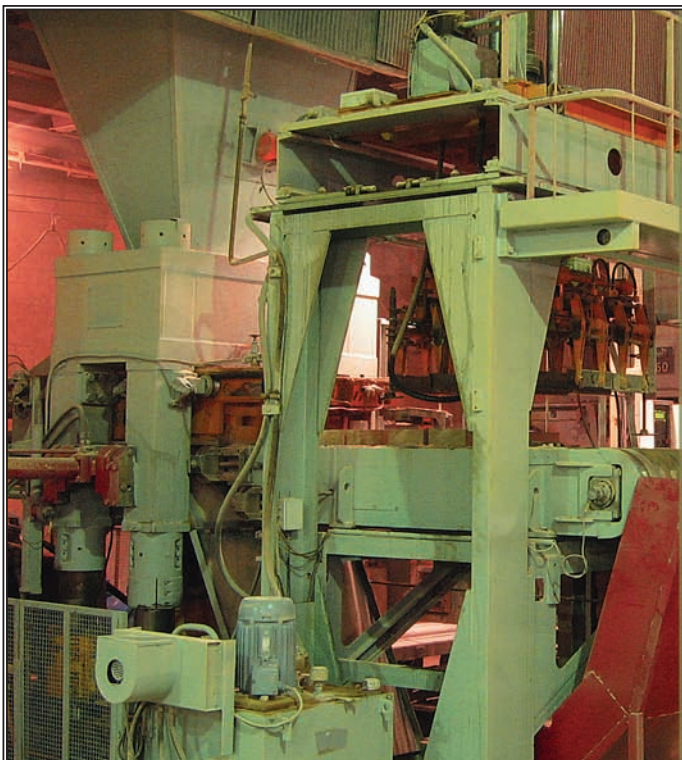
В нынешнем году в республиканском конкурсе «Лучший строительный продукт года» приняли участие 253 организации, которые представили 383 продукта. Жюри конкурса выделила 64 победителя по различным категориям строительных продуктов, в том числе в номинации ячеистый бетон Д 500; победителем стала продукция ОАО «Сморгонь-силикатобетон».

Наша продукция позволит вам строить свой мир по своему желанию.



231000, Республика Беларусь, г. Сморгонь  
Тел./факс: +375-(1592)-55203; -33774;-21699  
E-mail: office@ssb.by <http://www.ssb.by>

Контакты в Москве:  
Тел.: +7 495 2569616; факс: +7 495 6094262  
E-mail: siporex@mail.ru <http://www.hebel-msk.ru>



## ЗАО «ТЯЖМЕХПРЕСС»

- один из мировых лидеров по производству
- ◆ тяжелых механических прессов усилием до 160 МН
  - ◆ автоматических прессовых линий
  - ◆ автоматизированных и механизированных комплексов для кузнечных и листоштамповочных производств.

Для промышленности строительных материалов производит автоматизированные комплексы для изготовления силикатного кирпича на базе гидравлического пресса усилием 460 или 800 т.

# ТМП

Россия, 394026, г. Воронеж, ул. Солнечная, 31  
Тел.: (4732) 39-25-13, факс (4732) 46-35-58  
E-mail: [vtmp@tmp-press.ru](mailto:vtmp@tmp-press.ru) [www.tmp-press.ru](http://www.tmp-press.ru)

РЕКЛАМА

ООО «ПНО ПРОМАВТОМАТИКА» – официальный представитель фирм «Kromschroeder» и «Turck» в России

**kromschroeder**

## ПНО ПРОМАВТОМАТИКА



### Оборудование фирмы «Kromschroeder»:

- Шаровые краны и фильтры для газа
- Регуляторы давления газа
- Электромагнитные клапаны
- Датчики-реле давления
- Компактные блоки и Moduline
- Автоматика, шкафы управления
- Горелки + системы управления
- Устройства розжига и датчики контроля пламени
- Термоэлектрические устройства безопасности, терморпары
- Автоматы управления горелками и АСУТП
- Измерительные и тестовые приборы

### Оборудование для автоматизации производства:

- Датчики: индуктивные, емкостные, оптические, магнитные, ультразвуковые, контроля потока, температуры, давления, уровня
- Сигнализаторы уровня сыпучих материалов, концевые выключатели высокотемпературные
- Искробезопасные барьеры (токовые, преобразователи температуры, имеющие российские градуировки 50М, 53М, 100М)
- Реле *COMAT, RELECO, FINDER, RELPOL*
- Модуль оценки сигналов, числа оборотов
- Системы промышленного видеонаблюдения, блоки питания
- Частотные преобразователи, системы плавного пуска
- Пускатели, кнопки, переключатели

РЕКЛАМА



**Наш адрес:** Россия, Москва, 117105, ул. Нагатинская д. 3Б, офис 416

**Тел./факс:** +7 (495) 111-00-62, +7 (495) 111-04-31

**Тел.:** +7 (910) 406-83-72

**Internet:** [www.promavtomatika.ru](http://www.promavtomatika.ru)

**E-mail:** [mail@promavtomatika.ru](mailto:mail@promavtomatika.ru)



В.В. ОПЕКУНОВ, д-р техн. наук, Институт технической теплофизики Национальной академии наук Украины, Научно-производственное предприятие композиционных материалов «Комплекс» (Киев)

## Прочность, однородность и анизотропия свойств пористых бетонов

При решении задач в области ресурсосбережения при массовом строительстве и эксплуатации отапливаемых объектов наиболее конкурентоспособными являются изделия из пористых бетонов.

Пористые бетоны (необжиговые твердые композиционные материалы с общей пористостью не менее 50%) производят в основном в виде ячеистых бетонов (газо-, пено-, газопенобетоны автоклавного и неавтоклавного твердения) с применением микрозаполнителей моно- или композиционного состава, а также в виде перлитобетонов на основе вспученного перлитового песка (ВПП).

В зависимости от условий эксплуатации при оценке качества пористых бетонов параметрами оптимизации могут быть различные свойства. Наиболее важным статистическим параметром структуры пористых бетонов является прочность (R). Известно, что однофакторные зависимости между R и средней плотностью ( $\rho$ ), R и другими свойствами бетона не адекватны [1].

Из статистической физики известно, что в реальных средах всегда есть флуктуации физических величин (плотности, температуры и т. д.). Наличие флуктуаций приводит к неоднородности и анизотропии параметров качества формовочной смеси и пористого бетона; можно констатировать наличие градиентов соответствующих величин.

Существенное влияние кроме фактора  $\rho$  на R пористого бетона оказывают степень однородности (характеризуется ненормативным коэффициентом однородности  $D_i$  i-тых параметров качества бетона), степень изотропности (характеризуется ненормативным коэффициентом анизотропии прочности  $A_R$ ), усадка (U), а также степень завершенности микроструктурообразования (C), т. е. фазовый состав матрицы бетона.

Приведенную в работе [1] качественную модель прочности можно переписать в виде:

$$R = f(P_{\kappa(\kappa=1-4)}, R_a, R_m, R_c, \rho, A_R, D_i, U), \quad (1)$$

где  $P_1, P_2, P_3$  — характеристики распределения соответственно капиллярных, воздушных (пенных) и газовых пор в матрице;  $P_4$  — характеристика распределения пор в заполните-

ле;  $R_a$  — характеристика прочности адгезионного контакта микрозаполнитель — матрица Г;  $R_m$  — характеристика когезионной прочности матрицы;  $R_c$  — характеристика когезионной прочности микрозаполнителя.

При этом имеют место следующие зависимости:

$$\begin{aligned} R_m &= \psi(C); & (2) \\ R_a &= \phi(C, \eta). & (3) \end{aligned}$$

Для характеристики качества поверхности активированного плотного микрозаполнителя введен коэффициент активности поверхности  $\eta$ , который определяется из выражения:

$$\eta = Z/Z_0,$$

где Z,  $Z_0$  — соответственно теплота смачивания (водой) микрозаполнителя, активированного данным способом и механохимическим способом в шаровой мельнице [1].

Физико-химический смысл параметра C изменяется в зависимости от способа структурообразования пористого бетона, точнее его цементирующего вещества (теоретически  $C \leq 1$ ). Представления о параметре C конкретизируются по мере накопления информации о фазовом составе цементирующих веществ в пористых бетонах с оптимальной микроструктурой и зависят от выбора параметров оптимизации микроструктуры.

В случае принятия R как параметра оптимизации в качестве характеристики микроструктуры некоторых видов бетонов можно установить, например, суммарное содержание гидросиликатов кальция (ГСК) и CSH(B), которые определяются исходя из данных РФА.

Выполнение условия  $C \rightarrow 1$ ,  $R_m \rightarrow R_{m \max}$ ,  $R_a \rightarrow R_{a \max}$  облегчается, если в процессе производства пористых бетонов будет обеспечено высокое качество микрозаполнителя и вяжущей системы за счет физико-химической активации сырья, что приведет к образованию повышенного количества, например, низкоосновных (НО) ГСК.

Значения параметра R автоклавных и неавтоклавных ячеистых бетонов могут быть повышены не только за счет формирования улучшенного фазового состава новообразований и повышения  $R_m$ , но и вследствие уве-

личения  $R_a$ . Среди факторов, существенно влияющих на параметр R, есть и масштабный фактор, в некоторых случаях существенно зависящий от  $D_i$ .

В строительном материаловедении принято различать макро- и микрооднородность. Эти категории применимы при оценке качества макро- и микроструктуры пористого бетона.

Значения конкретного параметра качества ( $B_i$ ) зависят от координат точки, в которой производится измерение. Можно отметить, что понятие «макрооднородность» используется при рассмотрении пористого бетона с физической точки зрения, а «микрооднородность» — физико-химический параметр микроструктуры.

Из данных работы [1] следует, что ячеисто-бетонная смесь как гетерогенная дисперсная система при определенном уровне влажности и дисперсности твердой фазы может быть отнесена к статистически макрооднородным объектам, а контролировать общую макрооднородность смеси можно, например, по параметру низковольтной электропроводности в плоскости XY (X, Y, Z — прямоугольная система координат, при которой ось Z вертикальна, т. е. совпадает с направлением действия силы тяжести).

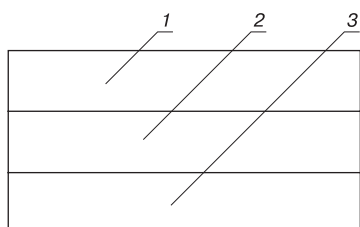
Вместе с тем практическая технология требует оценки однородности конкретных параметров  $D_i$ . Например, важен контроль однородности распределения газовой фазы в смеси ( $D_{ГФ}$ ), плотности бетона ( $D_\rho$ ), активности смеси ( $D_{CaO}$ ). Важны также и параметры микрооднородности — распределения кристаллитов из низко- и высокоосновных ГСК, распределения микрозаполнителя и др.

В общем случае ненормативный коэффициент однородности  $D_i$  может быть вычислен по формуле:

$$D_i = B_{i \min} / B_{i \max}, \quad (4)$$

где  $B_{i \min}$ ,  $B_{i \max}$  — минимальное и максимальное значения параметров в одном направлении.

При оценке однородности пористого бетона следует учитывать способ производства и размеры изделий. Диапазон значений параметра  $D_i$  (наиболее важный из параметров  $D_i$ ) и соответствующий коэффициент вариации (v) зависят от разнородности пористого бетона, усло-



**Рис. 1.** Рекомендуемая схема для расчета параметра  $D_p$  в ячеистом бетоне в вертикальном направлении ( $D_x = D_z$ ): 1 – объем с наименьшим уплотнением сырца ( $\rho_1$ ); 2 – объем со средним уплотнением сырца; 3 – объем с наибольшим уплотнением сырца ( $\rho_3$ )

вий формования массива или изделия и заданного уровня параметра  $\rho$ .

При монолитном способе производства параметр  $D_p$  можно оценивать, оперируя образцами-кубами с ребром 10–20 см, а при изготовлении сборных изделий можно говорить об уровне  $D_p$ , руководствуясь схемами оценки качества изделий, предусмотренными, например, в украинском стандарте ДСТУ Б В.2.7-7–94 «Изделия бетонные стеновые мелкоштучные. Технические условия», имеющем аналоги в СНГ.

В традиционной прямоугольной системе координат при литейной, вибрационной и ударной технологиях производства пористых бетонов в различных точках  $B_1(X_1, Y_1, Z_1) \neq B_2(X_2, Y_2, Z_2)$  принимают:  $D_{ix} = D_{iy} \cong 1$ ;  $D_{ix} = D_{iy} \neq D_{iz}$ ;  $D_{iz} < 1$ , а также  $D_p = (h, \rho)$ , где  $h$  – высота массива пористого бетона (как правило,  $h < 1,2$  м).

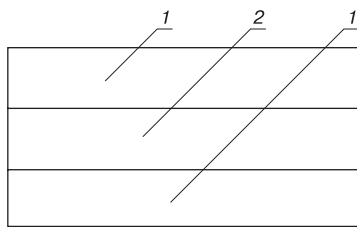
Блоки из ячеистого бетона производят при различных схемах резки массива-сырца. Заметим, что при этом условии  $D_{px} = D_{py} \cong 1$  фактически не выполняется, так как в плоскостях XY имеет место  $D_{CaO} \neq 1$  и  $D_{Al} \neq 1$ .

На рис. 1 приведена рекомендуемая схема для расчета параметра  $D_p$  в ячеистом бетоне в вертикальном направлении при отсутствии горизонтального реза (в блоке высотой 60 см условно могут быть выделены 3 равных объема с разной плотностью:  $\rho_1 < \rho_2 < \rho_3$ ). Предполагается, что в горизонтальной плоскости XY ячеистый бетон однороден, т. е.  $D_x = D_y \cong 1 \neq D_z < 1$ . В этом случае  $D_p = \rho_1/\rho_3$ .

При наличии горизонтального реза (в плоскостях XY) высота изделия 20–30 см, поэтому практически можно выделить только 2 равных объема  $D_p = \rho_1/\rho_2$ .

При изготовлении изделий из цементных перлитобетонов прессование возможно как в вертикальном направлении (в направлении действия силы тяжести  $D_x = D_y \cong 1$ ,  $D_x = D_y \neq D_z$ ,  $D_z < 1$ ), так и в горизонтальном направлении (в плоскости XY и в направлении оси X  $D_y = D_z \cong 1$ ,  $D_x < 1$ ).

Схема расчета параметра  $D_p$  прессованных теплоизоляционных (ТИ) и стеновых изделий зависит от



**Рис. 2.** Рекомендуемая схема для расчета параметра  $D_p$  при двухстороннем прессовании смеси в вертикальном направлении (направлении действия силы тяжести): 1 – объем с наибольшим уплотнением сырца ( $\rho_1$ ); 2 – объем с наименьшим уплотнением сырца ( $\rho_2$ )

толщины (размера по направлению оси Z), которая, как правило, изменяется в диапазоне 20–200 мм.

Наиболее эффективно двустороннее одновременное вертикальное сжатие смеси, которое позволяет получать строительные изделия с однородностью  $D_p = D_x = D_p \text{ max}$ .

Наилучшие показатели качества у цементного негидрофобизированного перлитобетона, изготовленного по раздельной технологии.

Схема для расчета параметра  $D_p$  при одностороннем вертикальном прессовании смеси совпадает со схемой, приведенной на рис. 1. При этом в зависимости от толщины изделия при расчете параметра  $D_p$  могут быть выделены как 2, так и 3 равных объема в предположении, что  $D_x = D_y \cong 1 \neq D_z < 1$ .

На рис. 2 представлена схема для расчета параметра  $D_p$  при двухстороннем прессовании смеси в вертикальном направлении.

При расчете параметра  $D_p$  следует выделить 3 равных объема в предположении, что  $D_x = D_y \cong 1 \neq D_z < 1$ . При малом размере изделия в направлении оси Z (20–40 мм) расчет практически невозможен вследствие технической невозможности выделения объемов.

Схема для расчета параметра  $D_p$  при двухстороннем прессовании смеси в горизонтальном направлении (в плоскости XY и в направлении оси X) совпадает со схемой, представленной на рис. 2. При расчете параметра  $D_p = D_x$  следует выделить 3 равных объема в предположении, что  $D_y = D_z \cong 1$ .

Схема для расчета параметра  $D_p = D_x$  при одностороннем прессовании смеси в горизонтальном направлении (в плоскости XY и в направлении оси X) совпадает со схемой, представленной на рис. 1. При расчете параметра  $D_p = D_x$  следует выделить 3 равных объема с разной плотностью в предположении, что  $D_y = D_z \cong 1$ .

Микронеоднородность материала является причиной анизотропии его физико-механических, тепло-технических, звукоизолирующих и т. д. свойств.

Коэффициент анизотропии свойств материала ( $A_j$ ) как характеристика микроструктуры в конкретной точке может быть вычислен, например, по формуле:

$$A_j = B_{j1}/B_{j2}, \quad (5)$$

где  $B_{j1}$ ,  $B_{j2}$  – значения параметров в различных направлениях.

В строительном материаловедении принято считать, что в горизонтальной плоскости XY пористый бетон не только макрооднороден, но и изотропен, т. е.  $B_x \cong B_y \neq B_z$ .

В газобетонах значения параметров, например R и теплопроводности  $\lambda$ , существенно зависят от направления испытаний, т. е.  $R_x \cong R_y \neq R_z$ , а  $\lambda_x \cong \lambda_y \neq \lambda_z$ .

Будем считать характеристикой  $A_j$  отношение между значениями параметров во взаимно перпендикулярных направлениях. Отсюда следует, что коэффициент анизотропии прочности можно вычислить по формуле:

$$A_R = R_1/R_2 > 1,$$

где  $R_1$ ,  $R_2$  – значения прочности во взаимно перпендикулярных направлениях, одно из направлений совпадает с направлением оси Z.

Уровней значений параметров  $A_R$  и  $A_\lambda$ , соответствующие коэффициенты вариации ( $v$ ) зависят от разновидности пористого бетона, способа его производства и размеров испытываемого образца.

В ячеистых бетонах высокая анизотропия (в нашем определении) не только прочности ( $A_R = A_{Rmax}$ ), но и теплопроводности ( $A_\lambda = A_{\lambda max}$ ).

Качество изделий из пористого бетона определяется и уровнем значений параметра U. В общем случае можно записать:

$$U = \varphi(\rho, n, N, C, G, D_i, A_u), \quad (6)$$

где  $n$  – объемная доля цементирующего вещества;  $N$  – размеры изделия;  $G$  – параметры среды эксплуатации бетона;  $A_u$  – коэффициент анизотропии усадки (параметр качества бетона).

Объемная усадка сопровождается массообменом и общей структурной перестройкой. Теория поверхностных сил не позволяет производить точные расчеты значений U и набухания пористых бетонов. Не разработана и методика расчета значений  $N = N_{min}$ , что сдерживает разработку технологических рекомендаций по повышению долговечности отделочных изделий из теплоизоляционных пористых бетонов с  $\rho < 400$  кг/м<sup>3</sup>.

Параметры  $D_i$  и  $A_j$  существенно влияют и на теплофизические свойства пористых бетонов.

Основной характеристикой пористых бетонов является их пористость (П) или объем (V), занимаемый газовой фазой (ГФ).

Между параметрами  $\rho$  и средне-взвешенной плотностью гетерогенного вещества ( $\rho_{cp}$ ), из которого изготовлен пористый бетон, существует соотношение

$$P = 1 - \rho / \rho_{cp} \quad (7)$$

Качественный состав вещества бетона оказывает существенное влияние на протекание процессов теплообмена.

Характер распределения и количество адсорбированной жидкой фазы (ЖФ) определяют конвективную составляющую теплопередачи. Толщина пленки и свойства воды в ней (вязкость, плотность) зависят от степени гидрофобности поверхности бетона, косвенно оценить которую можно по теплоте смачивания [1].

Эксплуатация пористых композиционных материалов строительного назначения (КМСН) возможна в условиях как строительных объектов (эксплуатационная влажность  $W_3 > 0$ ), так и тепловых установок ( $W_3 = 0$ ). В КМСН имеет место сложный теплообмен.

Исходя из этого в общем случае можно записать:

$$\lambda = f(\rho, P_{k(k=1-4)}, W_3, t, C, D_i, A_\lambda), \quad (8)$$

где  $t$  — температура. Вследствие действия факторов  $D_i$  в пористом бетоне фактически имеют место градиенты температуры в различных направлениях, т. е. температурное поле априори неоднородно.

Допустимо записать:

$$\lambda = (\lambda_{ТФ} V_{ТФ} + \lambda_{ЖФ} V_{ЖФ} + \lambda_{ГФ} V_{ГФ} + \lambda_{ГОФ} V_{ГОФ}) / (V_{ТФ} + V_{ЖФ} + V_{ГФ} + V_{ГОФ}),$$

где  $\lambda_{ТФ}$ ,  $\lambda_{ЖФ}$ ,  $\lambda_{ГФ}$ ,  $\lambda_{ГОФ}$  — теплопроводность соответственно ТФ, ЖФ, ГФ и телеобразной фазы (ГОФ) бетона;  $V_{ТФ}$ ,  $V_{ЖФ}$ ,  $V_{ГФ}$ ,  $V_{ГОФ}$  — объем, соответственно ТФ, ЖФ, ГФ и ГОФ бетона.

Параметр  $\lambda_{ТФ}$  можно рассматривать как среднезвешенный коэффициент теплопроводности, зависящий от  $\lambda_{ТФi}$  ( $\lambda_{ТФi}$  — теплопроводность  $i$ -го компонента ТФ бетона) и объемного содержания  $i$ -го компонента ТФ бетона. Пористые бетоны с повышенным содержанием аморфного компонента будут иметь уменьшенный уровень  $\lambda$ .

В газобетонах автоклавно-го твердения (ГАТ) практически  $V_{ГОФ} \approx 0$ . В неавтоклавных цементных ячеистых бетонах ГОФ присутствует неизбежно. Значения  $\lambda_{ГОФ}$  не установлены.

Для определенности можно предположить, что ГФ и влага всех пор участвуют в конвективной теплопередаче. В теплопередаче участвует ГФ в виде воздуха как открытых, так и закрытых пор пористого бетона (состав ГФ в таких порах может отличаться от газового состава воздуха атмосферы).

Можно записать:

$$\lambda_{ГФ} = \lambda_{ГФ1} + \lambda_{ГФ2},$$

где  $\lambda_{ГФ1}$ ,  $\lambda_{ГФ2}$  — соответственно коэффициент теплопроводности неподвижного воздуха и конвективная (без учета теплоотдачи между ТФ и ЖФ в порах) составляющая.

При нормальных условиях эксплуатации бетонов, как правило,  $W_3 \approx W_c$ . При этом ЖФ размещена в тонких слоях-пленках, которые неравномерно покрывают поверхность пор. Это приводит к некоторому увеличению  $\lambda_{ГФ}$  вследствие повышения коэффициента излучения ( $K$ ), т. е. увеличения электромагнитной составляющей теплопередачи в бетоне.

Отсюда:

$$\lambda_{ГФ2} = \lambda_{ГФ21} + \lambda_{ГФ22},$$

где  $\lambda_{ГФ21}$ ,  $\lambda_{ГФ22}$  — коэффициенты теплопроводности ГФ соответственно открытых и закрытых пор.

Открытые поры контактируют через микротрещины в межпоровых перегородках с соседними порами и атмосферой, поэтому  $\lambda_{ГФ21} \gg \lambda_{ГФ22}$ , т. е. фактический вклад  $\lambda_{ГФ21}$  в параметр  $\lambda_{ГФ2}$  наибольший.

Для превращения открытых пор в условно закрытые при атмосферном давлении следует выполнять специальные мероприятия по их кольматации защитно-декоративными смесями. Это приведет к  $\lambda_{ГФ21} \rightarrow 0$  и уменьшению  $\lambda_{ГФ2}$ , что в итоге будет способствовать минимизации параметра  $\lambda$ .

С теплотехнической точки зрения следует стремиться к получению пористого бетона с меньшим условным диаметром макропор (менее 0,1 мм). При нормальных условиях эксплуатации бетонов можно принять  $\lambda_{ГФ2} = 0$ , т. е. имеет место  $\lambda_{ГФ} = \lambda_{ГФ1}$ .

Получение ГАТ с улучшенной мелкопористой макроструктурой возможно при использовании активированного алюминиевого газообразователя; ячеистые бетоны при этом имеют и повышенную прочность [1].

В ГАТ фактически  $W_3 < W_c = (3-5) \text{ мас.}\%$ . При этом дискретно размещенная ЖФ (в ГАТ — вода; в неавтоклавных цементных бетонах — раствор щелочей, в том числе и пенообразователя) тонких пленок практически не участвует в процессе конвективной теплопередачи.

Вода (характеризуется  $K_b$ ) сосредоточена прежде всего в тонких открытых сообщающихся гидрофильных капиллярах и замерзает при достаточно низкой температуре. В условно замкнутые поры бетона при нормальных условиях эксплуатации влага не проникает. Этим и объясняется относительно невысокий уровень  $W_c$ , например у пенобетонов. Уровень значений  $\lambda_{ЖФ}$  не поддается количественной аналитической оценке.

При невысоком влагосодержании бетона можно принять  $\lambda_{ЖФ} = 0$ .

При  $W_3 > W_c$  наличие более равномерно распределенной влаги приведет к тому, что некая среднезвешенная излучающая способность исходных гидрофильных структурообразующих цементирующих минералов и микрозаполнителей (характеризуется среднезвешенным  $K_{стр} < K_b$ ) практически будет представлена высокой излучающей способностью ЖФ. Равномерность распределения ЖФ зависит от теплоты смачивания материалов твердой фазы.

В случае наличия гидрофобного покрытия (ГФП) на поверхностях открытых пор будет иметь место  $K_{стр} = K_{ГФП} \ll K_b$ .

Заметим, что известное соотношение  $\lambda = \lambda_0 (1 + \Delta\lambda \cdot W_3)$  требует корректировки. При  $W_3 < W_c$  (степень увлажнения КМСН незначительна) можно принять, что коэффициент  $\Delta\lambda = \text{const}$  для каждого вида пористого бетона и не зависит от уровня  $\rho$  бетона. Очевидно, что при  $W_3 > W_c$  имеет место  $\Delta\lambda = f(\rho, \Phi)$ , где  $\Phi$  — множество физико-химических факторов.

Физико-химический смысл параметра  $D_i$ , введенного в формулы (6) и (8), зависит от вида пористого бетона, минерального состава его матрицы и при определенном уровне  $W_3$  от однородности распределения жидкой фазы. В некоторых случаях возможна корреляция между  $D_i$  и  $C$ ,  $D_i$  и  $D_p$ .

В общем случае в газобетонах с плотностью  $\rho_1$  пористость  $P_1 = P_{11} + P_{12}$ , а в цементных перлитобетонах с плотностью  $\rho_2$  пористость  $P_2 = P_{21} + P_{22}$ . При  $\rho_1 = \rho_2$  ( $P_1 \neq P_2$ , так как  $\rho_{cp.1} \neq \rho_{cp.2}$ ) возможно как  $P_{11} > P_{21}$ , так и  $P_{11} < P_{21}$ .

В газобетонах уменьшение уровня  $P_{11}$  затруднено (объемная гидрофобизация сопряжена с техническими проблемами), а уровень  $P_{21}$  зависит от технологии производства перлитобетонов, качества ВПП и применяемых вяжущих систем.

В цементных перлитобетонах, изготовленных по отдельной технологии, по сравнению с газобетонами анизотропия прочности и значения  $\lambda$  меньше. Это связано с повышенным содержанием в бетоне низкоосновных ГСК и аморфного компонента [1].

В табл. 1 представлены средние значения параметров  $D_p$  и  $A_R$  некоторых промышленных пористых бетонов, изготовленных различными способами. Как видно, теплоизоляционный цементный негидрофобизированный перлитобетон, изготовленный по отдельной технологии, по этим параметрам существенно отличается от других видов теплоизоляционных пористых бетонов.

Таблица 1

Вид бетона, показатели качества	Значения показателей			
	теплоизоляционный бетон, ρ, кг/м <sup>3</sup>		теплоэффективный бетон, ρ, кг/м <sup>3</sup>	конструкционный бетон, ρ, кг/м <sup>3</sup>
	250–400	400–500	500–800	800–1200
Газобетон автоклавного твердения (блок размером 600×200×300 мм; вертикальная разрезка массива) D <sub>p</sub> (v), % A <sub>R</sub> (n)	86 (8) 1,12 (0,17)	86,7 (8) 1,11 (0,16)	88,1 (8) 1,1 (0,14)	89 (5,2) 1,1 (0,1)
Неавтоклавный цементный пенобетон (блок размером 600×200×300 мм; вертикальная разрезка массива) D <sub>p</sub> (v), % A <sub>R</sub> (n)	88 (9) 1,11 (0,16)	88,9 (8,7) 1,1 (0,14)	90,2 (8) 1,1 (0,11)	92 (8) 1,09 (0,09)
Цементный негидрофобизированный перлитобетон, изготовленный по раздельной технологии (прессованный кирпич размером 120×250×65 мм; вертикальное двустороннее прессование по короткой стороне) D <sub>p</sub> (v), % A <sub>R</sub> (n)	92 (7,2) 1,04 (0,14)	93,1 (5,3) 1,04 (0,1)	95,2 (5) 1,03 (0,09)	96 (5) 1,03 (0,09)

Таблица 2

Факторы качества	Степень влияния факторов		
	теплоизоляционный бетон ρ, кг/м <sup>3</sup>	теплоэффективный бетон ρ, кг/м <sup>3</sup>	конструкционный бетон ρ, кг/м <sup>3</sup>
	250–500	500–800	800–1200
<b>Газобетон автоклавного твердения на известково-цементном вяжущем</b>			
Усадка	+	+	–
Набухание	+	–	–
Ползучесть	–	–	–
<b>Неавтоклавный цементный пенобетон</b>			
Усадка	+	+	+
Набухание	+	+	–
Ползучесть	+	+	–
<b>Цементный перлитобетон (раздельная технология [1])</b>			
Усадка	+	–	–
Набухание	–	–	–
Ползучесть	–	–	–

**Примечание.** (+), (–) – влияние фактора соответственно существенно и несущественно.

В отсутствие адекватных аналитических зависимостей для прогнозирования уровня значений параметра R следует использовать экспериментально-статистические методы построения статических или динамических многофакторных моделей.

Недопустимо строить математические модели прочности пористых бетонов, не имеющие технологического или физико-химического смысла. Не исключено, что наиболее эффективными окажутся модели дисперсионного анализа. Задача по моделированию существенно усложняется вследствие возможной статистической значимости взаимодействия некоторых из рассматриваемых факторов.

Отсутствие в матрице пористого бетона негидратированных частиц клинкера приводит к уменьшению трещинообразования и набухания це-

ментирующего вещества. При определенных условиях эксплуатации изделий из неавтоклавного пористого бетона следует учитывать влияние на параметр R ползучести цементного камня.

Исходя из данных теоретических и экспериментальных исследований [1] формула (1) примет вид:

– для газобетонов на плотных микрозаполнителях ( $R_c \geq R_m$ ):

$$R = f_1(P_{(1,3)}, R_a, R_m, \rho, A_R, D_i, U),$$

где P<sub>1</sub>, P<sub>3</sub> – характеристика распределения соответственно капиллярных и газовых пор в матрице;

– для пенобетонов на плотных микрозаполнителях ( $R_c \geq R_m$ ):

$$R = f_2(P_{(1,2)}, R_a, R_m, \rho, A_R, D_i, U),$$

где P<sub>1</sub>, P<sub>2</sub> – характеристика распределения соответственно капиллярных и пенных (воздушных) пор в матрице;

– для цементных перлитобетонов ( $R_c < R_m$ ):

$$R = f_3(P_{(1,4)}, R_a, R_m, R_c, \rho),$$

где P<sub>4</sub> – характеристика распределения пор в ВПП; R<sub>a</sub> – характеристика прочности адгезионного контакта ВПП – цементный камень; R<sub>m</sub> – характеристика когезионной прочности цементного камня; R<sub>c</sub> – характеристика когезионной прочности ВПП.

В качестве элемента априорной информации в табл. 2 представлены экспертные оценки степени влияния усадки, набухания и ползучести на эксплуатационные свойства различных пористых бетонов в несущих стеновых мелких блоках при малоэтажном строительстве (здания до 3 этажей).

При многоэтажном строительстве в зависимости от условий нагружения и эксплуатации изделий сте-

пень влияния указанных факторов может измениться.

Экспериментально установлено, что пористые бетоны  $\rho = 400\text{--}600 \text{ кг/м}^3$  могут быть расположены в ряды:

- по мере уменьшения параметра R: цементный перлитобетон, изготовленный по раздельной технологии → газобетон автоклавного твердения → неавтоклавный цементный ячеистый бетон;
- по мере возрастания параметра  $\lambda$ : цементный перлитобетон, изготовленный по раздельной технологии → неавтоклавный цементный пенобетон → газобетон автоклавного твердения → неавтоклавный цементный газобетон;
- по мере возрастания параметра U: цементный перлитобетон, из-

готовленный по раздельной технологии → газобетон автоклавного твердения → неавтоклавный цементный ячеистый бетон;

- по мере уменьшения параметра  $W_c$  (бетоны не гидрофобизированы; относительная влажность среды 97%): неавтоклавный цементный ячеистый бетон → цементный перлитобетон, изготовленный по раздельной технологии → ячеистый бетон автоклавного твердения.

Следует констатировать, что физико-технические и эксплуатационные свойства теплоизоляционных (ТИ) пористых бетонов  $\rho < 400 \text{ кг/м}^3$  изучены недостаточно, что сдерживает развитие соответствующей нормативной базы в области их производст-

ва и применения. Для предотвращения распространения использования неавтоклавных ячеистых бетонов (НЯБ) в конструкциях жилых объектов целесообразно ввести ограничения по коэффициенту размягчения. При определении рабочего положения сборных ТИ и стеновых изделий в наружных ограждающих конструкциях отапливаемых объектов следует учитывать качество пористых бетонов не только по критериям R,  $\lambda$  и U, но и по ненормируемым в настоящее время параметрам  $D_p$  и  $A_R$ .

#### Литература

1. *Опекунов В.В.* Конструкционно-теплоизоляционные бетоны. К.: Академперіодика. 2002. 270 с.

## информация



# МЕРА-2006 13-я Международная специализированная выставка измерительной техники и автоматики

С 7 по 10 ноября 2006 г. в выставочном комплексе «Экспоцентр» на Красной Пресне (Москва) проводилась 13-я Международная специализированная выставка измерительной техники и автоматики «МЕРА-2006». Организаторами выставки выступили Федеральное агентство по техническому регулированию, выставочная компания «Евроэкспо», M.S.I. Fairs & Exhibitions (Австрия), Международное научно-техническое общество приборостроителей и метрологов (МНТО ПМ).

В экспозиции были представлены средства измерения различных физических величин и технологических параметров промышленного и научного назначения; приборы и системы для испытаний, сертификации и контроля качества материалов и готовой продукции; сенсоры и сенсорные системы, измерительные преобразователи; измерительные информационные системы и системы обработки данных измерений и испытаний; лабораторная и аналитическая техника; приборы и системы учета и контроля энергоресурсов; средства метрологического обеспечения в промышленности и науке; измерительные приборы и системы, основанные на использовании лазерной и оптоволоконной техники. В работе выставки приняли участие 86 производителей из восьми стран.

В рамках выставки прошел семинар и круглый стол «Современные задачи разработки и повышения эффективности использования средств измерения в строительстве», организаторами которого выступили Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии, ВНИИФТРИ. На семинаре и круглом столе обсуждались вопросы повышения качества в строительстве и связанного с этим метрологического обеспечения строительных лабораторий и строитель-

ного комплекса. На конференции выступили начальник управления инструментального контроля и геодезии Комитета государственного строительного надзора города Москвы **В.В. Курилин**, заместитель генерального директора ВНИИФТРИ по научной работе канд. физ.-мат. наук **Д.М. Балаханов**, президент МНТО ПМ **Г.И. Кавалеров**, а также руководители отечественных предприятий – производителей средств измерения и контроля для стройиндустрии. Все участники семинара выказали большую обеспокоенность состоянием парка средств измерения и уровнем подготовленности персонала строительных лабораторий, отсутствием технологического регламента и пр., что отрицательно сказывается на качестве строительства. Как отметил в своем сообщении В.В. Курилин, существует большой разрыв между лабораториями и современными технологиями строительства. Так, из проведенных в 2005 г. 12,6 тыс. проверок более чем в 6 тыс. случаях были обнаружены существенные недостатки в работе лабораторий, сопровождающих строительство.

По общему мнению участников семинара и круглого стола, необходимо составить реестр лабораторий, сопровождающих строительство, активизировать проверки их деятельности.

О новых разработках и направлениях деятельности рассказали представители ведущих российских предприятий – производителей средств измерений и контроля качества – компаний ВНИР, СКБ СТРОЙПРИБОР, ООО «Контрос», ООО «ТЕХНО-АС», НПП «Интерприбор» и др.

**И.В. Козлова,**  
канд. физ.-мат. наук

## Исследование эксплуатационной влажности ячеистого бетона

В последние годы наряду с традиционными строительными материалами (керамический кирпич и железобетон) все большее применение во многих областях строительства находит такой вид ячеистого бетона, как автоклавный газобетон. При производстве и применении данного материала возникает много вопросов по поводу высоких показателей влажности изделий. Немецким научным центром Xella Technologie- und Forschungsgesellschaft mbH были проведены исследования показателей влажности на различных этапах применения автоклавного ячеистого бетона YTONG и ее влияние на эксплуатационные характеристики материала.

Положительные качества любого строительного материала прежде всего определяются суммой его свойств, позволяющих соблюдать различные требования, предъявляемые к зданиям.

Наиболее важным свойством строительного материала, используемого для возведения конструкций внешних стен, является его теплоизолирующая способность.

В настоящее время ячеистый бетон имеет самые низкие показатели по теплопроводности среди традиционных искусственных минеральных строительных материалов. При средней плотности  $400 \text{ кг/м}^3$  коэффициент теплопроводности  $\lambda=0,9 \text{ Вт/(м}\cdot\text{К)}$ . При этом класс прочности газобетона, изготовленного на европейских технологических линиях (таких как YTONG), при такой плотности составляет B2,5, что позволяет использовать данный материал как конструкционно-теплоизоляционный. Но как известно, коэффициент теплопроводности напрямую зависит от влажности материала. Говоря о ячеистом бетоне, часто ссылаются на то, что он обла-

дает высоким показателем влажности, что обуславливает достаточно высокий коэффициент теплопроводности. Для поддержания этого аргумента ссылаются на влажность материала до 40%, что приводит к значительному потреблению тепла, и прежде всего в первые годы после ввода здания в эксплуатацию. По всей вероятности, здесь возникает путаница из-за типичной производственной (отпускной) влажности ячеистого бетона. За счет капиллярной активности влажность ячеистого бетона быстро снижается до уровня эксплуатационной влажности. Сведения о теплопроводности в документации изготовителя рассчитаны с учетом значения именно эксплуатационной влажности.

Утверждение, что конструкции из ячеистого бетона достигают своих теплотехнических свойств только спустя два года после эксплуатации, является неверным. На основании исследований Института строительной физики во Фраунхофе (Германия) были составлены кривые изменения влажности ячеистого бетона YTONG в первые три года эксплуатации по результатам испытаний на местности в Холькирхене, Германия (см. рис.).

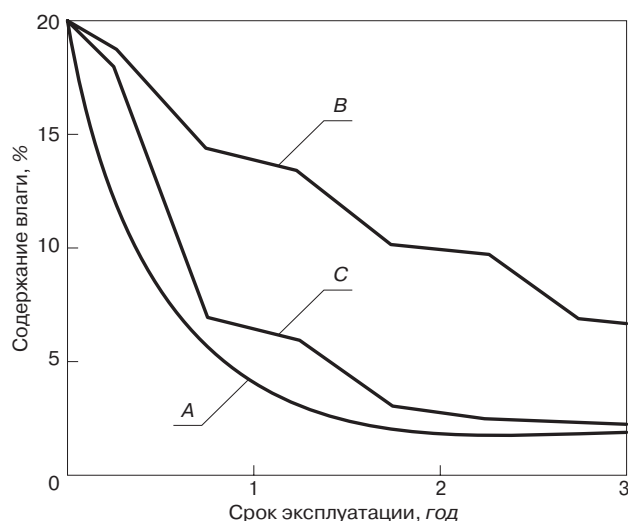
Эти данные наглядно показывают, что содержание влаги в ячеистом бетоне YTONG уже в первый год может достигнуть нормативного значения эксплуатационной влажности (6–8 %) и даже ниже, если только высуханию стены не будут препятствовать влагонепроницаемые слои.

Собственные испытания на местности и стационарные исследования подтверждают, что уже на этапе строительства материал теряет большую часть влаги и уже к концу первого года эксплуатации здания влажность материала не превышает аналогичного показателя традиционных стеновых материалов.

Не менее важной предпосылкой для выбора материала ограждающих конструкций является хороший климат в помещении. Это достаточно субъективное понятие, которое определяется прежде всего ощущением внутреннего комфорта. Немаловажную роль в этом играет влажность воздуха в помещении, которая при температуре  $20^\circ\text{C}$  не должна превышать 55%. Превышение этого предела снижает ощущение комфортности и степень внутреннего удовлетворения условиями в помещении, не говоря уже о возникающих из-за слишком высокой влажности воздуха проблемах, связанных с образованием грибка плесени и резко возрастающими расходами на подогрев воздуха для вентиляции.

Главным качеством материала для поддержания комфортных условий внутри помещения является его адсорбирующая способность.

Чем выше адсорбционные свойства стены, тем больший объем водяного пара поглощается стенами из воздуха в помещении. В условиях все более высокой герметичности современных зданий водяной пар накапливается в воздухе даже при нормальном режиме пользования быстрее, чем это происходит в старых, как правило, менее герметичных зданиях. Ячеистый автоклавный бетон YTONG обладает выраженными высокими адсорбционными свойствами. Результаты исследований адсорбционных свойств некоторых стеновых материалов представлены в табл. 1.



Зависимость влажности ограждающих конструкций из ячеистого бетона YTONG от срока эксплуатации и конструктивного решения: А – стена с влагонепроницаемым покрытием с обеих сторон; В – стена с паронепроницаемым наружным покрытием, с испарениями только вовнутрь; С – непрветриваемая плоская крыша, с испарениями только вовнутрь. В примыкающих помещениях зимой существуют равномерные климатические условия ( $20^\circ\text{C}$ ).

Таблица 1

Наименование стройматериала	Изменение влажности за 1 час (50%–80%)	
Силикатный кирпич	~9	Кладка из различных материалов
Керамический пустотелый кирпич (P=1200 кг/м <sup>3</sup> )	~5	
Керамический пустотелый кирпич (P=1000 кг/м <sup>3</sup> )	~4.5	
<b>Ячеистый бетон YTONG (P=500 кг/м<sup>3</sup>)</b>	~8.5	
Обычный тяжелый бетон	~7.5	Перегородки
Гипсокартонные листы	~9.5	
0 2 4 6 8 10		
Водопоглощение, г/м <sup>2</sup>		

Как видно из таблицы, при резком увеличении влажности воздуха в помещении наилучшие результаты достигаются при использовании в качестве стенового материала ячеистого бетона и силикатного кирпича.

На основании вышеназванных факторов осуществляется также расчет типичной эксплуатационной влажности материалов, используемых при обычных внутренних климатических условиях. В табл. 2 указаны значения эксплуатационной влажности для некоторых строительных материалов. Для более корректного сравнения материалов друг с другом, объемное удельное содержание влаги предпочтительнее массового удельного содержания влаги.

Из всего вышесказанного следует, что практическое содержание влаги в ячеистом бетоне YTONG полностью соответствует диапазону традиционных строительных материалов и не оказывает существенного влияния на теплопроводность конструкции.

Таблица 2

Наименование строительных материалов, использованных для кладки	Плотность, кг/м <sup>3</sup>	Объемное содержание влаги, %
Керамический кирпич	1300–1600	1,5
Силикатный кирпич	1200–1600	5
Железобетон	1200–2400	5
<b>Ячеистый бетон YTONG</b>	<b>400–800</b>	3,5
Гипсокартонные листы	600–1200	2




**23 – 26 января 2007**

## КЕРАМИКА И СТЕКЛО

ХУДОЖЕСТВЕННО-ПРОМЫШЛЕННАЯ ВЫСТАВКА- ФЕСТИВАЛЬ



**■ КЕРАМИКА**

- Керамическая плитка (настенная и напольная), плитка для бассейнов
- Мозаика
- Тротуарная плитка, бордюрная и облицовочная плитка для фасадов
- Керамогранит
- Художественная керамика (барельефы, вазы, сувениры, панно, скульптура)
- Готовые изделия из фарфора, фаянса и керамики (камины, печи, санфаянс)
- Посуда из фарфора, стекла и керамики

**■ СТЕКЛО**

- Все виды стекла: техническое, безопасное (триплекс, закаленное), окрашенное стекло, стекло со специальными покрытиями (защитные декоративные и пленочные), ударопрочные и безосколочные стекла
- Витражное стекло, декоративная мозаика, цветное стекло
- Мебель и предметы интерьера из стекла.
- Художественное стекло
- Современные конструкции из стекла (окна, двери, перегородки, зимние сады, витрины)

КОСК «Россия»  
г. Екатеринбург, Высоцкого, 14

Тел/факс: (343) 347-99-69, 347-18-32  
E-mail: forum\_Aнна@mail.ru, www.kosk.ru

## YTONG

**YTONG, газобетон №1 в Европе, теперь в России!**  
Немецкое качество, экономичность и универсальность!



Во втором квартале 2007г. Xella Baustoffe GmbH совместно с российским партнёром ГВСУ «Центр» запускает **крупнейший** в Москве и Московской области **завод** по производству автоклавного **газобетона** под маркой **YTONG** в г. Можайск, Московская обл.

**Особенности газобетона YTONG:**

- Отличная теплоизоляция
- Высокая огнестойкость
- Хорошая звукоизоляция
- Благоприятный микроклимат
- Экологичность
- Высокая прочность и долговечность

ЗАО Кселла-Аэроблок-Центр Можайск  
109004 г. Москва, ул. Воронцовская, д.21а  
Тел. +7 (916) 100 47 57  
www.xella.com





6 декабря 2006 г. исполняется 80 лет со дня рождения **Сергея Ивановича Хвостенкова** – известного специалиста в области производства цемента и силикатных материалов.

Сергей Иванович закончил МХТИ им. Д.И. Менделеева в 1951 г. Его учителями были такие известные ученые, как П.П. Будников, В.Н. Юнг, Ю.М. Бутт. Трудовую деятельность С.И. Хвостенков начал на Краматорском цементном заводе в должности заместителя начальника заводской лаборатории, а затем главного инженера завода.

Талант инженера-технолога проявился с первых лет работы на производстве. Уже в 1954 г. С.И. Хвостенков обосновал целесообразность применения конструкции вращающихся цементных печей с одинаковым диаметром по всей длине. Совместно с А.Д. Каминским обосновал и внедрил способ повышения производительности цементных мельниц путем усиления аспирации. Разработал и внедрил конструкцию теплообменника для вращающейся печи «обратный винт».

В 1957 г. С.И. Хвостенков был переведен на Теплоозерский цементный завод в Хабаровском крае. Во многом благодаря высокой квалификации и организаторским способностям нового главного инженера предприятие за короткий срок из отстающих вышло в передовые.

Работая в 1959–1963 гг. в институте Новороссицемент в должности ГИПа, а затем главного технолога, С.И. Хвостенков активно участвовал в проектировании и строительстве новых, реконструкции действующих цементных заводов (Рыбницкого, «Пролетарий» в Новороссийске, Кантского, Краснодарского, Араратского, Каспского, Михайловского).

После защиты кандидатской диссертации С.И. Хвостенков был избран заведующим лабораторией ИХТРЭМС Кольского филиала АН СССР, которую возглавлял в течение 10 лет.

С 1975 г. почти 25 лет Сергей Иванович работал во ВНИИстром им. П.П. Будникова заведующим лабораторией силикатного кирпича. За этот период было много сделано для активно развивающейся подотрасли: лаборатория участвовала в научно-техническом сопровождении пуска новых предприятий силикатного кирпича на оборудовании ПНР (Новотроицкий, Башкирский, Новокузнецкий, Ливенский заводы); конструкторская группа лаборатории создала серию эффективных стержневых смесителей, некоторые из них до настоящего времени выпускаются серийно; разработаны штампы трехпустотного кирпича на прессах СМС-152, которые применяются на ряде действующих предприятиях и в настоящее время; совместно с Воронежским СКБKM и Могилевским заводом «Строммашина» создан гидропресс СК-200; разработаны технологии получения высококачественного кирпича с использованием многих видов отходов. На основании этих разработок в г. Ачинске построено предприятие по выпуску белитового вяжущего и кирпичный завод, использующий данное сырье.

Исследования механохимической обработки сырьевых материалов в стержневых смесителях позволили С.И. Хвостенкову создать новую, интенсивную, но в то же время существенно упрощенную технологию силикатного кирпича, которая запатентована.

Сергей Иванович Хвостенков автор более 200 научных публикаций, авторских свидетельств и патентов на изобретения. Многие годы он активный автор, рецензент и научный консультант журнала «Строительные материалы»®. В настоящее время, находясь на заслуженном отдыхе, неутомимый ученый и патриот отрасли продолжает активную творческую деятельность.

Исследования механохимической обработки сырьевых материалов в стержневых смесителях позволили С.И. Хвостенкову создать новую, интенсивную, но в то же время существенно упрощенную технологию силикатного кирпича, которая запатентована.

Сергей Иванович Хвостенков автор более 200 научных публикаций, авторских свидетельств и патентов на изобретения. Многие годы он активный автор, рецензент и научный консультант журнала «Строительные материалы»®. В настоящее время, находясь на заслуженном отдыхе, неутомимый ученый и патриот отрасли продолжает активную творческую деятельность.

**Редакция журнала «Строительные материалы»®, редакционный совет, коллеги от души поздравляют Сергея Ивановича Хвостенкова с 80-летием, желают ему крепкого здоровья и дальнейших творческих успехов.**

УДК 666.942.022.42

С.И. ХВОСТЕНКОВ, канд. техн. наук (Москва)

## О достоинствах мокрого способа производства портландцемента

В 80-е гг. XX века высшее советское руководство под влиянием некоторых специалистов внутри страны и главным образом в результате интенсивной рекламы зарубежных машиностроительных фирм сделало выбор в пользу сухого способа производства цемента. Этот выбор был сделан вопреки мнению большинства ученых и практиков цементного производства, а также без учета сравнительных результатов эксплуатации заводов мокрого и сухого способов.

Определяющим фактором стала гипотеза: снижение расхода топлива на обжиг клинкера обуславливает экономическую выгоду технологии сухого способа получения цемента. В действительности эта гипотеза оказалась ошибочной, что подтверждается сравнительными технико-экономическими показателями работы заводов обоих способов производства цемента в нашей стране [1]. Несмотря на снижение удельного расхода топлива, себестоимость цемента существенно возрастает. Это происходит в результате резкого увеличения других статей расходов в себестоимости цемента – капитальных затрат на строи-

тельство заводов, затрат на эксплуатацию оборудования, расхода электроэнергии и пр.

По инерции сомнительная концепция развития цементной промышленности в нашей стране перешла в новое столетие и в новые условия. Поэтому автор считает своим долгом сообщить цементному сообществу дополнительные сведения о сравнительных преимуществах и недостатках мокрого и сухого способов получения цемента и, возможно, вызвать дискуссию среди специалистов.

Обратимся к истории развития цементной промышленности в СССР.

В послевоенное время в Советском Союзе была создана мощная цементная промышленность, в течение 20 лет занимавшая первое место в мире по объему выпуска цемента [2]. Динамика роста производства цемента приведена на рисунке.

В предвоенном 1940 г. выпуск цемента в СССР составлял 5,7 млн т, в конце войны сократился до 1,8 млн т. Но уже в 1948 г. в результате восстановления предприятий и пуска новых пяти заводов было произведено 6,45 млн т.



Всего в 1948 г. работало 51 предприятие, средняя годовая мощность которых составляла 127 тыс. т. С этого времени началось интенсивное наращивание производственных мощностей. Темпы прироста выпуска цемента составляли более 2–3 млн т ежегодно. А в период 1957–1962 гг. в среднем он был равен 5,68 млн. т/год.

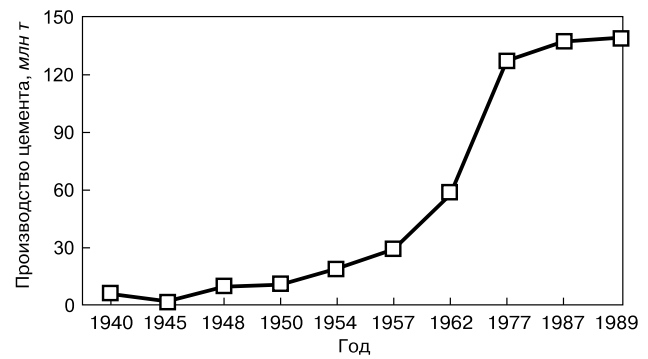
В 1962 г. выпуск цемента в стране составил 57,3 млн т, что на 1,3 млн т было больше производства цемента в США.

Это было достигнуто благодаря реконструкции и расширению действующих заводов и строительству новых предприятий с применением все более мощных вращающихся печей по мокрому способу производства. В те годы большая группа советских цементников была удостоена высоких правительственных наград.

В последующие годы высокие темпы роста производства цемента продолжались. В 1977 г. выпуск цемента составлял уже 127 млн т и превысил его производство в США на 50 млн т. Среднегодовая мощность одного цементного завода достигла 1465 тыс. т, при этом резко возросла производительность труда.

В послевоенные годы производство цемента в таких промышленно развитых странах, как США, Канада, Англия, Франция, Дания, осуществлялось преимущественно по мокрому способу. Германия, Италия, Испания и Япония предпочитали сухой способ, применяя печи Леполя.

Некоторые советские специалисты (Ю.А. Бурковский, Б.В. Волконский, К.М. Гринев, Е.И. Ходоров) считали сухой способ более экономичным и перспективным [3, 4]. Однако эксплуатация установленных вскоре после войны немецких печей с конвейерными кальцинаторами не выявила их экономических преимуществ, поэтому руководство цементной промышленности приняло решение о развитии мокрого способа с высокопроизводительными вращающимися печами.



вращающимися печами. По мнению автора, это было очень взвешенное и правильное решение, которое обеспечило в последующие годы крупные успехи отечественной цементной промышленности.

Наряду с созданием более мощных современных печей перед цементной промышленностью стояла задача реконструкции устаревших коротких вращающихся печей с целью повышения их производительности и снижения расхода топлива.

В начале 50-х гг. прошлого века среди цементников шли дебаты по выбору рационального профиля вращающихся печей. Главный инженер Главзападцемента Л.Я. Санько считал целесообразным увеличивать диаметр холодной части печи, Е.С. Ковалев рекомендовал расширять зоны спекания. Мнение Санько нашло отражение в мероприятиях при реконструкции коротких печей на многих заводах. В то же время осуществляли перевод печей с естественной тяги на искусственную с установкой дымососов, ременные приводы заменяли редукторами.

Таблица 1

Диаметр и длина вращающихся печей, м	Количество печей в СССР, шт.	Количество печей в РФ, шт.	Годовой выпуск клинкера на одну печь, тыс. т	Средняя производительность печей, т/ч	Использование календарного времени, %
Вращающихся печей всего	398	234	268,4	36,8	85,9
7×230	1	–	866,3	119,8	82,6
5×185	65	41	509,4	71,1	81,8
4,5×170	21	15	388,9	53,4	83,2
4×150	32	14	249,2	32,6	86,8
3,6×150	30	3	193,1	25,2	87,4
4×140	3	–	210,6	26,7	90
4×100–127	13	–	–	–	–
3,6×127	19	18	196,3	24,8	90,6
3,6×118	3	3	139,2	17,9	88,5
3,6×60–93,5	13	11	–	13,6–20,3	90,6
3,3×79–93,5	3	2	–	13,5–16,1	81,1
3×88,5	6	–	–	–	90,1
2,85×90–97	7	–	107,9	14,6	84,3
3,6×60–82 с концентраторами	27	16	138,7	18,1	86,6
Вращающихся печей ровного профиля	243	123	–	–	–

В начале 60-х гг. XX в. 28 коротких вращающихся печей мокрого способа были реконструированы с установкой концентраторов шлама поставки ГДР. Это мероприятие позволило повысить часовую производительность печей на 20–25% и снизить удельный расход топлива, однако существенно повысился пылеунос.

Концентратор шлама является частью единого печного агрегата, позволяющей значительно повысить теплотехническую эффективность и уменьшить тем самым длину и металлоемкость печного агрегата.

Новые послевоенные заводы сначала оснащались вращающимися печами  $3,6/3,3/3,6 \times 150$  м, которые изготовлялись предприятием «Цементанлагенбау» в Восточной Германии. В то же время в Гипроцементе была разработана более мощная печь размером  $4,5/5 \times 135$  м. По мере изготовления такие печи были установлены на жигулевском комбинате – 3 и вольском «Большевики» – 2. Е.И. Ходоров считал, что такие короткие печи имеют больший удельный съем клинкера. Однако этот вывод является сомнительным, так как такие печи не позволяют использовать потенциальные возможности единичного печного агрегата и цементного завода в целом.

Автор данной статьи в 1954 г. [5, 6] впервые обосновал преимущества и сделал предложение применять в новых мощных печах мокрого способа одинаковый диаметр по всей длине. Эти рекомендации были поддержаны ведущими специалистами и руководством цементной промышленности [7–9].

Патриарх советских цементников профессор В.Н. Юнг считал: «Парк действующих печей столь разнообразен по профилям, что трудно придумать еще новые существенные варианты; преимущества того или иного варианта или не доказаны, или не ясны, и нельзя не согласиться с инженером Хвостенковым, что цилиндрический корпус печи является наиболее разумным» [8].

Решение руководства цементной промышленности было опубликовано в статье заместителя министра Промстройматериалов СССР К.В. Никулина и директора Гипроцемента Ю.С. Лурье [9]. Все вращающиеся печи мокрого способа производства в дальнейшем в СССР изготовлялись с одинаковым диаметром по всей длине. Немецкое предприятие «Цементанлагенбау» по решению заказчика тоже стало поставлять ровные печи  $3,6 \times 150$  м и  $4 \times 150$  м. А советские машиностроители (Волгоцеммаш, Сибтяжмаш, УЗТМ) стали изготавливать печи  $4,5 \times 170$  м и  $5 \times 185$  м. Количество таких печей в конце 80-х гг. превысило 100 единиц. Основным типом печи стала вращающаяся печь  $5 \times 185$  м с производительностью 72 т/ч. Была разработана и пущена в эксплуатацию на Балаклейском заводе (Украина) печь размером  $7 \times 230$  м с часовой производительностью 125 т/ч.

Применение вращающихся печей с корпусами одинакового диаметра по всей длине было с удовлетворением воспринято и заводскими специалистами. Например, главный инженер Л.И. Финкельштейн, зам. начальника ПТО Е.Г. Бояршинов Ачинского глиноземного комбината в своем заключении подтверждали преимущества печей с постоянным диаметром. На одной площадке цементного производства эксплуатировались две печи:  $5,8/4,8/5,3 \times 175$  м французской фирмы «Фиф-Лиль-Кай» и печь  $5 \times 185$  м завода «Волгоцеммаш». По площади футеровки и объему оба типа печей практически идентичны, однако основные технико-экономические показатели их работы значительно отличаются.

Печь  $5 \times 185$  м имела большую часовую производительность, лучшую стойкость футеровки и коэффициент использования печи во времени. Более высокая стойкость футеровки этой печи обеспечивалась повышенной конструктивной прочностью кладки, отсутствием конусных переходов и однотипностью огне-

упорного кирпича. Разительно отличаются потребности в запасных частях. На ремонтно-эксплуатационные нужды печей  $5,8/4,8/5,3 \times 175$  м необходимо было иметь шесть типоразмеров обечаек, шесть типоразмеров бандажей, три типоразмера роликоопор, в то время как для печи  $5 \times 185$  м необходимо иметь запас двух типоразмеров обечаек, роликоопор и бандажей.

Вот преимущества печей с ровным профилем: увеличение производительности единичного агрегата; улучшение теплоусвоения, уменьшение аэродинамического сопротивления и пылеуноса; упрощение и удешевление их изготовления, сборки, монтажа и эксплуатации; уменьшение количества запчастей; повышение коэффициента использования; облегчается контроль за прямолинейностью печей; более редкими становятся случаи перегрузки опорных устройств; упрощается процесс футеровки и повышается стойкость футеровки.

Положительные качества печей ровного профиля признали не только советские цементники [10], но и иностранные специалисты. В своей книге по технологии цемента их отметил чешский ученый Барта.

Правда, реакция Е.И. Ходорова на принятие решения об изготовлении новых вращающихся печей с ровным профилем была негативной. В своей книге [11] он по-прежнему доказывал достоинства печи  $4,5/5 \times 135$  м. Но соотношение длины к диаметру было у нее явно недостаточным. Кстати, все пять печей указанных размеров позднее были реконструированы на ровный пятиметровый диаметр.

После публикации статьи [12] многие специалисты задумались о реконструкции печей. Со временем они добились поставленной цели. Например, на Теплозерском цементном заводе, где автор данной статьи несколько лет работал главным инженером, в 1974 г. на двух вращающихся печах  $3,6/3,3/3,6 \times 127$  м изменили профиль на размер  $3,6 \times 127$  м. Это позволило увеличить производительность печей на 4 т/ч. Позднее до таких размеров была реконструирована не только 3-я печь, но и две старые печи малых размеров, производительность которых удвоилась [13].

В 10-й пятилетке одним из важнейших направлений повышения эффективности капитальных вложений МПСМ СССР считало расширение масштабов технического перевооружения и реконструкции цементных предприятий. В 1976–1979 гг. проведена модернизация 64 вращающихся печей на 36 заводах. За счет этого получен прирост мощности 1 млн т цемента в год [14]. Реконструкция печей в основном заключалась в расширении диаметра и выравнивании профиля, а также в увеличении длины корпусов.

По утверждению заместителя начальника Главного технического управления МПСМ СССР Б.С. Кишко [15], обобщение опыта многих цементных заводов, реконструированных в разные годы, анализ проектных и фактических данных свидетельствуют о высокой технико-экономической эффективности реконструкции как в сфере воспроизводства основных фондов, так и в сфере их использования. На реконструированных заводах при минимальных затратах был обеспечен прирост мощностей, снижение себестоимости производства, улучшены качество продукции и условия труда. Во многих случаях капитальные вложения в реконструкцию окупались в 1,5–3 раза быстрее, чем при новом строительстве.

Реконструкция вращающихся печей продолжалась в 11-й пятилетке. За четыре с половиной года этой пятилетки было модернизировано с изменением профиля около 40 вращающихся печей на Себряковском, Воскресенском, Белгородском и Краматорском цементных заводах, Броценском комбинате и других предприятиях

Таблица 2

Завод	Годовая выработка цемента на одного работающего и рабочего, т	Средняя себестоимость, р./т	Средняя оптовая цена, р./т	Прибыль в % к себестоимости
<b>Мокрый способ</b>				
Белгородский (Россия)	2758/3583	12,34	15,7	25,6
Жигулевский (Россия)	1761/2058	13,39	18,58	38,7
Карачаево-Черкесский (Россия)	2485/3026	15,98	22,66	41,8
Коркинский (Россия)	1589/1925	12,17	16,43	35,1
Магнитогорский (Россия)	1670/2044	10,79	13,14	21,7
Себряковский (Россия)	2052/2483	11,46	14,25	24,4
Старооскольский (Россия)	2388/2915	13,74	19,63	42,8
Аханганцемент (Узбекистан)	2116/2662	15,2	16,95	11,5
Балаклейский (Украина)	1959/2271	12,85	17,68	37,6
Чимкентский (Казахстан)	2083/2584	12,41	15,465	24,6
Среднее по мокрому способу	2086/2550	13,03	17,05	30,38
<b>Сухой способ</b>				
Катав-Ивановский (Россия)	1657/1797	14,14	19,91	40,9
Липецкий (Россия)	1849/2256	12,24	18,08	32,3
Сланцевский (Россия)	1113/1462	15,57	17,63	13,2
Спаскцемент (Россия)	1350/1591	21,4	31,85	48,9
Резинский (Молдавия)	945/1172	26,63	24,67	-7,4
Рыбницкий (Молдавия)	1214/1462	14,51	20,06	37,4
Криворожский (Украина)	1126/1330	20,5	22,15	8,1
Карагандацемент (Казахстан)	1516/1797	17,81	21,47	20,5
Навоийский (Узбекистан)	2111/2702	17,27	32,79	89,8
Среднее по сухому способу	1431/1735	17,79	23,17	31,52
Среднее по МПСМ СССР	1490/1789	15,65	20,25	29,4

[16]. Состав парка печей мокрого способа производства цемента и их характеристики приведены в табл. 1.

В то же время только на одной печи из шести агрегатов сухого способа производства размером 7/6,4×95 м была освоена проектная мощность. Основная причина неустройства мощностей – частые остановки печных агрегатов для замены футеровки и сверхплановые простои (горячие ремонты 3495 ч). Например, на ПО «Карагандацемент» КИ-0,42, фактическая часовая производительность составляла 100,5 т вместо 125 т.

Полезно привести несколько примеров неадекватной информации, исходящей от некоторых наших специалистов, ратующих за сухой способ.

В статье заместителя директора НИИцемента Г.К. Барбашева и его коллег [17] приведены весьма радужные показатели современного предприятия сухого способа производства цемента по данным фирмы «Крупп-Полизиус». Удельный расход тепла при влажности сырья до 8% – около 760 ккал/кг клинкера, до 12% – около 780 ккал/кг клинкера. Расход электро-

энергии на сушку и измельчение – около 12 кВт/т сырья, на обжиг в печи с пятиступенчатым теплообменником «Дополь» и холодильником – около 18 кВт ч/т клинкера; для измельчения цемента до тонкости 3000 см<sup>2</sup>/г по Блайну – около 20 кВт ч/т цемента; для всей линии от первичного дробления до упаковки – около 80 кВт·ч/т цемента.

В действительности, как показывает опыт эксплуатации Криворожского и Белорусского заводов, работающих по сухому способу с учетом передовых зарубежных технологий, ни один из этих рекламируемых показателей не достигнут.

В уже упомянутой статье [17] утверждаются следующие преимущества сухого способа: «Достоинством вращающихся печей с запечными теплообменниками является простота конструкции, надежность в работе, низкий расход тепла, большой удельный съем клинкера и достаточно высокое его качество, отсутствие в теплообменниках движущихся частей и повышение производительности труда».

Простота конструкции и надежность печей Гумбольдта являются открытием сотрудников НИИцемента. Даже зарубежные поставщики оборудования не решались утверждать такое. Известно также, что запуск и вывод на проектные показатели печных агрегатов Гумбольдта сопряжен с большими трудностями, а также устойчиво низок коэффициент их использования.

Нелишне напомнить о том, что качество цемента, получаемого по мокрому способу, существенно выше в сравнении с цементом сухого способа производства. Средняя марка клинкера сухого способа производства 400, в то время как высокая степень измельчения и гомогенности сырьевого шлама, легко достигаемая по мокрому способу, обеспечивает получение марки 500 и выше.

Специалисты Южгипрострома провели большую работу по обобщению опыта пусконаладочных работ мощных печей сухого способа [18]. Они пришли к выводу, что кроме давно известных причин снижения качества клинкера сухого способа (грубый помол сырьевой муки и нестабильность ее состава) отрицательное влияние на активность клинкера дополнительно оказывает еще ряд факторов. В циклонных теплообменниках происходит избирательный вынос наиболее мелких частиц карбоната, в результате чего на 3–5% уменьшается коэффициент насыщения клинкера относительно сырьевой муки. Другой фактор заключается в существенной разнице условий обжига порошкообразного материала во взвешенном состоянии и гранулированного сырья. На Липецком цементном заводе разница в качестве клинкера, полученного в печи Леполь и в печи с циклонными теплообменниками, составляла 10–15 МПа. Аналогичная ситуация наблюдалась и при сравнении активности клинкеров Рыбницкого и Резинского заводов, работающих на разных системах запечных теплообменников и на одинаковом сырье.

Высокое качество клинкера и цемента Белорусского завода, на котором эксплуатируется печь с циклонными теплообменниками, объясняется применением в качестве сырья мергеля. Как говорят, здесь главным технологом поработала природа.

Одним из главных аргументов превосходства сухого способа получения цемента его апологеты считают экономии топлива. Конечно, это важный показатель, и он подвергается постоянному «улучшению». Самый эффективный прием состоит в том, что по мокрому способу удельный расход топлива определяют по отчетным данным за год (200–220 кг усл. топлива) и сравнивают с расходом топлива по сухому способу, полученному за кратковременный период технологических испытаний печного агрегата (обычно 48–72 ч). При этом испытания обычно проводятся под руководством представителей фирм и институтов, которые обеспечивают самые благоприятные условия — непрерывный режим работы печи, жесткий контроль за подготовкой сырья, работу без подтопок при помолу сырья и др. Иногда «забывают» приплюсовать расход топлива для сушки кускового сырья.

Неудивительно, что среднегодовой удельный расход топлива превышает показатель при испытаниях в идеальных условиях примерно на 10–15%. Это объясняется остановками печного агрегата и нарушениями технологического режима обжига: прогары футеровки, зависание муки в циклонах, мелкие и крупные аварии вспомогательного оборудования, отсутствие сырья и другие производственные помехи.

Приведем пример к вышесказанному. Согласно отчетным данным Криворожского цементного завода через пять лет после его ввода в эксплуатацию удельный расход топлива за год составил 152,2 кг/т клинкера. А по результатам краткосрочных испытаний этот показатель соответствовал 945 ккал/кг или 135 кг/т клинкера [19]. Отсюда следует вывод, что рекламируемый расход топ-

лива (750–800 ккал/кг) в ежегодных отчетах заводов сухого способа не появится никогда.

По мнению автора, ради объективности целесообразно применять одновременно оба показателя — среднегодовой удельный расход топлива на тонну клинкера и второй показатель для идеальных условий работы печного агрегата. В этом случае исчезнет недоумение у многих специалистов по поводу недостижимости в реальности теоретических и рекламируемых показателей расхода топлива.

Наши специалисты для сравнительной оценки часто используют соотношение  $\text{кВт}\cdot\text{ч} = 0,28\text{--}0,3 \text{ кг усл. топлива}$ , которое в ценовом отношении является неправомерным, так как не учитывает затраты на работу получения электроэнергии (РЭ) на тепловых электростанциях. Это обстоятельство приводит к недооценке роли повышенного расхода электроэнергии в себестоимости цемента, получаемого по сухому способу. Правильное равенство:  $1 \text{ кВт}\cdot\text{ч} = 0,28 \text{ кг. усл. топлива} + \text{РЭ}$ .

Стараниями специалистов Гипроцемента [4] во все учебники попала информация о важном преимуществе печей сухого способа, обусловленном тем, что якобы сьем клинкера с  $1 \text{ м}^2$  футеровки (кг/ч) почти в три раза превышает этот показатель для длинных печей мокрого способа. При этом для агрегата Гумбольдта почему-то учитывают только футеровку вращающейся печи, не учитывая футеровку запечных теплообменников. Но в ряде случаев объем только одного декарбонизатора бывает равным объему вращающейся части агрегата. А необходимо прибавить еще площадь футеровок циклонов и газохранилищ. Зачем же создавать ненужные и даже вредные иллюзии?

В табл. 2 приведены сравнительные показатели производительности труда, оптовой цены и прибыли на заводах мокрого и сухого способа за 1987 г., взятые из официального сборника НИИцемента [20], научным руководителем которого являлся Г.К. Барбашев. Никакого преимущества у сухого способа производства клинкера по производительности труда в сравнении с мокрым способом в реальности не обнаружено.

Установлено, что средняя отпускная цена цемента заводов сухого способа в сравнении с приведенными заводами мокрого способа на 35% выше, а отпускная цена цемента Спасского и Навоийского заводов в два раза превышает этот показатель многих заводов мокрого способа (Белгородского, Коркинского, Себряковского, Чимкентского).

По данным НИИцемента, [20] средняя продажная цена цемента в США за 1985 г. составляла 53,33 USD/т. Для сравнения, средняя оптовая цена цемента в СССР в 1987 г. была равна 20,25 р. По всей видимости, в СССР цементная промышленность, работая преимущественно по мокрому способу, производила более дешевый цемент.

В цементной промышленности имело место волюнтаристское применение оптовых цен, что приводило к неоправданному росту рентабельности. Это касается и заводов мокрого способа (Старооскольского, Карачаево-Черкесского), но особо высокий рост рентабельности характерен для некоторых заводов сухого способа. Прибыль для Спасскцемента была запланирована 48,9% при оптовой цене 31,85 р./т. Но рекорд побил Навоийский завод, которому утвердили норму прибыли 89,8% и к фондовой стоимости 26,7%. Это в три раза превышает норматив!

По-видимому, целью такой ценовой политики являлось использование фондов экономического стимулирования из прибыли для поддержания текущих производственных расходов и формального снижения себестоимости цемента. Но тем самым МПСМ признало экономическую несостоятельность сухого способа получения цемента.

Резинский завод сухого способа в Молдавии второй год после пуска являлся убыточным. А Криворожский завод, оснащенный самой современной технологической линией сухого способа, и через четыре года после пуска был убыточным, но на пятый год был спасен путем повышения отпускной цены на цемент до 22,15 р./т.

Были перекосы планирования и в другую сторону. Себряковский завод в течение многих лет имел отличные показатели работы основного технологического оборудования и самую низкую в СССР себестоимость при средней марке всего цемента 470 и марке портландцемента 489. А рентабельность ему планировалась в % к себестоимости всего 24,4. Не дотянул даже до норматива пять процентов...

Ахангаранский завод мокрого способа в Узбекской ССР имел разницу между отпускной ценой и себестоимостью всего 1,75 р./т. Это обеспечивало ему чуть больше трети прибыли от нормативной при вполне приличных показателях работы. Например, марка портландцемента 448. Завод обременен опытным производством алинитового цемента по энергосберегающей солевой технологии, которое является убыточным (себестоимость более 30 р/т). И все же себестоимость цемента на этом заводе мокрого способа была на 2,61 р. ниже, чем на Навоийском заводе.

#### Выводы и предложения

1. Интенсивное развитие цементной промышленности СССР в период 1950—1975 гг. было обусловлено реализацией концептуальной стратегии МПСМ СССР, разработанной с учетом научно-технических достижений и передового опыта как зарубежных, так и отечественных ученых и инженеров. Курс на реконструкцию старых и строительство новых цементных заводов преимущественно мокрого способа с применением более производительного отечественного оборудования, в том числе вращающихся печей с ровным профилем 4×150 м, 4,5×170 м, 5×185 м, полностью себя оправдал.

2. Значительный прирост производственных мощностей в эти годы был достигнут благодаря реконструкции более ста устаревших вращающихся печей путем установки концентраторов шлама и главным образом в результате увеличения и выравнивания диаметра корпусов печей.

3. Критика и попытка ревизии технической политики того времени необъективна и не имеет аргументированных оснований. Взятый в 80-е гг. XX века курс на сухой способ производства цемента в СССР привел к снижению темпов развития цементной промышленности. Заводы сухого способа оказались вдвое дороже, освоение этих новых мощностей затягивалось на годы, качество цемента ухудшалось, а себестоимость возрастала. Цемент по энергосберегающей технологии стал на 35% дороже.

4. Преимущество мокрого способа заключается в простоте, эффективности и надежности производства клинкера, что обуславливает более высокие технико-экономические показатели и лучшее качество цемента. Потенциальные возможности совершенствования мокрого способа далеко не исчерпаны, а в 80-е годы искусственно тормозились административными запретами.

5. Анализ технико-экономических показателей работы цементных заводов по мокрому и сухому способу свидетельствует, что в соревновании этих двух технологических способов убедительно побеждает. Взятый советским правительством курс на строительство новых заводов и перевод действующих на сухой способ является ошибочным.

6. Требуется интенсивная работа по реабилитации мокрого способа, анализу и выявлению эффективных способов и конструктивных решений по дальнейшему

совершенствованию мокрого способа получения цемента. Возникла необходимость реорганизации цементных институтов и превращения их в государственные специализированные предприятия.

7. В настоящее время Правительству Российской Федерации следует пересмотреть концепцию развития цементной промышленности, что явилось бы своевременным и разумным шагом. Надо иметь в виду, что современное состояние наших предприятий не следует оценивать как негативное по причине износа основного оборудования. Избирательная замена или реконструкция отдельных машин, аппаратов и транспортных средств должна происходить (и происходит) на заводах постоянно. И это вполне естественно, закономерно и выгодно.

#### Список литературы

1. *Хвостенков С.И.* Сравнительные технико-экономические показатели сухого и мокрого способов производства портландцемента // Строит. Материалы. 2005. № 5. С. 16—19.
2. Цементная промышленность СССР за 40 мирных лет // Цемент. 1985. №5. С. 1—4.
3. *Бурковский Ю.А.* Сухой способ производства портландцемента. М.: Госстройиздат. 1958. 117 с.
4. *Ходоров Е.И.* Современная технология производства цементного клинкера. М.: Госстройиздат. 1960. 104 с.
5. *Хвостенков С.И.* Влияние профиля вращающейся печи на пылеунос // Цемент. 1954. № 6. С. 8—10.
6. *Хвостенков С.И.* О клинкерных обжигательных печах. Труды совещаний по химии цемента. М.: Промстройиздат. 1956.
7. *Димент П.М.* К вопросу о выборе профиля вращающейся печи // Цемент. 1955. № 1.
8. *Юнг В.Н.* Физико-химические процессы образования цементного клинкера. Труды совещания по химии цемента. М.: Промстройиздат. 1956.
9. *Никулин К.В., Лурье Ю.С.* Новое технологическое оборудование для цементных заводов // Цемент. 1956. № 2. С. 12—14.
10. *Боганов А.И.* Вращающиеся печи цементной промышленности. М.: Машиностроение. 1965. 319 с.
11. *Ходоров Е.И.* Печи цементной промышленности. М.: Стройиздат. Ленингр. отд. 1968. 456 с.
12. *Хвостенков С.И.* Постоянное или переменное сечение вращающейся печи? // Цемент. 1964. № 1. С. 12—14.
13. *Кожмякин Г.В.* Повышение эффективности производства на Теплоозерском цементном заводе. ВНИИЭСМ. Цементная и асбоцементная промышленность. Вып. 7. 1975. С. 5—6.
14. *Лосов А.Н.* Цементная промышленность. М.: Стройиздат. 1977. 159 с.
15. *Кишко Б.С.* Повысить темпы реконструкции цементных заводов // Цемент. 1980. № 2. С. 2—3.
16. *Кушиди В.И.* Работа цементной промышленности в 11-й пятилетке и задачи отрасли на 1986—1990 гг. // Цемент. 1986. № 1. С. 1—4.
17. *Барбашев Г.К., Тараканов В.И., Калабухов В.А.* Направления развития сухого способа в СССР и за рубежом // Цемент. 1990. № 2. С. 2—5.
18. *Бернштейн В.Л., Сыркин М.Я., Бабич М.В., Иваницкий С.П.* Пуск и освоение высокопроизводительных технологических линий заводов сухого способа производства. ВНИИЭСМ. Цементная и асбоцементная промышленность. Вып. 1. М., 1989. С. 1—72.
19. *Быховский М.Л., Хохлов В.К.* Энергосберегающая технология производства цемента. Сухой способ производства. ВИПК Минстройматериалов СССР. М., 1987. С. 110.
20. Цементная промышленность СССР в 1987 г. НИИцемент МПСМ СССР. 1987. С. 518.

Д.Р. ДАМДИНОВА, канд. техн. наук, П.К. ХАРДАЕВ, докт. техн. наук, Восточно-Сибирский государственный технологический университет; В.В. БАТОДОРЖИЕВ, инженер, ООО «Витласстройсервис» (Улан-Удэ); С.А. ЦЫРЕНОВ, инженер, Комбинат строительных материалов (п. Агинск, Агинский Бурятский автономный округ)

## Роль современных методов исследований при изучении структуры пеностекла

В настоящей работе объектом исследований являлся строительный теплоизоляционный материал – пеностекло на основе стеклобоя, природного вулканического стекла (перлита) и базальтов. Основанием к использованию стеклобоя и перлитовой породы при синтезе пеностекла являлось их структурное сходство и склонность к стеклообразованию при температуре 800–850°C. Введение в состав шихты третьего компонента – базальта продиктовано необходимостью увеличения содержания оксидов алюминия, железа, а также оксидов щелочных металлов.

Склонность стеклобоя, перлитов и базальта к стеклообразованию оценивалась по величине коэффициента связности кремнекислородного каркаса  $f_{Si} = Si/O$  [1]. Расчеты показали, что коэффициенты связности  $f_{Si}$  стекловидной, гидратированной и закристаллизованной разновидностей перлитовых пород и стеклобоя являются практически величинами одного порядка и находятся в пределах: 0,702–0,719 для перлитов и 0,707–0,722 для стеклобоя. Для базальта значение коэффициента  $f_{Si} = 0,537–0,538$ .

Сравнительный анализ сырьевых компонентов производился также по величине силикатного ( $M_1$ ) и щелочного ( $M_2$ ) модулей (см. таблицу). Перлитовые породы Мухор-Талы характеризуются примерно одинаковым уровнем указанных модулей, а именно  $M_1 = 7,91–8,57$  и  $M_2 = 10,75–11,77$ . Сравнительно небольшое различие расчетных модулей и коэффициентов связности у перлитовых пород позволяет сделать вывод, что при использовании данных пород могут быть использованы практически одни и те же технологические режимы для получения пеностекла. Это особенно важно, так как при добыче перлитов постоянство химико-минералогического состава, как правило, не выдержано ни по ширине, ни по глубине залегания пород.

Очевидно, что структура исходных пород и материалов является одним из наиболее важных факторов при формировании свойств пеностекла.

На дифрактограммах образца исходного листового стекла идентифицированы  $\alpha-SiO_2$  в количестве 0,5%, а на образцах стекол, подвергнутых термообработке при температуре 900°C, – девитрит, волластонит и  $\alpha-SiO_2$  [2]. Кристаллизацию структуры пеностекла автор [2] связывает с чрезвычайно развитой удельной поверхностью стеклопорошков из стеклобоя и наличием большой поверхности раздела фаз.

При получении ситаллобетонных из стеклобоя на жидкостекольном связующем в [3] было установлено, что стеклопорошки из боя листового стекла проявляют склонность к кристаллизации, а введение 1–3 мас. % катализатора приводит к появлению на рентгенограмме рефлексов продуктов кристаллизации –  $\alpha$ -кварца (1,38; 1,41; 1,54; 1,82; 3,34; 4,25 Å) и альбита (1,93; 2,52; 3,19; 4,11 Å). Экзоэффекты на кривой ДТА стекла при 460 и 780°C, по мнению авторов [3], связаны соответственно с образованием центров кристаллизации и ростом кристаллов выделяющейся фазы.

Повышение кристаллизационной способности при нагреве стеклопорошков тарного стеклобоя, подвергнутого механоактивации в мельнице ударно-отражательного действия, отмечено в [4]. При нагреве стеклопорошков до 580–620°C и выдержке их в течение 25–45 мин образцы стекол после измельчения в шаровой мельнице практически не отличаются от исходных стекол. А после измельчения в мельницах ударного действия на рентгенограммах отчетливо появляются рефлексы  $\beta$ -кварца (26,52; 37,92; 68,05 Å).

Таким образом, стеклобой претерпевает структурные изменения как при измельчении, так и при термической обработке. Добавление катализаторов интенсифицирует зародышеобразование. Структурные изменения при термообработке и измельчении стеклобоя влияют на формирование структуры пеностекла из стеклобоя и природных алюмосиликатов при их реакционном спекании в присутствии щелочного компонента.

Наименование компонента	Массовая доля стеклофазы, %	Модули химического состава		Коэффициент связности, $f_{Si}$	Кристаллические фазы
		$M_1 = \frac{SiO_2}{Al_2O_3 + Fe_2O_3}$	$M_2 = \frac{SiO_2}{R_2O + RO}$		
Стеклобой	99–100	44,49	4,91	0,72	Девитрит
Перлит	95–98	8,58	11,77	0,71	Полевые шпаты
Базальт	Не менее 20	4,5	7,6	0,54	Оливин, плагиоклаз, пироксен, титаномагнетит

Из природных алюмосиликатов, которые могут найти применение в технологии пеностекла без предварительной варки стекла, рассмотрены перлиты и базальты. Комплексная оценка компонентов шихты с помощью рентгенофазового (РФА) и дифференциально-термического (ДТА) анализа, инфракрасной спектроскопии (ИКС) и электронной микроскопии (ЭМ) показала, что однородность и стекловидность структуры убывает в ряду: стеклобой → перлит → базальт, что вполне объяснимо с точки зрения их теплового прошлого.

Обширные исследования структуры перлитов различных месторождений (Мухор-Талинского, Холинского, Начикинского и др.) проведены с целью получения пористых заполнителей для бетонов [5, 6]. При получении заполнителей основным требованием к сырью является хорошая вспучиваемость, что и обуславливало использование перлитового сырья высокого класса. В этом случае из сферы материального производства выпадают сильно гидратированные (рис. 1) и закристаллизованные перлиты.

Перлитовое сырье также применяется в составе композиционных известково-перлитовых вяжущих, которое обосновывается первоначальным уровнем энергонасыщенности перлитовых пород и повышением активности пород такими методами, как механо- и электронно-лучевая активация [7, 8]. Логичным представляется развитие этих идей и в технологии пеностекла, где наряду с природной активностью в перлитовых породах не меньшую роль играет повышение их активности путем механо- и щелочной активации.

Роль стеклобоя в наших исследованиях заключалась в том, что при повышении температуры размягченное стекло служило своего рода средой, в которой растворялись стекловидные и легкоплавкие составляющие из алюмосиликатных пород. В результате макроструктура пеностекла представляла собой застывшее высокопористое стекло, в стекловидной фазе межпоровых перегородок которого находились кристаллофазы из пород и новообразования (рис. 2).

Как видно из рисунка, в структуре пеностекла системы стеклобой – перлит (рис. 2а) наблюдаются островки, которые можно отнести к зонам метастабильной ликвации, предвестникам кристаллизации. В структуре пеностекла системы стеклобой – перлит – базальт (рис. 2б) видны новообразования, которые были идентифицированы как аналоги природных щелочных алюмосиликатов [9, 10].

Установлено, что в микроструктуре пеностекла системы стеклобой – перлит – базальт присутствуют фазы из исходной породы, что объясняется достаточно низкой температурой вспенивания. Под воздействием щелочного компонента фаз базальтовой породы, содержание которого составляет 3–4%, при температуре вспенивания подплавляется плагиоклаз. В отношении тугоплавких кристаллических фаз базальта (оливина, пироксена и др.) действительным оказывается интенсивное измельчение, которое приводит к диспергированию и механоактивации. Общий эффект от механо- и щелочной активации заключается в том, что воздействие на силоксановые связи в структуре исходных материалов создает благоприятные условия для развития кристаллизации в расплаве.

Таким образом, из приведенных выше исследований можно сделать вывод о большей роли структурных данных, полученных методами РФА, ДТА, ИКС и ЭМ в совершенствовании или разработке технологий получения материалов из минерального сырья.

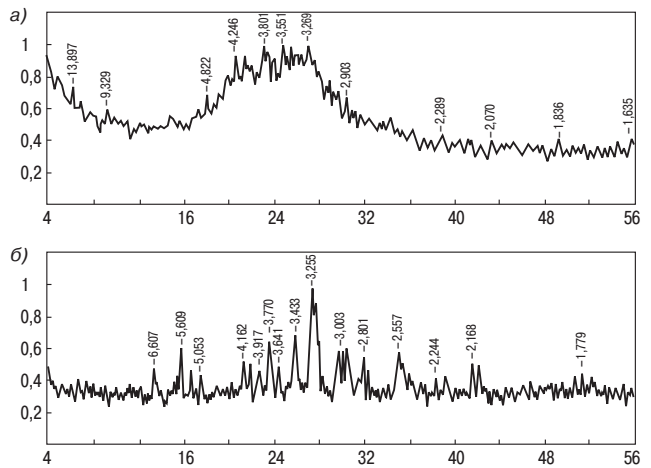


Рис. 1. РФА гидратированного перлита (Мухор-Тала) (а) и базальта (Селендума) (б)

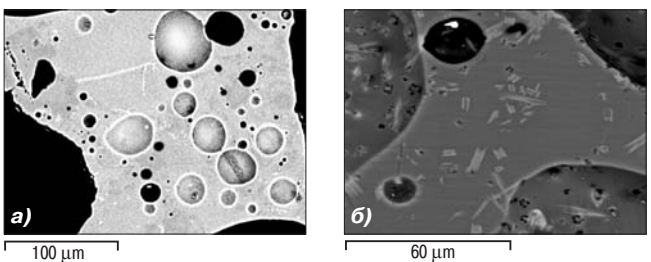


Рис. 2. Электронно-микроскопический снимок пеностекла систем стеклобой – перлит (а) и стеклобой – перлит – базальт (б)

### Список литературы

1. Аппен А.А. Химия стекла. М.: Химия. 1979. 352 с.
2. Демидович Б.К., Садченко Н.П. Пеностекло – технология и применение // Промышленность строит. материалов. Сер. 9. Стекольная промышленность. Аналит. обзор. 1990. 44 с.
3. Баталин Б.С., Правина Н.А. Использование боя листового и тарного стекла для изготовления ситаллобетонов // Стекло и керамика. 1992. № 11–12. С. 19–20.
4. Шипалов Ю.К., Осокин А.К., Гусаров А.М. и др. Влияние измельчения стеклобоя в мельницах ударноотражательного действия на свойства стеклорошков // Стекло и керамика. 1998. № 11. С. 15–19.
5. Наседкин В.В. Основные закономерности формирования месторождений водосодержащих стекол и пути их промышленного использования. М. 1981. С. 17–42.
6. Мануйлова Н.С., Наседкин В.В. Петрография и практическое значение перлитов Мухор-Талы // Сб. тр. ИГЕМ АН СССР. Вып. 48. 28 с.
7. Магдеев У.Х., Баженов Ю.М., Цыремпилов А.Д. Энергосберегающие технологии вяжущих и бетонов на основе эффузивных пород. М.: Изд-во РААСН. 2002. 348 с.
8. Хардаев П.К., Цыремпилов А.Д., Дамдинова Д.Р. и др. Способ получения композиционного вяжущего. Патент № 2196748 // Оpubл. 20.01.2003.
9. Дамдинова Д.Р., Хардаев П.К., Павлов В.Е. и др. Физико-химические основы эффективного ресурсо- и энергопотребления в технологии пеностекла с повышенными конструктивными свойствами // Материалы междунар. научно-практич. конф. «Современные технологии в промышленности строительных материалов и стройиндустрии». Белгород: Изд-во БГТУ. 2005. С. 67–73.
10. Дамдинова Д.Р., Цыремпилов А.Д. Способ получения пеностекла. Патент на изобретение № 2005103210 // Оpubл. 03.07.2006.

В.М. АНАНЬЕВ, генеральный директор, НП УС «Атомстройкомплекс» (Екатеринбург);  
В.Н. ЛЕВЧЕНКО, директор, А.А. ВИШНЕВСКИЙ, канд. техн. наук, главный технолог,  
ООО «Рефтинское объединение «Теплит» (г. Асбест Свердловской обл.)

## Использование золы-уноса в качестве добавки при производстве тяжелого бетона

Золы от сжигания твердых видов топлива занимают лидирующее место среди техногенных отходов. На многих ТЭС ежегодный выход зол превышает 1 млн т [1]. Огромное количество золы скапливается в отвалах, занимающих ценные земельные площади и наносящих вред окружающей среде. Содержание таких отвалов требует значительных материальных затрат.

В европейских странах продукты сжигания твердого топлива широко используются в различных отраслях промышленности. По данным Европейской ассоциации по продуктам сжигания угля ЕСОВА, в 2003 г. в Европе было произведено более 95 млн т продуктов сжигания твердого топлива. Из них 50% было использовано для производства строительных материалов, 35% – для восстановления шахт и карьеров [2]. Таким образом, большая часть продуктов сжигания угля в Европе находит полезное применение.

В России же использование побочных продуктов углеэнергетики существенно ниже, чем в европейских странах, хотя многолетние всесторонние исследования в этой области доказывают возможность эффективного использования данных продуктов, в том числе в производстве строительных материалов. Одной из основных причин недостаточного использования зол, образующихся в результате сжигания твердых видов топлива, являются недостаточные мощности по их сухому отбору на электростанциях.

Успешным направлением использования отходов углеэнергетики на сегодняшний день является производство ячеистого бетона. ООО «Рефтинское объединение «Теплит» – крупнейший производитель ячеистого бетона в России, многие годы использует золу-уноса Рефтинской ГРЭС в качестве кремнеземистого компонента при получении автоклавного газобетона. Как показывает практика, использование золы-уноса Рефтинской ГРЭС при производстве ячеистого бетона имеет ряд преимуществ [3].

Учитывая успешный опыт утилизации сухой золы в ячеистом бетоне, были проведены исследования, направленные на изучение возможности применения золы-уноса Рефтинской ГРЭС в тяжелом бетоне.

В качестве вяжущего в работе использовали портландцемент ПЦ500Д0 Сухоложского цементного завода, имеющий удельную поверхность 355 м<sup>2</sup>/кг, нормальную плотность 25%, сроки схватывания 2 ч 55 мин (начало) и 3 ч 50 мин (окончание). Данный цемент содержит 61,66% С<sub>3</sub>S и 5,17 С<sub>3</sub>A. Химический состав цемента представлен в табл. 1.

В качестве крупного заполнителя использовался гранитный щебень Шарташского карьера. Плотность щебня 2540 кг/м<sup>3</sup>, насыпная плотность 1140 кг/м<sup>3</sup>, преобладающий размер зерен 5–20 мм.

Применяемый Верхнетагильский песок имеет модуль крупности 2,72, плотность 2500 кг/м<sup>3</sup>, насыпную плотность 1390 кг/м<sup>3</sup>.

Также в работе использовалась зола-уноса, образующаяся в результате сжигания Экибастузского угля на Рефтинской ГРЭС. По своей структуре зола достаточно однородна. На 95% она состоит из алюмосиликатов с большим содержанием SiO<sub>2</sub> (табл. 1). Кроме того, она практически не содержит несгоревших частиц, которые являются вредными примесями, сдерживающими применение некоторых зол.

Зола-уноса состоит из аморфной и кристаллической фаз, причем первая составляет более 70%, благодаря чему зола обладает высокой активностью. Аморфная составляющая в основном представлена стеклом. Кристаллическая составляющая включает кварц, полевые шпаты, гипс, муллит и др.

Частицы золы имеют сферическую форму и гладкую остеклованную поверхность. Цвет зерен колеблется от светло-серого до темно-серого в зависимости от содержания примесных компонентов, например соединений железа, несгоревших частиц.

Таблица 1

Материал	Массовая доля основных компонентов, %						
	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	R <sub>2</sub> O	SO <sub>3</sub>
Портландцемент	20,16	11,12	5,33	56,1	2,54	0,2	2,88
Зола-уноса	59,33	23,33	5,31	3,14	0,99	0,9	0,1

Таблица 2

№ состава	Расход компонентов на 1 м <sup>3</sup> бетона, кг					Характеристика бетонной смеси		
	Портландцемент	Щебень	Песок	Зола-уноса	С-3	Водоцементное отношение	Осадка конуса, см	Средняя плотность, кг/м <sup>3</sup>
0	370	1110	745	0	1,85	0,47	6	2433
1	352	1110	745	19	1,85	0,5	6	2385
2	333	1110	745	37	1,85	0,52	6	2376
3	278	1110	745	92	1,85	0,62	6	2355



Удельная поверхность золы составляет 300–350 м<sup>2</sup>/кг (использовалась зола, уловленная электрофильтрами). Плотность золы – 2800 кг/м<sup>3</sup>.

В качестве базового принят состав тяжелого бетона М300, применяемый для производства бетонных и железобетонных конструкций на предприятиях НП УС «Атомстройкомплекс». В данный состав вводили золу-уноса Рефтинской ГРЭС в количестве 5, 10, 25% от массы цемента с эквивалентным снижением количества портландцемента. Из экспериментальных смесей формовали образцы, после чего выдерживали их в нормальных условиях и испытывали по стандартным методикам. Состав и свойства бетонных смесей приведены в табл. 2.

Введение золы в состав бетона привело к повышению водопотребности смеси, что, по-видимому, связано с повышенным водопоглощением золы вследствие развитой поверхности частиц. Регулирование водопотребности смеси достигается корректировкой количества пластификатора. Однако изменение расхода С-3 в работе не производилось, так как задачей исследования являлось изучение характера влияния золы на свойства тяжелого бетона.

Для содержащих золу составов отмечено пониженное водоотделение и расслаиваемость смеси. Образцы, изготовленные из бетона с добавкой золы, имели гладкую ровную поверхность без раковин и крупных пор.

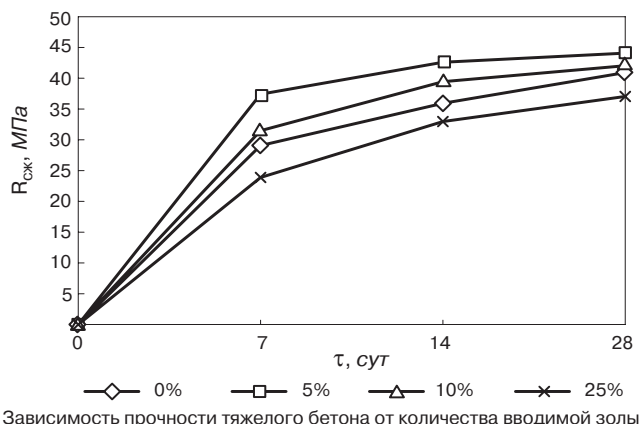
Проведенные испытания показали, что введение золы-уноса в количестве 5–10% в состав бетона, твердеющего в нормальных условиях, приводит к повышению прочности модифицированного бетона (см. рисунок). Наивысшую прочность имеют составы с 5% добавкой золы. Повышение прочности связано с так называемой пуццолановой реакцией, при которой аморфный кремнезем, содержащийся в золе, вступает во взаимодействие с гидроксидом кальция и оксидом алюминия, образующимися при гидратации портландцементного клинкера. В результате данной реакции образуются гидратные соединения, в частности гидросиликаты кальция, повышающие прочность бетона [1].

Увеличение количества золы выше 10% от массы цемента приводит к понижению прочности бетона, что, как мы предполагаем, связано с разрыхлением структуры, сокращением площади контактов. На начальных сроках твердения зола начинает вести себя как инертный заполнитель. Связывание кремнезема будет происходить со временем, поэтому в более поздние сроки твердения, возможно, произойдет выравнивание прочности бетона с 25% добавкой золы с прочностью бетонов с меньшим содержанием золы.

Для модифицированных золой составов зафиксирована повышенная скорость набора прочности по сравнению с бездобавочным бетоном. Отсюда можно сделать вывод, что золу Рефтинской ГРЭС можно рассматривать как ускоритель твердения тяжелого бетона. Физико-механические свойства бетонов с добавкой золы приведены в табл. 3.

Введение золы в состав бетона приводит к снижению его плотности, тем большее, чем выше количество вводимой золы. Это можно объяснить пониженной насыпной плотностью золы, а также повышенным расходом воды в модифицированных бетонах. При этом закономерно снижается теплопроводность тяжелого бетона. При добавлении золы морозостойкость бетона не снижается. Зафиксированная усадка модифицированных бетонов не превышает нормативных показателей.

Также изучалось влияние золы на свойства тяжелого бетона, прошедшего тепловлажностную обработку (ТВО). Эксперимент показал, что ТВО бетона с 10% добавкой золы при температуре 80°C в течение 6 ч приводит к более высоким показателям прочности – 47 МПа. Это на 10% выше прочности бетона того же состава, твердевшего в нормальных условиях, и на 5% выше



Зависимость прочности тяжелого бетона от количества вводимой золы

Таблица 3

№ состава*	Плотность, кг/м <sup>3</sup>	Коэффициент теплопроводности, Вт/(м·°С)	Морозостойкость**	Усадка при высыхании, мм/м
0	2360	1,48	>150	0,88
1	2340	1,43	>150	0,9
2	2320	1,39	>150	0,92
3	2310	1,37	>150	1

\* Номер состава соответствует табл. 2.  
\*\* Испытания продолжаются.

прочности контрольного состава (без золы), твердевшего в условиях тепловлажностной обработки. Данный факт может быть объяснен тем, что пуццолановая реакция интенсифицируется с повышением температуры за счет повышения активности кремнезема.

Проведенные испытания показали, что тяжелый бетон с добавкой золы в количестве 10% от массы цемента не уступает по своим основным физико-механическим характеристикам бездобавочному бетону. При этом установлено, что введение золы в указанных пределах с эквивалентным снижением расхода цемента приводит к повышению прочности тяжелого бетона, снижению его плотности и теплопроводности.

Тепловлажностная обработка позволяет повысить количество вводимой золы в состав бетона без снижения прочностных характеристик.

Таким образом, проведенные исследования позволили установить возможность изготовления тяжелого бетона М300 с 10% заменой портландцемента на золу-уноса Рефтинской ГРЭС без существенного изменения физико-механических характеристик. Введение золы позволит снизить себестоимость бетона и улучшить его свойства. Данный бетон может быть использован для производства бетонных и железобетонных изделий, в монолитном строительстве и др.

Список литературы

1. Данилович И.Ю., Сканава Н.А. Использование топливных шлаков и зол для производства строительных материалов. М.: Высшая школа. 1988. 77 с.
2. Фойерборн Й., Вале Д. Продукты сжигания угля в Европе // Междунар. выставка и конф. по бетонным технологиям, 19–21 апреля 2006 г. СПб. 2006. С. 26–31.
3. Вишневецкий А.А., Левченко В.Н. Производство ячеистого бетона на основе золы-уноса Рефтинской ГРЭС // Ячеистые бетоны в современном строительстве: Сб. докл. II междунар. науч.-практ. конф., 13–15 сент. 2005 г. СПб. 2005.

В.И. ПАВЛЕНКО, д-р техн. наук, Ю.В. ВЕТРОВА, инженер,  
Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

## Радиоактивность и эманация радона из плаггиогранитов

Для производства строительных материалов и конструкций в строительной индустрии используется сырье с различной радиационной нагрузкой. Радиационное облучение обусловлено главным образом естественными радионуклидами (ЕРН):  $^{232}\text{Th}$ ,  $^{40}\text{K}$ ,  $^{226}\text{Ra}$  и искусственным  $^{137}\text{Cs}$ , которые представляют особую опасность, создавая суммарную дозу облучения. Одна из проблем стройиндустрии заключается в необходимости снижения радиоактивной нагрузки на окружающую среду без уменьшения масштабов производства строительных материалов и усугубления опасности для человека.

В России приняты жесткие нормативы, определяющие допустимое содержание ЕРН в строительных материалах и критерии опасности воздействия их на человека. Это Федеральный закон «О радиационной безопасности населения», «Нормы радиационной безопасности» (НРБ-99) и ГОСТ 30108-94 «Материалы и изделия строительства».

Так как естественные радионуклиды в горных породах и минералах распределяются неравномерно в зависимости от геохимических и геологических особенностей, то возникает необходимость проведения радиационного мониторинга на всех этапах производственного технологического процесса.

Из недр Земли добывают природный камень стандартных и нестандартных размеров. Стандартные плаггиограниты подвергают механической обработке в дробильных установках. Граниты нестандартных размеров превосходят по габаритам стандартные камни и не помещаются в бункер дробилки. Плаггиограниты нестандартных размеров раскальвают, подвергая их термоудару (нагревают до 700–900°C и резко охлаждают).

В процессе механо- и термообработки гранита происходит изменение радиационного фона окружающей среды, что представляет опасность для здоровья рабочих.

Целью исследований была оценка влияния механической и термической обработки природного гранита на его эманационную способность по радиоактивному газу (радон  $^{222}\text{Rn}$ ), который является продуктом радиоактивного распада  $^{226}\text{Ra}$ . Радиационные исследования выпол-

нялись на аттестованном  $\gamma$ -спектрометрическом комплексе и радиометре радона РРА-01М.

Для исследований выбраны попутно добываемые и широко используемые в строительстве граниты Яковлевского подземного рудника железных руд Белгородской области.

Используемые граниты по минералогическому составу соответствуют плаггиогранитам [1]. Количественное соотношение минералов плаггиоклаза к общей сумме полевых шпатов составляет 90–95%. В таблице приведены данные по радиоактивности гранитов в зависимости от гранулометрического состава при его дроблении.

Все исследованные фракции гранитов соответствуют II классу радиационной безопасности. При увеличении размеров зерен гранита наблюдается тенденция повышения радиоактивности. При этом активность радионуклидов  $^{137}\text{Cs}$  минимальна, а радионуклидов  $^{226}\text{Ra}$  и  $^{232}\text{Th}$  в зависимости от гранулометрического состава носит экстремальный характер. Активность радионуклидов  $^{226}\text{Ra}$  достигает максимального значения для наиболее крупной фракции гранита, тогда как активность радионуклидов  $^{232}\text{Th}$  возрастает в ряду фракций (1–3 мм) < (3–6 мм) < (6–8 мм), а на более крупных фракциях гранита заметно снижается.

Таким образом, при увеличении размера фракции гранитного щебня возрастает его общая суммарная эффективная активность. Но при смешивании различных фракций в бетонной смеси полученный бетон не представляет опасности для жизни людей, так как эффективная активность не превышает норму радиационной безопасности.

Выполнен комплекс исследований эманационной способности радона из гранита различной дисперсности при термоударе.

Установлено, что эффективная активность радона из гранита различных фракций возрастает при увеличении температуры термообработки гранита (рис. 1). Нагрев гранита от 25 до 100°C усиливает его эманационную способность. Активность радона возрастает от 70 Бк/м<sup>3</sup> (для мелких фракций гранита) и 120 Бк/м<sup>3</sup> (для крупной фракции) при 25°C до 80 Бк/м<sup>3</sup> (для мелких фракций) и 135 Бк/м<sup>3</sup> (для крупной фракции) при 100°C.

В интервале температур 100–400°C максимальная активность радона 160 Бк/м<sup>3</sup> наблюдалась для крупной фракции гранита 8–12 мм. Это коррелирует с максимальной активностью  $^{226}\text{Ra}$  для наиболее крупной фракции гранита. Активность радона в воздухе, соответствующая 160 Бк/м<sup>3</sup>, не превышает требований НБР-99 для рабочих помещений.

Повышение температуры термообработки гранита до 900°C увеличивает активность радона в атмосфере примерно в 2–2,5 раза для всех фракций гранита и достигает максимального значения 265 Бк/м<sup>3</sup> для крупной фракции гранита, что уже составляет радиационную опасность для рабочих помещений без вентиляции.

Размер фракции, мм	Активность радионуклидов, Бк/кг				Общая суммарная эффективная активность, Бк/кг
	$^{137}\text{Cs}$	$^{40}\text{K}$	$^{226}\text{Ra}$	$^{232}\text{Th}$	
1–3	1,7	1596	224,3	11,07	374,5
3–6	0	1634	201,3	37,1	388,8
6–8	0	1824	190,5	39,48	397,3
8–12	16,4	1909	239,4	20,65	428,7

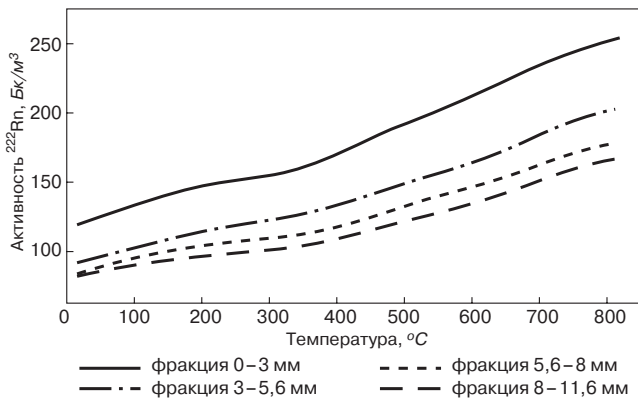


Рис. 1. Эманационная способность радона из гранитного щебня различного гранулометрического состава при термообработке

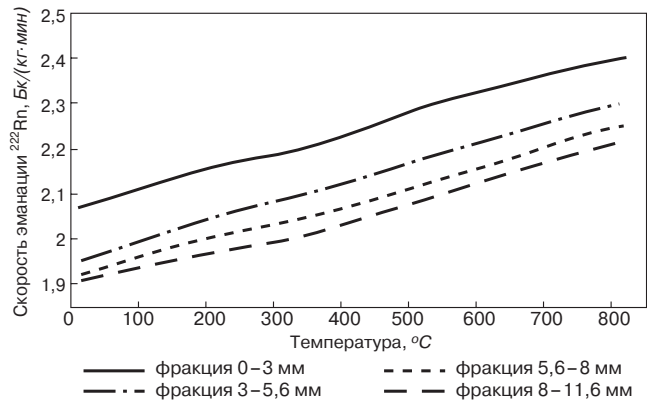


Рис. 2. Зависимость изменения скорости эманации радона гранитного щебня от температуры

Скорость эманации радона из плагиигранита при термообработке меняется практически равномерно на всем интервале температур (рис. 2).

Таким образом, термообработка гранита стимулирует эманационную способность радона, по-видимому, за счет диффузионных процессов и механического разрушения гранита при термоударе, что подтверждается микроскопическим методом (образуются микроскопические микротрещины на поверхности гранита при температуре выше 400°C).

Проведенные исследования свидетельствуют о том, что протекающие в плагиигранитах изменения при его

термоактивации и дроблении влияют на эманационную способность радона природного камня. Показано, что необходимо проведение специальных мероприятий в помещениях обогатительной фабрики с целью снижения активности радона в соответствии с НРБ–99.

### Список литературы

1. Петрографический словарь / Под ред. В.П. Петрова. М.: Недра. 1981. С. 81.
2. Минералогический справочник / Под ред. В.Ф. Куликова. Л.: Недра. 1985. 264 с.

**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.

**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

**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.....9,80кН (1000кгс)

**Влагомер-МГ4У**

Измеритель влажности древесины, бетона, сыпучих по ГОСТ 16588 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

**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 дальнометры.**

454084, г. Челябинск, а/я 8538, ул. Калинина, 11г, тел./факс (351) 790-16-85, 790-16-13,  
г. Москва, тел.(495) 964-95-63, 220-38-58 сот. 8912-479-58-81  
E-mail: stroypribor@chel.surnet.ru http://www.stroypribor.ru

ВСЯКАЯ ПОГОДА  
БЛАГОДАТЬ



ИНВЕСТИЦИИ  
В НАДЕЖНОСТЬ  
ВАШЕЙ КРОВЛИ

**ТЕХНОЭЛАСТ® — система новых высокотехнологичных материалов, разработанных на основе мирового опыта и научно-технических разработок исследовательского центра компании**

**МАТЕРИАЛ  
КЛАССА  
ПРЕМИУМ**

- Техноэласт®-Соло
- Техноэласт®-Вент
- Техноэласт®-Прайм
- Техноэласт®-Фикс
- Техноэласт® С
- Техноэластмост® Б
- Техноэластмост® С
- Техноэласт®-Декор
- Техноэласт®-Термо
- Техноэласт®-Грин
- Техноэласт®-Титан
- Техноэласт®-Альфа

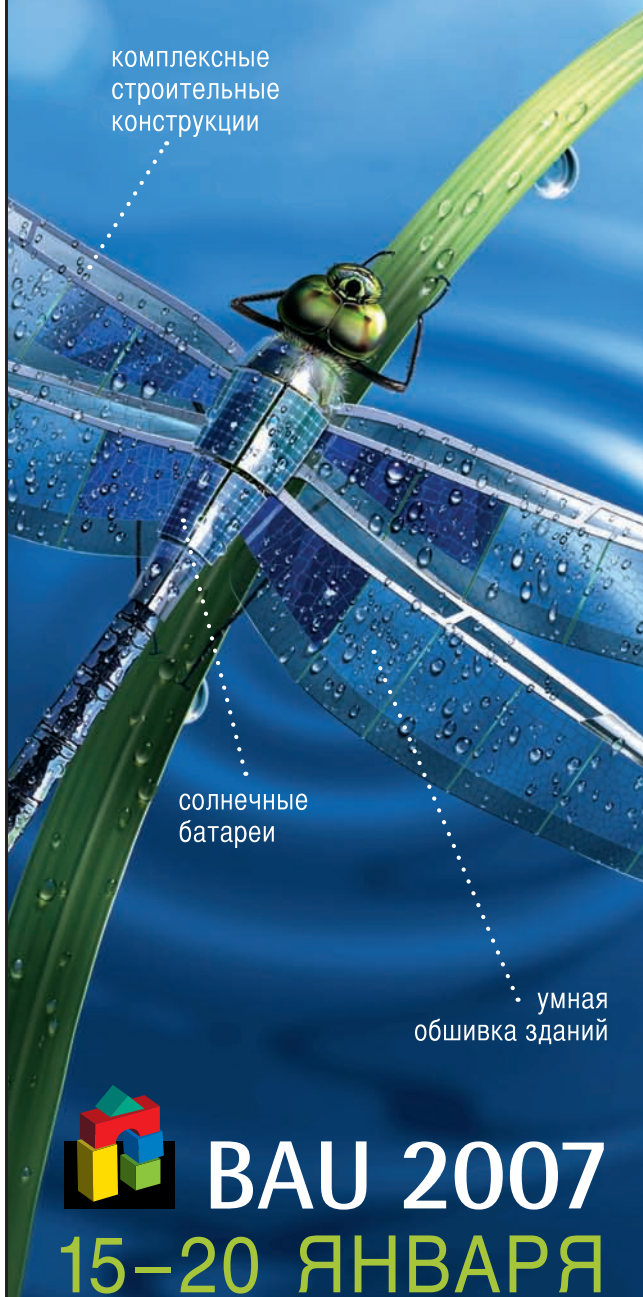
Компания «ТехноНИКОЛЬ» уделяет первостепенное значение вопросам качества и надежности продукции. Мы стремимся к тому, чтобы наши решения были эффективными, сохраняли природу, здоровье людей, позволяли им уделять больше внимания тому, к чему они стремятся: будь то успех в бизнесе или уют домашнего очага. Мы уверены, что достигнем данных целей, благодаря знанию потребностей наших клиентов, работе высококвалифицированных специалистов, постоянному внедрению новых технологий и системному подходу к развитию компании.

Узнайте больше

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

MESSE MÜNCHEN  
INTERNATIONAL

комплексные  
строительные  
конструкции



солнечные  
батареи

умная  
обшивка зданий



**BAU 2007**  
**15–20 ЯНВАРЯ**

17 МЕЖДУНАРОДНАЯ ОТРАСЛЕВАЯ ЯРМАРКА: СТРОЙМАТЕРИАЛЫ,  
СТРОИТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ, МОДЕРНИЗАЦИЯ ДОМОВ  
НОВЫЕ МЮНХЕНСКИЕ ЯРМАРКИ

**Будущее  
строительства**

ООО «Центр информации немецкой экономики»  
119017, Москва, тел.: (045) 234 49 50  
www.bau-meunchen.com



**СТРОИТЕЛЬНЫЕ  
МАТЕРИАЛЫ®**

**V**

МЕЖДУНАРОДНАЯ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ  
«РАЗВИТИЕ КЕРАМИЧЕСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ РОССИИ»

**КЕРАМТЭКС**

**15–16 марта 2007 г.**

Центр Международной Торговли, Москва

**Развитие керамической  
промышленности  
России**

Тематические разделы конференции

Совершенствование производства  
керамических строительных материалов

Отраслевая наука  
керамическому производству

Рынок технологического оборудования  
для производства  
керамических строительных материалов

Финансовые механизмы развития  
предприятий отрасли

Применение керамических  
строительных материалов  
в современном строительстве

Традиционно к проведению конференции  
готовится тематический номер журнала  
«Строительные материалы» №2-2007,  
в котором будут опубликованы пленарные доклады.  
Текст выступления должен быть предоставлен  
в редакцию до 15 февраля 2007 г.

Спонсор конференции

**ПОБЕДА АСП**

Организатор конференции:  
Журнал «Строительные материалы»®

При поддержке  
выставочной компании  
«ЭКСПО-груп»

**СТРОИТЕЛЬНЫЕ  
МАТЕРИАЛЫ®**



Телефон/факс: (495) 124-32-96, 124-09-00  
Лескова Елена Львовна

Телефон/факс: (495) 250-75-05

mail@rifsm.ru

www.rifsm.ru

expo-group2@mcn.ru

КОЛЛЕГИ



**К 70-летию  
Б.А. Фурманова**

Редакция и редакционный совет поздравляют с 70-летием заслуженного строителя Российской Федерации председателя Российского научно-технического общества строителей **Бориса Александровича Фурманова**.

Б.А. Фурманов родился 17 декабря 1936 г. в г. Северодонецке Луганской области. По окончании Уральского политехнического института им. С.М. Кирова в 1959 г. по специальности промышленное и гражданское строительство Борис Александрович навсегда связал свою жизнь со строительным комплексом России. Становление специалиста и руководителя строительного производства происходило в суровых условиях строек, которые вел трест «Уралтяжтрубстрой» Главредуралстроя Минтяжстроя СССР, куда Борис Александрович пришел сразу после института. За 10 лет он прошел путь от мастера до главного инженера строительного управления.

С 1969 г. Б.А. Фурманов на руководящей работе в системе Минтяжстрой СССР.

С 1986 по 1990 гг. Б.А. Фурманов являлся заместителем министра Минтяжстроя СССР, Минуралсибстроя СССР, а в 1990 г. возглавил Государственный комитет по архитектуре, строительству и жилищно-коммунальному хозяйству.

Глубокие социально-экономические преобразования перестроечных лет потребовали знаний и опыта Бориса Александровича на должности заместителя председателя Экспертного совета при Президенте России, заместителя министра Минэкономики РФ, заместителя председателя Государственной инвестиционной корпорации.

Он стоял у истоков создания Российского союза строителей и Российской академии архитектуры и строительных наук, с 1991 года – президент Российского научно-технического общества строителей.

Заслуги Бориса Александровича высоко оценены Правительством России и научным сообществом. Он награжден орденом Трудового Красного Знамени, орденом Дружбы народов, тремя медалями. Является лауреатом премии Совета Министров СССР, ему присвоено звание Заслуженный строитель Российской Федерации. Б.А. Фурманов – почетный член РААСН, а также действительный член ряда общественных академий.

*Редакция и редакционный совет журнала «Строительные материалы»® желают Борису Александровичу Фурманову крепкого здоровья и больших успехов.*

НОВОСТИ КОМПАНИЙ

**Группа ЛСР сформировала газобетонный холдинг**

Группа ЛСР завершила приобретение компании Aeroc AS (Эстония) и Aeroc Poribet SIA (Латвия). Присоединив к ним собственное предприятие в Санкт-Петербурге, Группа ЛСР создала газобетонный холдинг Aeroc International. В результате этого Группа ЛСР стала крупнейшим производителем газобетона не только в России, но и в Северной Европе. Суммарная производственная мощность газобетонных заводов холдинга составляет 600 тыс. м<sup>3</sup> в год. Общие инве-

стиции Группы ЛСР в создание холдинга Aeroc International составили около 1 млрд р.

Продукция Aeroc International успешно реализуется в России, странах Балтии и Скандинавии. В Санкт-Петербурге и Ленинградской обл. доля Группы ЛСР на рынке газобетона составляет 55%, в Эстонии и Латвии Группа ЛСР является единственным производителем газобетона.

По сообщению  
пресс-службы Группы ЛСР

**В Искитиме будет завод по производству пенобетона**

Институт Новых Технологий и Автоматизации промышленности строительных материалов («ИНТА-строй», Омск) завершает строительство комплекса ШЛ 330 по производству пенобетона неавтоклавно твердения на одном из предприятий г. Искитима (Новосибирская область).

Комплекс имеет достаточно высокую степень механизации всех технологических переделов. Промышленные испытания подтвердили расчетную производительность комплекса ШЛ 330, которая составила 60 м<sup>3</sup> в смену. На оборудовании комплекса выпущена опытная партия пено-

бетона марок D400, D500, D600 в объеме 60 м<sup>3</sup> с использованием пеноконцентрата ОМПОР, приготовленного по технологии и на оборудовании «ИНТА-строй». Результаты лабораторных испытаний образцов, проведенных заказчиком, подтвердили высокое качество пенобетона. В настоящее время проводится отладка агрегата для распиловки моноблока на штучные (товарные) блоки. Параллельно с выполняемыми работами начато изготовление оборудования второй очереди для цеха пенобетона – линии для производства пазогребневых блоков способом фрезерования.

По сообщению  
ООО «ИНТА-строй»

**Экструзионный пенополистирол от компании «ТехноНИКОЛЬ»**

Компания «ТехноНИКОЛЬ» готовит производство нового материала под маркой ТЕХНО – экструзионного пенополистирола ТЕХНОПЛЕКС. Компания строит одновременно два завода: в Рязани и в г. Учалы (Республика Башкортостан). На закладке фундамента производственного комплекса в г. Учалы присутствовал Президент Республики Башкортостан Муртаза Рахимов.

Поставку оборудования для предприятий осуществляет немецкая компания Berstorf. Производительность каждой линии составляет 1500 кг продукции в час, или 340 тыс. м<sup>3</sup> в год. В 2008 г. планируется выпустить 1300 тыс. м<sup>3</sup> продукции. До 2009 г. должно быть запущено шесть линий, что позволит производить 2 млн м<sup>3</sup> экструзионного пенополистирола ежегодно.

По материалам  
компании «ТехноНИКОЛЬ»

НОВОСТИ КОМПАНИЙ

**Запущена новая линия по производству железобетонных изделий в Санкт-Петербурге**

ЗАО «Т-Бетон» (Санкт-Петербург), которое входит в состав группы компаний «М-Индустрия», ввело в эксплуатацию линию по производству железобетонных изделий; инвестиции составили около 5,5 млн р. На новой линии выпускаются 30-метровые балки. Подобная технология применяется в России впервые и призвана облегчить процесс возведения большепролетных зданий и сооружений. Предварительно напряженные балки покрытия ПН длиной 30 м способны выдержать нагрузки до 4500 кг/м, что позволяет убрать до 4 рядов колонн.

По материалам пресс-службы компаний «М-Индустрия»

**Компания «Метробетон» обновляет оборудование**

Компания «Метробетон» (Санкт-Петербург) запускает охладитель песка и завершает комплектацию заводской лаборатории. Новое оборудование позволит снизить выходную температуру производимого на продажу песка, а также увеличить производительность цеха сухих смесей до 1200 т ССС в месяц. Компания практически завершила

комплектацию новой лаборатории самым современным оборудованием, которая будет обслуживать только технологическую линию по производству ССС, что открывает дополнительные возможности для контроля качества производимой продукции для строек Подмосковья.

По материалам компании «Метробетон»

**Выпуск профиля вырос в профильный бизнес МЕЛИКОНПОЛАР**

Система предприятий строительной индустрии МЕЛИКОНПОЛАР инвестирует порядка 25 млн р. в закупку двух линий у компании «АМТ» (Испания) и реконструкцию цеха. На реконструкцию и модернизацию действующего цеха, где будут смонтированы новые линии, МЕЛИКОНПОЛАР потратит 8 млн р. собственных средств. Его ввод в эксплуатацию планируется в мае-июне 2007 г. Проектная мощность составит 2050 тыс. м<sup>2</sup> в год. Срок окупаемости 1,5–2 года.

На одной из линий будет производиться профильный лист новой марки С8, другая предназначена для выпуска металлочерепицы. Она будет установлена вместо морально устаревшей линии, которая работает предприятию в 2000 г. Таким образом, к весне 2007 г. совокупная производственная мощность МЕЛИКОНПОЛАР по выпуску металлочерепицы составит 3750 тыс. м<sup>2</sup> в год. Это позволит компании занять 20% рынка металлочерепицы и профлиста марки С8 Северо-Западного региона.

По материалам агентства МЕЛИКОНПОЛАР

**ЕБРР стал совладельцем «Слобожанской будивельной керамики»**

Совет директоров Европейского банка реконструкции и развития (ЕБРР) одобрил вложение в капитал ведущего производителя лицевого кирпича в Украине ЗАО «Слобожанская будивельна керамика» (Сумская обл.) 9,82 млн USD для строительства завода по выпуску поризованных высокопустотных керамических блоков в Киевской области, обновления его заводов в г. Ирпень (Киевская обл.), Харькове и г. Ромны (Сумская обл.) и увеличения их суммарной мощности до 262 млн шт. усл. кирпича в год.

фонда Western NIS Enterprise Fund (WNISEF), который в 2004 г. продал принадлежавшие ему 100% акций MARA Beteiligungungsverwaltungs GmbH австрийской инвестиционной компании Raiffeisen Investment AG (RIAG) за 13,5 млн USD.

В 2006–2008 гг. ЗАО «СБК» планирует инвестировать в развитие свыше 30 млн USD, в частности в создание производства новых продуктов – поротона и клинкера, которые в настоящее время импортируются в Украину. В 2005 г. ЗАО «СБК» увеличило чистую прибыль в 2,8 раза – до 17,2 млн гривен.

ЗАО «Слобожанская будивельна керамика» создано в 1997 г. при участии американского инвестиционного

По материалам агентства «Интерфакс-Украина»

НОВЫЕ КНИГИ

Фокин К. Ф.

Строительная теплотехника ограждающих частей зданий  
Москва: Издательство АВОК, 2006.

Переиздана книга К.Ф. Фокина «Строительная теплотехника ограждающих частей зданий». Издание содержит подробное изложение теплотехнических свойств строительных материалов, теплопередачи при стационарном тепловом потоке, расчета плоских и пространственных температурных полей, воздухопроницаения

ограждений, особенностей теплотехнического режима отдельных частей наружных ограждений, влажностного режима ограждений при увлажнении их жидкой и парообразной влагой. Для пояснения изложенных методов расчета приводится большое количество примеров, которые могут быть использованы при теплотехнических расчетах и оперативной оценке новых конструктивных решений ограждений с применением высокоэффективных утеплителей. Книга адресована инженерам, проектировщикам и специалистам в области строительной теплотехники.



ВОСЬМАЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ ВЫСТАВКА  
**ОТЕЧЕСТВЕННЫЕ**  
**СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ**  
**2007**



В РАМКАХ ВЫСТАВКИ ЕЖЕГОДНЫЙ ФОРУМ "СТРОЙИНДУСТРИЯ РЕГИОНОВ РОССИИ"

**5-8 ФЕВРАЛЯ**  
**МОСКВА, СК "ОЛИМПИЙСКИЙ"**

ОРГАНИЗАТОРЫ



Правительство Москвы (Комплекс архитектуры, строительства, развития и реконструкции города)



Правительство Московской области



При поддержке  
 Федерального агентства по строительству  
 и жилищно-коммунальному хозяйству



**ЕВРОЭКСПО**

[WWW.OSMEXPO.RU](http://WWW.OSMEXPO.RU)

ГЕНЕРАЛЬНЫЙ  
 ИНФОРМАЦИОННЫЙ СПОНСОР



ИНФОРМАЦИОННАЯ ПОДДЕРЖКА



ГЕНЕРАЛЬНЫЙ  
 ИНТЕРНЕТ-ПАРТНЕР



ИНФОРМАЦИОННЫЕ СПОНСОРЫ





Главная выставка года

**MosBuild** 

3-6 апреля 2007, Москва  
Экспоцентр на Красной Пресне

 **hardware  
& tools**

## Инструменты. Крепеж

- Инструмент автоматический
- Инструмент алмазный
- Инструмент маркирующий
- Инструмент пневматический
- Инструмент профессиональный
- Инструмент любительский
- Инструмент режущий
- Инструмент ручной
- Инструмент сварочный
- Инструмент слесарный и монтажный
- Контрольно-измерительная аппаратура
- Наборы инструментов
- Крепеж, метизы, скобяные изделия
- Абразивный материал

Получить дополнительную информацию Вы можете на официальном сайте выставки [www.mosbuild.com](http://www.mosbuild.com)

### ОРГАНИЗАТОР:

 ITE  
Москва: +7 495 935 7350  
Лондон: +44 (0)20 7596 5130/5172  
[www.mosbuild.com](http://www.mosbuild.com)

При содействии:

 ЭКСПОЦЕНТР

На правах рекламы.

С.В. МИРОШНИЧЕНКО, экономист, Сибирский государственный университет путей сообщения (Новосибирск)

## Метод управления и оценка эффективности материально-технического снабжения строительства

В строительном производстве доля материальных затрат очень велика. В структуре стоимости строительно-монтажных работ стоимость материалов составляет 52–58%. Оптимальное управление данным типом инфраструктуры строительства может существенно сократить себестоимость объектов и сроки их возведения. Материальные ресурсы рассматриваются не только как необходимое условие бесперебойного выполнения строительно-монтажных работ при строительстве зданий и сооружений, но и как основа хозяйственных связей с критериями целесообразности и эффективности вложения и использования средств.

Важность и первичность управления именно материальным потоком на стройке определяется тем, что потребность в материалах во многом определяет потребность в услугах эксплуатационной, транспортной, складской, финансово-кредитной инфраструктуры, что создает необходимый баланс между инфраструктурными отраслями.

Для обеспечения должной эффективности работы снабженческой инфраструктуры на микроуровне строительства необходимо активно применять такие новые прогрессивные организационные технологии управления материальными потоками, как точно вовремя и монтаж с колес. Это не только влечет за собой повышение эффективности снабженческой инфраструктуры, но и обеспечивает оптимальные производственные потоки финансовой, эксплуатационной и транспортной инфраструктур, а необходимость в складской инфраструктуре практически сводит к нулю.

В настоящее время наблюдается несоответствие состояния снабженческой инфраструктуры потребностям рынка строительной продукции. Необходимо направлять максимум усилий на расширение и повышение эффективности инфраструктурной базы в сфере строительных материалов и конструкций. Предприятия-поставщики должны не просто обеспечивать строительство необходимыми материалами, но и заниматься их комплектацией.

Эффективность управления инфраструктурой материально-технического снабжения строительства обусловлена качеством управления инвестиционно-

строительными проектами. Для управления инвестиционно-строительными проектами используются различные методы математического моделирования [1]. Строительная отрасль наиболее восприимчива к логистическим методам управления. Материальный поток рассматривается в более активном смысле, объединяющем весь жизненный цикл изделия – от идеи к конструкции, затем к производству, распределению, продаже и т. д. (интегральный материальный поток) [2].

Обычно динамика строительного потока в рамках строительной логистической системы описывается логистической функцией:

$$Y = \frac{k}{1 + be^{-at}}, \quad (1)$$

где  $Y$  – сумма освоенной сметной стоимости;  $k$  – сметная стоимость объекта;  $a$  – коэффициент, характеризующий меру рациональности строительства;  $b$  – коэффициент, обратный мере инерции совершенствования строительства.

Графически это уравнение интерпретируется сигмоидальной (S-образной) кривой (см. рисунок).

Пологой части логистической кривой (участок 1) соответствуют подготовительные и земляные работы, крутому подъему (участок 2) – возведение фундаментов, стен, перекрытий и т. д., а пологой части (участок 3) – отделочные работы и благоустройство территории. Асимптотическое значение функции  $k$  означает предел совершенствования и равно сметной стоимости строительства.

Оценка параметров логистической кривой производится по данным календарного плана методом наименьших квадратов при заданном значении асимптоты. При этом искомое уравнение преобразуется:

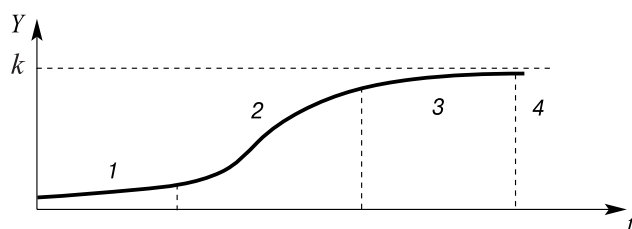
$$Y_1 = \ln(k/Y - 1) = \ln b - at. \quad (2)$$

После этих преобразований легко применить стандартный метод наименьших квадратов для нахождения значений  $b$  и  $a$ :

$$\ln b = \frac{\sum Y_1 \cdot \sum t^2 - \sum t \cdot \sum (Y_1 \cdot t)}{n \sum t^2 - (\sum t)^2}, \quad (3)$$

$$a = \frac{n \sum (Y_1 \cdot t) - \sum t \cdot \sum Y_1}{n \sum t^2 - (\sum t)^2}. \quad (4)$$

Приведем в качестве примера оценку параметров логистической функции строительства многоквартирного жилого дома по ул. Саратовской Железнодорожного района г. Новосибирска. Сметная стоимость строительства 23,65 млн р.



Логистическая кривая (кривая Перла)

Участок 4 кривой в этом случае не асимптотически подходит к отметке 23,65 млн р., которая составляет сметную стоимость строительства. Это означает, что на последнем этапе строительства заложено освоение значительных строительных объемов, поэтому предполагаемая асимптота логистической кривой лежит выше сметной стоимости строительства.

Строительство жилого дома по ул. Саратовской характеризуется следующей логистической функцией:

$$Y = \frac{24,17}{1 + 121,38 \cdot e^{-0,024 \cdot t}}, \text{ где } t \in [0; 360]. \quad (5)$$

После построения логистической кривой строительства можно оперативно отслеживать выполнение запланированных строительно-монтажных работ в любой момент времени строительства. Зная значения параметров  $b$  и  $a$ , также можно провести предварительный анализ планируемого строительства. Осуществление строительства в полном соответствии с его имитационной моделью позволяет сгладить резкие перепады потребности в материалах, машинах и механизмах, рабочей силой.

При плавном прохождении строительного проекта по этапам его реализации возможна существенная экономия необходимых ресурсов.

Управление инфраструктурой строительства сводится к минимизации критерия  $f = \sum z_i(t) \rightarrow \min$  при ограничениях:  $\lambda_i(t) - v_i(t) \geq 0, i=(1, 2, \dots, n); v_i(t) \geq 0, \lambda_i(t) \geq 0$ , где  $z_i(t)$  – затраты на инфраструктурные операции по  $i$ -й инфраструктуре в момент времени  $t$ ;  $\lambda_i(t)$  – текущее состояние  $i$ -й инфраструктуры;  $v_i(t)$  – необходимый уровень  $i$ -й инфраструктуры. Необходимый уровень инфраструктуры представляет собой долю участия различных инфраструктур в создании строительной продукции.

В каждый рабочий день производится такое количество условных квадратных метров, которое соответствует скорости освоения объема строительства, являющейся производной от найденной логистической функции. Вычислив по калькуляции долю участия каждого типа инфраструктуры в создании данного квадратного метра (единичный уровень инфраструктуры) и зная количество произведенных квадратных метров в каждый отрезок времени, можно определить необходимый уровень по каждому типу инфраструктуры как функцию времени. Значение его определяется по каждому типу инфраструктуры:

$$v_i(t) = \omega(t) \cdot V \cdot \delta_i^1(t), \quad (6)$$

где  $\omega(t)$  – удельная скорость освоения объема строительства;  $V$  – объем строительства в натуральных единицах;  $\delta_i^1(t)$  – единичный уровень  $i$ -й инфраструктуры строительства.

В соответствии с формулой (6) посуточно определяется необходимый уровень типов инфраструктур строительства. Для оптимальной работы инфраструктуры строительства ее текущее состояние должно превышать потребность в ней. Необходимо оперативно отслеживать текущее состояние инфраструктуры и вовремя его корректировать. При выполнении условия инфраструктурной обеспеченности строительство будет вестись безостановочно.

Эффект работы снабженческой инфраструктуры состоит в отсутствии предварительной закупки значительной части материалов до начала строительства или перед началом каждого этапа, следовательно, нет необходимости в отвлечении значительных оборотных средств строительной организации из хозяйственного оборота.

Оценка величины данного эффекта производится путем оценки одновременно отвлеченных финансо-

вых ресурсов на снабжение стройки материалами с числением на них среднего дохода от вклада данных средств в банк.

Величина одновременно отвлеченных финансовых ресурсов на снабжение материалами определяется посуточно по графику потребности в объемах снабженческой инфраструктуры:

$$\Phi_{\text{еoj}} = \sum (\Phi_{\text{срj}} \cdot t_j) - \Phi_{\text{срj}}, \quad (7)$$

где  $j$  – день стройки;  $i$  – период отслеживания данных (неделя, декада, месяц) комплектации,  $i=(1; n)$ ;  $n$  – количество периодов отслеживания комплектации от  $j$ -го дня до конца периода комплектации;  $\Phi_{\text{срj}}$  – среднесуточная потребность в финансовых средствах на обеспечение стройки материалами в  $i$ -й период,  $\Phi_{\text{срj}} \approx (\Phi_{\text{нi}} + \Phi_{\text{кi}})/2$ , где  $\Phi_{\text{н}}$  – суточная потребность в финансовых средствах на обеспечение стройки материалами на начало  $i$ -го периода;  $\Phi_{\text{к}}$  – то же в конце  $i$ -го периода или на начало  $(i+1)$  периода;  $t_j$  – количество рабочих дней в  $i$ -м периоде;  $\Phi_{\text{срj}}$  – среднесуточная потребность в финансовых средствах на обеспечение стройки материалами в  $j$ -й день стройки.

Эффект работы снабженческой инфраструктуры представляет собой отсутствие упущенной выгоды и оценивается следующим образом:

$$\Delta \Phi_{\text{сн}} = \sum ((\Phi_{\text{еoj}} + \Phi_{\text{еoj}(i+1)})/2) \cdot t_i \cdot r_{\text{сут}}, \quad (8)$$

где  $\Phi_{\text{еoji}}$  – величина замороженных в материалах средств на начало  $i$ -го периода отслеживания данных;  $\Phi_{\text{еoj}(i+1)}$  – величина замороженных в материалах средств на конец периода  $i$  или на начало  $(i+1)$  периода;  $t_i$  – количество календарных дней в  $i$ -м периоде отслеживания;  $r_{\text{сут}}$  – суточная ставка дохода банковского вклада.

При фактической комплектации материалов на строительство жилого дома по ул. Саратовской один раз в месяц и среднегодовой ставке дохода по банковскому вкладу 12% эффект работы снабженческой инфраструктуры по предложенной автором методике составляет 74,23 тыс. р., а при комплектации один раз в квартал – уже 227 тыс. р. При предварительной же комплектации стройки всеми материалами до начала строительства эффект работы снабженческой инфраструктуры на строительстве жилого дома по предложенной автором методике составляет 847 тыс. р., что составляет 3,58% от сметной стоимости общестроительных работ.

При управлении поставками по предложенной в данной статье методике реализуется принцип точно вовремя. Поставляется на строительную площадку ровно столько материалов и техники, сколько необходимо для безостановочного ведения строительно-монтажных работ.

Логистическая модель строительного потока увязывает все сопутствующие инфраструктурные операции с основным строительным процессом. В результате производство не страдает от недопоставок материалов и необходимых ресурсов, а при выполнении самих инфраструктурных операций существенно экономятся финансовые средства, материальные и трудовые ресурсы.

#### Список литературы

1. Воробьев В.С. Формирование логистических систем транспортного строительного комплекса в районах индустриального освоения. Новосибирск: СГУПС. 2004. 323 с.
2. Сергеев В.И. Логистика: аналитический обзор. СПб.: Знание. 1996. 27 с.

удк 69.022.32

А.М. ПРОТАСЕВИЧ, канд. техн. наук, Д.Д. ЯКИМОВИЧ, старший научный сотрудник, А.Б. КРУТИЛИН, инженер, Белорусский национальный технический университет (Минск)

## Фильтрация воздуха в стенах зданий с вентилируемым фасадом

Проектирование теплоизоляции наружных стен зданий с вентилируемым зазором предполагает решение трех основных задач: определение толщины слоя теплоизоляции на основании теплотехнического расчета; определение потока диффундирующей влаги через ограждение и расхода воздуха в воздушном вентилируемом зазоре; определение характеристик вентилируемого зазора на основании расчета аэродинамического режима.

В работах русской (советской) школы теплотехники достаточно полно представлены вопросы расчета наружных стен зданий с размещением вентилируемого зазора как внутри их, так и с внутренней или наружной сторон. Учтены также условия микроклимата помещений зданий, влияющих на условия эксплуатации ограждений. Общий подход к теплотехническому расчету вентилируемых прослоек наружных стен представлен В.Н. Богословским [1].

В то же время есть ряд вопросов, на которые полного ответа нет. К ним, в частности, относится оценка влияния аэродинамического режима в воздушном зазоре на формирование избыточного давления на слой утеплителя; отсутствие характеристик воздухопроницаемости современных изделий из минеральной ваты; отсутствие рекомендаций по проектированию ветрозащиты слоя утеплителя.

Для оценки формирования статического давления в воздушном зазоре с различной конструкцией узлов выхода от ветрового воздействия на испытательном стенде выполнены исследования вентилируемого фасада со сплошным экраном на моделях зданий простой конфигурации.

В экспериментах определялось статическое давление в воздушном зазоре. Для этого в местах выхода воздуха из зазора размещались штуцера отбора, соединенные с микроманометром. Отсчеты по приборам выполнялись фотосистемой. Модели устанавливались на поворотной платформе, что позволяло ориентировать их относительно потока. Исследования проводились при скорости воздуха  $v = 1,1$  и  $2,4$  м/с.

На рис. 1 представлены величины статических давлений, измеренные у входных и выходных отверстий воздушного зазора двух моделей, отличающихся друг от друга конструкцией узлов выхода воздуха.

Результаты испытаний подтвердили зависимость формирования статического давления в вентилируемом зазоре как от скорости потока воздуха, так и от конфигурации модели; возможность опрокидывания потока воздуха в зазоре на заветренной стороне зданий. Кроме того, исследования показали, что величины статического давления воздуха зависят от конструктивного решения узлов входа и выхода воздуха.

Анализ результатов стендовых испытаний и натуральных исследований зданий с вентилируемыми фасадами показал, что существенное влияние на распределение давления по поверхности стены оказывает размещение здания в застройке.

На основании стендовых и натуральных исследований предложена схема аэродинамического режима воздушного зазора для установившегося режима движения воздуха в зимний период. На рис. 2 показано формирова-

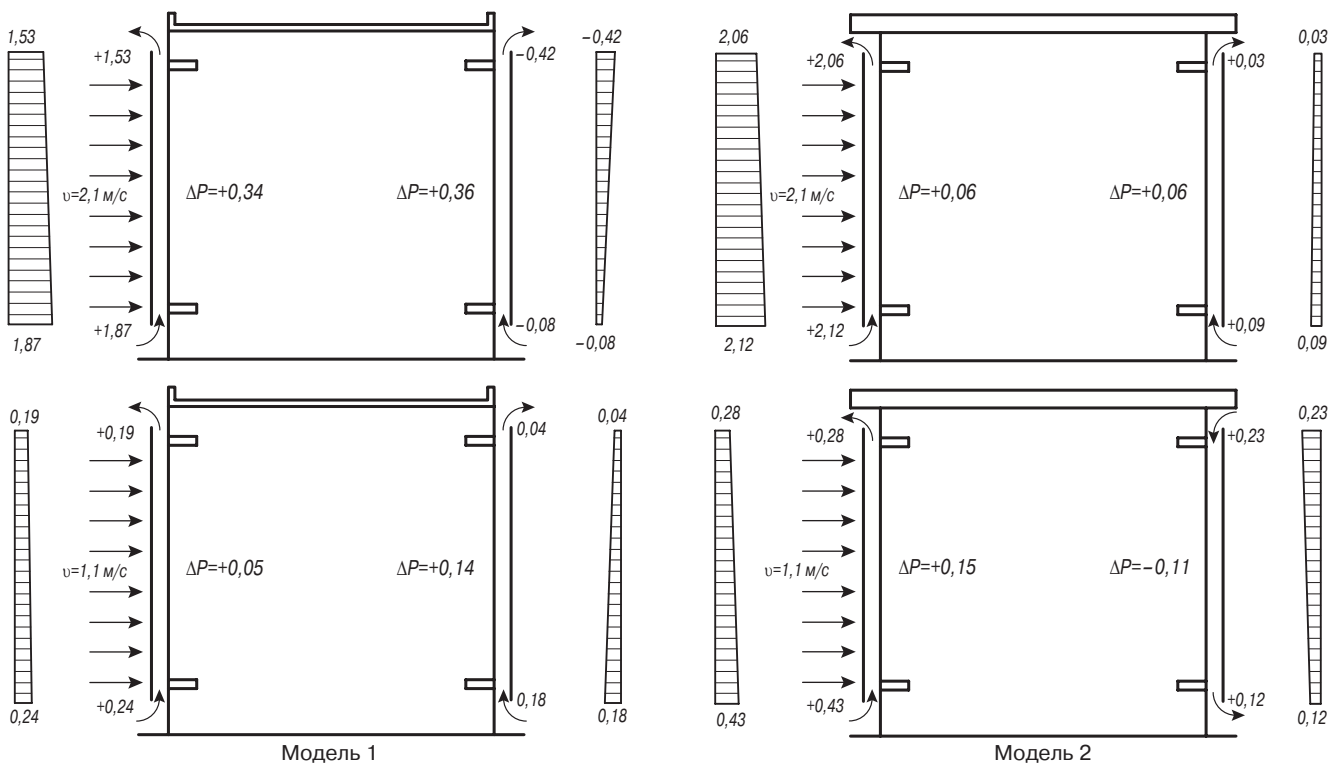


Рис. 1. Схемы движения воздуха и величины статических давлений (P, Па) в зазоре и на поверхности моделей при скоростях  $v = 1,1$  м/с и  $2,1$  м/с

ние величины давления по его высоте при одновременном гравитационном и ветровом воздействиях.

Воздушный зазор толщиной  $\delta$  имеет узел входа воздуха площадью живого сечения  $F_1$  и узел выхода площадью живого сечения  $F_2$ . Узлы расположены на расстояниях  $h_1$  и  $h_2$  от осевой линии. Расстояние между ними  $h_0$ .

Различие в температуре воздуха по высоте зазора вызывает появление гравитационного давления  $P_{gp}$ . Избыточное гравитационное давление в нижней части воздушного зазора направлено внутрь, а в верхней – наружу.

Ветровой поток создает у нижнего узла входа в зазор избыточное статическое давление:

$$P_{\delta 1} = \tilde{N}_1 \cdot \frac{\rho \cdot v_1^2}{2}; \quad (1)$$

у верхнего:

$$P_{\delta 2} = \tilde{N}_2 \cdot \frac{\rho \cdot v_2^2}{2}, \quad (2)$$

где  $C_1$  и  $C_2$  – аэродинамические коэффициенты, определяющие избыточное статическое давление у входа и выхода потока воздуха в зазор в долях от динамического давления прямолинейного ветрового потока;  $v_n$  – скорость ветра, м/с;  $\rho$  – плотность воздуха, кг/м<sup>3</sup>.

Характер развития статического давления на наветренной и заветренной сторонах здания можно оценить по эпюрам, полученным при проведении стендовых испытаний на моделях (рис. 1).

Внешнее давление, возникающее у узлов зазора, передается вовнутрь, формируя внутреннее давление, равное:

$$\begin{aligned} P_{a1} &= P_{\delta 1} - \xi_1 \frac{\rho v_1^2}{2}; \\ P_{a2} &= P_{\delta 2} - \xi_2 \frac{\rho v_2^2}{2}, \end{aligned} \quad (3)$$

а

$$\xi_1 \frac{\rho v_1^2}{2} \text{ и } \xi_2 \frac{\rho v_2^2}{2}$$

– потери давления при входе и выходе в зазор;  $\xi_1$  и  $\xi_2$  – коэффициенты местных сопротивлений;  $v_1$  и  $v_2$  – скорости воздуха в узлах, м/с.

Величина давления, возникающего вследствие ветрового напора, определяется как:

$$P_{\sigma} = P_{\sigma 1} - P_{\sigma 2}; \quad (4)$$

полное давление в зазоре с учетом гравитационного давления равно:

$$P_{\delta} = \left( \tilde{N}_1 \cdot \frac{\rho v_1^2}{2} - \xi_1 \cdot \frac{\rho v_1^2}{2} \right) - \left( \tilde{N}_2 \cdot \frac{\rho v_2^2}{2} - \xi_2 \cdot \frac{\rho v_2^2}{2} \right) + P_{gp}. \quad (5)$$

Некоторые результаты расчета давлений по предлагаемой методике для систем утепления со сплошным экраном из металлического сайдинга приведены в [2].

Выбор способа ветрозащиты слоя утеплителя требует знания результирующего давления в местах размещения узлов входа и выхода. Определение указанной величины по методике, составленной с учетом описанной выше схемы развития полного давления на входе и выходе, позволяет определить величину градиента давления на рассчитываемом участке.

Поведение теплоизоляционного слоя из минераловатных изделий при воздействии потока воздуха зависит от их воздухопроницаемости. Интенсивность фильтрации воздуха через пористые материалы характеризуется коэффициентами воздухопроницаемости, а защитные качества от фильтрации – величиной сопротивления воздухопроницанию:

$$R_a = \sum_{i=1}^n R_{i,a} = \frac{\delta_1}{i_1} + \frac{\delta_2}{i_2} + \dots + \frac{\delta_n}{i_n}, \quad (6)$$

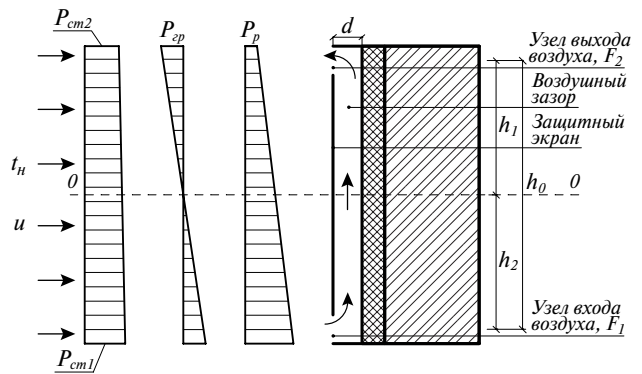


Рис. 2. Схема формирования воздушного режима вентилируемого зазора ( $t_n > t_u$ )

где  $R_{i,\sigma}$  – сопротивление воздухопроницанию материалов, (м<sup>2</sup>·с·Па)/кг;  $i_n$  – условные коэффициенты воздухопроницаемости отдельных слоев материала, кг/(м·с·Па);  $\delta_n$  – толщины слоев материалов, м.

Коэффициенты воздухопроницаемости для волокнистых материалов определены как условные величины, так как структура минеральной ваты практически всегда неравномерна по толщине изделия. Кроме того, коэффициент воздухопроницаемости не является величиной, пропорциональной общей толщине изделий, поскольку фильтрационному потоку оказывают большее сопротивление поверхностные уплотненные слои.

Анализ результатов исследований различных авторов [3–6] показывает их разобщенность, что не позволяет сделать выводы о зависимости коэффициентов воздухопроницаемости минеральной ваты от различных факторов. Поэтому при оценке воздухопроницаемости следует использовать величину сопротивления воздухопроницанию конкретного материала или изделия.

Для оценки ветрозащитных качеств плитных теплоизоляционных материалов проведены экспериментальные исследования их воздухопроницаемости. Одновременно выполнена оценка сопротивления воздухопроницанию образцов утеплителя, составленных из минераловатных изделий разной плотности и назначения.

Для проведения испытаний был создан экспериментальный стенд для образцов с размером 1000×1000 мм и различной толщины. Стенд состоит из камеры с пятью жесткими металлическими стенками, воздуходувки и измерительных приборов. Для плотной установки образцов по контуру камеры размещена рамка из металлического уголка. Результаты определения воздухопроницаемости образцов минеральной ваты приведены в табл. 1.

Анализ результатов исследований показывает, что коэффициент воздухопроницаемости зависит от плотности минеральной ваты, толщины изделий. Плитные изделия из минеральной ваты при большей толщине имеют характеристики хуже, чем изделия меньшей толщины, но с защищенной поверхностью, специально предназначенные для систем утепления с вентилируемым воздушным зазором. В то же время высокое сопротивление воздухопроницанию изделий не исключает фильтрацию воздуха во внутренних слоях утеплителя, а следовательно, интенсификацию переноса теплоты через него.

Движение воздуха вдоль слоя утеплителя, имеющего волокнистую структуру, определяет возможность фильтрации по объему минеральной ваты. Воздух проникает внутрь утеплителя как через поры материала, так и через швы между плитами под совместным действием статического и части динамического давлений вихревого потока. Продольная фильтрация обычно возникает в вертикальных щелях, образованных между основной стеной и неплотно прилегающими к ней плитами утеплителя.

Таблица 1

Минеральная вата	Плотность $\rho$ , кг/м <sup>3</sup>	Толщина $\delta$ , м	$i$ , кг/(м·с·Па)	$R_i$ , (м <sup>2</sup> ·ч·даПа)/кг
Гомель-1 (Г1)	69	0,059	0,00015	0,011
Гомель-2 (Г2)	120	0,06	0,000071	0,023
Гомель-3 (Г3)	166	0,061	0,000056	0,03
Гомель-4 (Г4)	170	0,065	0,000055	0,033
Parock IL	30	0,1	0,00025	0,011
Parock WAS 25t	90	0,03	0,000046	0,018
Ventirock $\delta=80$ мм	102	0,08	0,000071	0,031
Ventirock $\delta=50$ мм	103	0,05	0,000045	0,03
Fasrock	135	0,023	0,000031	0,021
Parock IL + Parock WAS 25t	–	0,13	0,00014	0,03
Parock IL + Fasrock	–	0,123	0,00012	0,03
Г1 + Parock WAS 25t	–	0,089	0,000102	0,025
Г2 + Parock WAS 25t	–	0,09	0,000069	0,036
Г3 + Parock WAS 25t	–	0,091	0,000056	0,045
Г4 + Parock WAS 25t	–	0,095	0,000051	0,051

Таблица 2

Вид воздушной прослойки	Суммарная площадь входных и выходных вентиляционных узлов, $F_{от}$ , мм <sup>2</sup> /(м <sup>2</sup> поверхности стены)	Защитный экран прослойки
Слабо вентилируемая	$F_{от} \leq 3000$	Кладка из кирпича, листовые материалы с воздухопроницаемыми швами
Вентилируемая	$3000 < F_{от} < 12000$	Из материалов, непроницаемых для воздуха, с отверстиями для входа и выхода воздуха внизу и вверх вентилируемого участка
Интенсивно вентилируемая	$F_{от} > 12000$	Малоформатные плитные материалы с открытыми горизонтальными швами

Чтобы оценить влияние фильтрации, необходимо знать градиент давлений по высоте зазора. Следует отметить, что у различных типов вентилируемых фасадов градиент давлений будет различным. Так, вентилируемые фасады с наружной облицовкой плиткой с открытыми швами будут иметь совершенно иное распределение давлений по высоте по сравнению с вентилируемыми фасадами, имеющими воздухонепроницаемые экраны, например из металлического сайдинга.

Отсутствие достоверных данных по градиентам давлений определяет необходимость иного подхода к выбору мероприятий по ветрозащите утеплителя.

На основании результатов экспериментальных лабораторных и натурных исследований зазоры по поступлению наружного воздуха предлагается классифицировать на слабо вентилируемые, вентилируемые и интенсивно вентилируемые (табл. 2).

Предлагаемая классификация позволяет обозначить требования по ветрозащите слоя утеплителя.

При использовании в наружных стенах со слабо вентилируемым воздушным зазором в качестве утеплителя изделий из минеральной ваты их плотность должна быть  $\rho > 75$  кг/м<sup>3</sup>, а сопротивление воздухопроницанию  $R_i > 0,025$  (м<sup>2</sup>·с·даПа)/кг.

Для стен с вентилируемым воздушным зазором в качестве утеплителя рекомендуются изделия из минеральной ваты  $\rho \geq 120$  кг/м<sup>3</sup> или изделия, имеющие уплотненную поверхность и специально предназначенные для использования в ограждениях с воздушным зазором. Сопротивление воздухопроницанию слоя утеплителя или ветрозащитного слоя должно быть  $R_i \geq 0,03$  (м<sup>2</sup>·ч·даПа)/кг.

В стенах с интенсивно вентилируемыми воздушными прослойками рекомендуются минераловатные плиты с  $\rho > 175$  кг/м<sup>3</sup>. При использовании утеплителя с  $\rho < 175$  кг/м<sup>3</sup> следует предусмотреть защиту его по-

верхности с использованием паропроницаемых листовых материалов или ветрозащитных пленок и мембран со специальной микроперфорацией или с устройством двухслойного утепления из минеральной ваты с наружным защитным слоем из изделий с  $\rho \geq 175$  кг/м<sup>3</sup> или меньшей плотности, но имеющих обращенную к потоку воздуха ветрозащитную поверхность.

Исключение фильтрации воздуха в слоях утеплителя путем организации ветрозащиты позволит повысить теплозащитные качества систем наружной теплоизоляции ограждений с вентилируемым воздушным зазором.

Список литературы

1. Богословский В.Н. Строительная теплофизика. М.: Высшая школа. 1982. 414 с.
2. Протасевич А.М., Крутилин А.Б., Якимович Д.Д. Теплоизоляция наружных стен зданий по системе вентилируемый фасад // Жилищное строительство. 2006. № 2. С. 8–13.
3. Брилинг Р.Е. Воздухопроницаемость ограждающих конструкций и материалов. М.: Стройиздат. 1948. 120 с.
4. Франчук А.У. Таблицы теплотехнических показателей строительных материалов. М., 1969. 138 с.
5. Ильинский В.М. Строительная теплофизика. М.: Высшая школа. 1974. 318 с.
6. Блюджус Р., Самаяускас Р. Воздействие движения воздуха на теплопередачу конструкций с теплоизоляцией из минеральных плит // Сб. докладов VI научно-практической конференции «Проблемы строительной теплофизики систем обеспечения микроклимата и энергосбережения в зданиях». 2001. С. 183–187.
7. Езерский В.А., Монастырев П.В. Влияние вентилируемого фасада на теплозащитные качества утеплителя // Жилищное строительство. 2003. № 3. С. 18–20.

УДК 691.322:622.12(470.21)

Л.И. ГАНИНА, научн. сотрудник, Институт экономических проблем Кольского научного центра РАН; О.Н. КРАШЕНИННИКОВ, канд. техн. наук., Институт химии и технологии редких элементов и минерального сырья им. И.В. Тананаева Кольского научного центра РАН, Ф.Д. ЛАРИЧКИН, д-р эконом. наук, Институт экономических проблем Кольского научного центра РАН (г. Апатиты Мурманской области)

## Эффективность использования отходов горнопромышленного комплекса Мурманской области в строительной отрасли

Мурманская область является одним из наиболее развитых регионов Российской Федерации, где на площади, равной 0,85% ее территории, сосредоточен ряд основных видов полезных ископаемых. Область обеспечивает потребности России в фосфатных рудах, в железорудном, медно-никелевом, хромитовом сырье, в неметаллорудных ископаемых. В результате производственной деятельности основных горнорудных предприятий региона — ОАО «Апатит», Оленегорского ГОК, Ковдорского ГОК, Кольской горно-металлургической компании (комбинаты «Североникель», «Печенганикель»), а также местных теплоэлектростанций, образуется большое количество различных отходов. По официальным данным, за 2004 г. количество таких отходов, включая вскрышные и проходческие породы, хвосты обогащения и шлаки металлургического производства, составило 140,2 млн т, или 98% от всех видов отходов производства и потребления в регионе [1]. При этом утилизируется в среднем не более 4% отходов текущего выхода в год. Общее количество накопившихся к настоящему времени на территории Мурманской области горнопромышленных отходов превысило 6,5 млрд т.

Наиболее перспективным направлением решения проблемы использования техногенного сырья является применение его в строительной отрасли как в основном потребителе многотоннажных отходов [2]. Строительная промышленность региона представлена в основном производством щебня, песка и пористых заполнителей, стеновых материалов (силикатного кирпича и шунгзитобетонных камней), изделий из облицовочного камня, строительных растворов и бетонов, железобетонных конструкций и изделий.

Использование отходов в производстве строительных материалов имеет большое значение, особенно для северного региона, испытывающего острый недостаток в дешевых строительных материалах. Сырье из отходов значительно дешевле специально добываемого в природных карьерах. Расход технологического топлива при использовании отдельных видов отходов снижается на 10–40%, а удельные капиталовложения — на 30–40% [3]. Многие виды строительных материалов приходится завозить из отдаленных регионов России; средний радиус перевозки цемента, например в Мурманской области, около 1500 км, тогда как в целом по стране он равен 565 км. Стоимость строительно-монтажных работ остается высокой, приблизительно на 40–60% выше, чем для средней полосы России. Увеличение транспортных тарифов влечет за собой повышение цен на привозные строительные материалы.

Дефицит строительных материалов в связи с перспективами развития строительной отрасли региона: освоением арктических нефтегазоносных месторождений, строительством Кольской АЭС-2 и ряда других крупных объектов, предусмотренных «Стратегией...» [4], требует поиска новых, наиболее доступных и деше-

вых источников сырья. Приоритетное значение при этом имеют отходы предприятий горнопромышленного комплекса: вскрышные породы, отходы обогащения, металлургические шлаки и золоотходы местных ТЭЦ.

В области накоплен позитивный опыт выпуска строительного щебня из вскрышных пород железорудных месторождений ОАО «Олкон»: к настоящему времени достигнут 17%-й объем утилизации пород вскрыши, что соответствует производству 2 млн м<sup>3</sup> товарного щебня в год. Касаясь проблемы утилизации отходов обогащения железорудного сырья ОАО «Олкон», приходится констатировать существенное снижение объемов их использования в связи с сокращением выпуска силикатного кирпича на основе этих отходов. Однако большие резервы применения отходов заложены в современной вибропрессовой технологии получения дорожно-строительных изделий с повышенными эксплуатационными показателями (тротуарная плитка, поребрик) и в технологии газобетонных изделий автоклавного твердения [5]. Реализация этой научной разработки позволила бы эффективно использовать резервное оборудование Оленегорского завода силикатного кирпича, применяя отходы обогащения, как значительно более дешевый (не менее чем в 2,5–3 раза) заполнитель вместо природных песков.

Большими потенциальными возможностями располагает ОАО «Апатит», ежегодно направляющее в отвалы более 20 млн м<sup>3</sup> вскрышных скальных нефелиносодержащих пород, удаляемых при разработке хибинских месторождений апатитонифелиновых руд. Затраты на добычу и складирование вскрыши, а также на укладку хвостов составляют до 19,6% от стоимости апатитового концентрата. Фактически для внутреннего потребления ОАО «Апатит» использует около 7% вскрышных пород годового объема их производства в основном для ремонта карьерных дорог, забутовки горных выработок и др.

Расчеты, проведенные Институтом экономических проблем КНЦ РАН, показали, что экономически целесообразно расширить использование вскрышных пород хибинских апатитонифелиновых месторождений. Замена щебня, производимого из природного материала, на щебень, изготовляемый из вскрышных пород, дает экономический эффект до 150 р. на 1 м<sup>3</sup> вскрышных пород (до 240 р./т) и 5,7 млн р./год [6]. Возможности крупномасштабного использования вскрышных пород ОАО «Апатит» в дорожном строительстве связаны с реализацией федеральной целевой программы «Модернизация транспортной системы России (2002–2010 гг.)».

Значительны перспективы использования вскрышных скальных пород разведанного Сопчеозерского месторождения хромовых руд. Результаты исследований этих вскрышных пород, преимущественно представленных дунитами и габбро, показали, что полученный из них щебень отвечает высшей категории качества [7].

В хвостохранилищах ОАО «Апатит» накоплены сотни миллионов тонн отходов обогащения, содержащих, млн т: апатит – 45, нефелин – 460, сфен – 23, титаномagnetит – 19. Ежегодно хвостохранилища пополняются на 18–20 млн т. Накопленные хвосты апатитовой флотации могут широко применяться в производстве керамических изделий, глазурей, декоративных стекол и др. [2].

Гранулированные металлургические шлаки, образующиеся на комбинате «Печенганикель», целесообразно наряду с применением для ремонта внутрикарьерных дорог и закладки горных выработок широко использовать в качестве мелкого заполнителя для бетонов и получения шлакопортландцемента [2].

Большой резерв для производства строительных материалов имеется в тепловой энергетике. Так, выход золошлаковых смесей (ЗШС) на Апатитской ТЭЦ ежегодно составляет не менее 200 тыс. т. Результаты исследования ЗШС, выполненные в ИХТРЭМС КНЦ РАН [8], показали эффективность их использования в качестве минеральной добавки в тяжелые, легкие и ячеистые бетоны; при этом за счет использования ЗШС экономия портландцемента в зависимости от вида бетона достигает 20%. На основе этих отходов возможно получение высококачественных и дешевых газобетонных изделий – стеновых блоков, скорлуп для изоляции трубопроводов, плитного утеплителя.

Добыча и переработка минерального, как правило, многокомпонентного сырья характеризуется получением на разных стадиях производства большого числа многокомпонентных сопутствующих продуктов, подлежащих дальнейшей переработке. В этих условиях чрезвычайно усложняется дифференцированное определение индивидуальных и особенно общественных оценок (себестоимости, фондоемкости, энергоемкости, цены и др.) отдельных компонентов в исходном сырье и получаемых продуктах. На основе этих оценок вырабатываются суждения о рациональности достигнутого уровня комплексного использования сырья, имеющихся резервах, экономической эффективности извлечения отдельных ценных составляющих, утилизации отходов, а также определяется экономически оптимальный вариант использования сырья, обосновывается стратегия и тактика развития предприятия, отрасли промышленности, минерально-сырьевого комплекса региона в целом.

Анализ многочисленных противоречивых мнений отдельных авторов по методологическим проблемам экономики комплексных производств свидетельствует о необходимости совершенствования понятийного аппарата, сложившегося в период административно-плановой экономики на основе ведомственного подхода без достаточного научного обоснования. Неоднозначность определения и интерпретации разными авторами сущности и содержания базовых понятий комплексного использования минерального сырья приводит к противоречивым посылкам, выводам, методам количественной оценки уровня и экономической эффективности извлечения каждой из ценных составляющих многокомпонентного сырья, включая целесообразность утилизации отходов разных стадий производства. Для решения обозначенных методологических проблем необходимо исследование особенностей и закономерностей комплексного использования сырья с междисциплинарных позиций на основе системного подхода.

Особое значение при этом имеет обоснованная стоимостная оценка производственных отходов и определение с позиций экономики принципиальной возможности и эффективности их утилизации в строительстве. Ретроспективный анализ показывает, что возникновение, становление и развитие комплексного использования минерального сырья осуществлялось за счет переработки неиспользуемых производственных отходов.

Существуют как минимум два принципиально различных направления использования горнопромышленных отходов: для доизвлечения ценных компонентов и в строительстве. В связи с исчерпанием в недалеком будущем невозобновляемых ресурсов различных видов минерального сырья приоритетным является использование отходов для доизвлечения полезных компонентов. Из этого факта следует вполне очевидный вывод: широкомасштабное использование горнопромышленных отходов в строительстве возможно только в случае наличия обоснованного доказательства экономической нецелесообразности доизвлечения ценных компонентов из конкретных видов отходов в настоящее время и в обозримом будущем.

В этой связи ниже предлагается подход к решению обозначенной проблемы.

В работе [9] рассмотрены особенности экономической оценки ресурсов многокомпонентного сырья и показано, что граничным условием эффективности извлечения каждого из ценных компонентов в отдельности при комплексном использовании сырья является окупаемость прямых затрат, связанных с организацией производства каждого из них, что может быть выражено следующим соотношением:

$$\alpha_i \varepsilon_i P_i = (Z_n + P)_i, \quad (1)$$

где  $\alpha_i$  – содержание  $i$ -го ценного компонента в исходном комплексном сырье, доли единицы;  $\varepsilon_i$  – извлечение  $i$ -го ценного компонента из исходного сырья в готовую товарную продукцию, доли единицы;  $P_i$  – рыночная цена 1 т  $i$ -го ценного компонента в товарной продукции, р.;  $(Z_n + P)_i$  – прямые затраты ( $Z_n$ ) и ресурсные платежи ( $P$ ) – налоги на право добычи, непосредственно связанные с производством  $i$ -го ценного компонента, в расчете на 1 т исходного сырья, р.;  $i$  – номер ценного компонента,  $i = 1, 2, 3, \dots, m$ .

Применительно к горно-обогатительным предприятиям в прямые затраты включаются расходы на обоганительные доводочные, контрольные операции, ступенное, фильтрацию, сушку, складирование и хранение концентрата, коммерческие расходы, включая затаривание, погрузочно-разгрузочные операции, транспорт до пункта отправления, погрузку в вагон и другие имеющиеся место, прямые затраты по конкретному концентрату.

Из выражения (1) определяются количественные величины предельных бракованных содержаний каждого из ценных компонентов в исходном сырье, ниже которых их извлечение, следовательно, учет в промышленных запасах комплексных месторождений экономически нецелесообразен. Результаты расчета предельных содержаний ценных компонентов в рудах Мурманской области в сопоставлении с их фактическими и минимально-промышленными содержаниями приведены в таблице.

По аналогии с изложенным и учитывая, что на горнопромышленные отходы ресурсные налоги не распространяются, можно определить предельные бракованные содержания ценных компонентов  $\alpha_{инп}$ , ниже которых соответствующие отходы могут использоваться в строительстве без каких-либо ограничений:

$$\alpha_{инп} = Z_n / (\varepsilon_i P_i). \quad (2)$$

При содержании ряда ценных компонентов в отходах выше соответствующих предельных бракованных необходимо дополнительная проверка экономической нецелесообразности доизвлечения ценных компонентов из горнопромышленных отходов в перспективе. Такая оценка должна быть выполнена из условия превышения прогнозируемых предстоящих суммарных затрат, связанных с добычей отходов из хранилища и комплексной их переработкой, над суммарной стоимостью извлекаемых ценных компонентов при учете только тех из них, содержание которых в оцениваемых отходах выше предельного бракованного:



$$(C_e + \sum_i C_{ni}) > \sum_i \alpha_i \varepsilon_i \dot{O}_i, \quad (3)$$

где  $Z_k$  – суммарные косвенные затраты на добычу и переработку 1 т отходов, р.

При нарушении неравенства (3) использование соответствующих горнопромышленных отходов в строительстве возможно только после доизвлечения из них ценных компонентов, содержание которых выше предельных.

Анализ показывает, что по мере освоения и совершенствования технологии использования отходов получаемая на их основе продукция может проходить разные стадии от суррогатного неполноценного, но дешевого заменителя продукции, получаемой из другого сырья или по другой технологии, до высококачественной высококонкурентной продукции. Первоначально бросовые, не имеющие стоимости отходы становятся высокоценным сырьем и должны получать адекватную стоимостную оценку.

С точки зрения стоимостной оценки безвозвратные потери и неиспользуемые отходы, естественно, не подлежат оценке, поскольку в момент образования они не имеют потребительной стоимости.

Однако с момента начала промышленной переработки или реализации на сторону отходы переходят в категорию используемых, пополняют номенклатуру сопряженных продуктов комплексной переработки минерального сырья и должны оцениваться и оплачиваться на основе тех же принципов.

Следует учитывать, что отмеченный выше качественный переход горнопромышленных отходов из категории бросовых, неиспользуемых в период их образования в категорию потенциально и затем фактически полезных с момента разработки эффективной технологии их утилизации на практике осложняет и препятствует производственному использованию. Дело в том, что, с одной стороны предприятия – для себя ощутимую дополнительную прибыль и продать их подороже, с другой – любая, даже символическая цена вчера еще ни кому не нужных отходов психологически отталкивает возможных потребителей. Тем более что стоимостная оценка отходов фактически снижает и при определенной величине исключает возможность получения прибыли потенциальными потребителями.

Выход из данного сложного положения видится в совершенствовании и детализации методологии оценки экономической эффективности утилизации горнопромышленных отходов в направлении более полного учета и дифференциации всех дополнительных эффектов и затрат предприятий – владельцев отходов и потенциальных их потребителей; в совершенствовании методологии стоимостной оценки отходов и формирования взаимоприемлемой цены на договорной основе. В частности, оценка экономической эффективности утилизации отходов должна осуществляться при нулевой стоимости отходов, а их окончательная договорная цена определяться из согласованного распределения между

участниками общего экономического эффекта конкретного проекта утилизации отходов.

Таким образом, исходя из вышеизложенного можно отметить, что в отходах горнопромышленного производства Мурманской области содержится большое количество ценных компонентов и существуют реальные возможности использования отходов для производства местных строительных материалов.

Для решения этих вопросов необходима общая стратегия управления отходами, которая должна стать основой для разработки региональной ресурсно-экологической программы утилизации промышленных отходов. В настоящий момент именно такая программа является действенным инструментом для разрешения проблем, накопившихся в данной сфере. Каждая такая программа должна стать основой для принятия руководящих решений администрацией области, а также источником объективной информации для различных служб, организаций, заинтересованных лиц. Программа должна отражать анализ ситуации, обусловленной накоплением отходов, их региональную инвентаризацию; определение промышленного и непромышленного использования, способов нейтрализации, оценку вредного воздействия на окружающую среду; выявление и изучение техногенных месторождений для последующего лицензирования; источники инвестирования; мониторинг экологической ситуации, оценку экологического риска.

Список литературы

1. Доклад о состоянии и охране окружающей среды Мурманской области в 2004 г. / Комитет по природным ресурсам и охране окружающей среды по Мурманской области. Мурманск: КаэМ. 2005. 138 с.
2. Макаров В.Н., Крашенинников О.Н., Гуревич Б.И. и др. Строительные и технические материалы из минерального сырья Кольского полуострова. Ч. 1, 2. Апатиты: Кольский научный центр РАН. 2003. 430 с.
3. Ганина Л.И. Перспективы использования отходов горно-обогатительного производства в качестве сырья для строительных материалов // Темпы и пропорции социально-экономических процессов в регионах Севера. Том 2. Апатиты: Кольский научный центр РАН, 2001. С. 136–138.
4. Стратегия развития строительного комплекса Мурманской области до 2015 г. Постановление правительства Мурманской области от 24.11.2005 г., № 441-ПП/14. Мурманск. 2005. 33 с.
5. Крашенинников О.Н., Пак А.А., Сухорукова Р.Н. Комплексное использование отходов обогащения железорудного сырья // Строит. материалы. 1997, №12. С. 28–30.
6. Ганина Л.И., Крашенинников О.Н., Белогурова Т.П. Технико-экономическая эффективность получения строительного щебня из хибинских апатитонепелиновых месторождений // Темпы и пропорции социально-экономических процессов в регионах Севера. Том 2. Апатиты: Кольский научный центр РАН. 2005. С. 123–125.
7. Крашенинников О.Н., Пак А.А., Сухорукова Р.Н. и др. Возможности использования вскрышных пород и отходов обогащения хромовых руд Сопчеозерского месторождения для получения строительного щебня и песка. Деп. в ВИНТИ 12.07.02. №1322-В2002. 2002. 34 с.
8. Макаров В.Н., Боброва А.А., Крашенинников О.Н. и др. Физико-химические аспекты комплексного использования золошлаковых смесей тепловых электростанций. Апатиты: Кольский научный центр АН СССР. 1991. 117 с.
9. Ларичкин Ф.Д., Мотлохов Е.В., Каретников и др. Особенности экономической оценки ресурсов комплексного сырья // Материалы международной науч.-практ. конф. «Социально-экономическое, духовное и культурное возрождение России». Петрозаводск. 2003. С. 247–256.

Предприятие, компонент	Предельное содержание компонентов, %		Минимальное промышленное содержание, %	Среднее содержание в добытой руде, %
	по предлагаемой методике	по методике других авторов		
ОАО «Апатит»				
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2,1	9	9,5	13,8
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3,4	10,8	22,9	14,6
ОАО «Ковдорский ГОК»				
Fe, общ.	2	7,8	34,7	24,2
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	1,1	6,2	13,1	7
ZrO <sub>2</sub>	0,016	0,08	1,1	0,15

УДК 666.972

Д.Д. ХАМИДУЛИНА, инженер, М.С. ГАРКАВИ, д-р техн. наук, В.И. ЯКУБОВ, канд. техн. наук, Магнитогорский государственный технический университет им Г.И. Носова; А.С. РОДИН, В.Н. КУШКА, инженеры, ЗАО «Урал-Омега» (г. Магнитогорск Челябинской обл.)

## Отсевы дробления – эффективный способ повышения качества бетонов\*

Известно, что одной из самых больших проблем предприятий по переработке горных пород являются огромные скопления отсеков (<10 мм), которые имеют невысокий спрос на рынке строительных материалов. Однако использование местных сырьевых ресурсов взамен дорогостоящих привозных значительно снижает себестоимость строительных материалов и изделий, в том числе и себестоимость тяжелого бетона.

Применение отсеков дробления горных пород дает возможность расширения сырьевой базы для получения как обычного тяжелого, так и мелкозернистого бетона. Актуальность использования бетонов на отсеках дробления определяется главным образом дефицитом качественных песков для приготовления бетонных смесей.

Мелкозернистые песчаные смеси обладают высокой пустотностью, что затрудняет получение на их основе связных нераслаиваемых строительных композиций при рациональном расходе цемента. Зарубежный и отечественный опыт свидетельствует о перспективности

применения узких фракций песков, которые могут использоваться в различных соотношениях.

На кафедре СМиИ (МГТУ) совместно с ЗАО «Урал-Омега», было проведено исследование свойств мелкозернистых бетонов (МЗБ) на основе фракционированных отсеков дробления.

Работа направлена на оптимизацию гранулометрического состава используемых песков с целью получения мелкозернистого бетона, имеющего максимальную плотность и остаточную пористость при минимальном расходе вяжущего. Для этого использовалась методика Хархардина [1].

При исследовании влияния вида и зернового состава песков на состав и свойства мелкозернистого бетона (МЗБ) установлено, что в нем целесообразно использовать крупные пески ( $M_k > 2,5$ ) с содержанием крупной фракции не менее 50% с размером зерен не менее 1,25 мм.

В работе использованы следующие материалы:

- природный речной песок с  $M_k = 2,97$  с содержанием крупной фракции (5–2,5 мм) 22%;
- отсев центробежного дробления, полученный на ДСФ «Малый Куйбас», класса 0,16–5  $M_k = 3,6$ , очищенный от пыли на КГ, с содержанием крупной фракции 38%.

На пустотность и удельную поверхность заполнителя в основном влияют форма зерен и зерновой состав, а также его крупность, которые являются определяющими характеристиками отсева для заполнителя бетона.

Для сравнения были сделаны образцы бетона аналогичных составов на природном песке. По данным, приведенным в табл. 1, видно, что для приготовления бетонной смеси на отсеках дробления требуется меньшее количество цемента (экономия составляет ~20%), что является важной составляющей снижения себестоимости мелкозернистого бетона.

На рис. 1 представлены прочности при изгибе и сжатии, которые свидетельствуют о преимуществе бетона на фракционированных отсеках дробления.

По результатам проведенной работы установлено, что для получения бетона на фракционированных отсеках дробления с прочностью при сжатии больше на 1 МПа требуется на 10% меньше вяжущего, чем для бетона на природном песке (рис. 2).

Мелкозернистые бетоны с тщательно подобранным гранулометрическим составом превосходят по своим физико-механическим показателям бетоны, полученные из природного песка с непрерывным зерновым составом. Благодаря оптимальному зерновому составу отсеков дробления происходит уменьшение пустотности материала (с 43 до 38%), появляется возможность снизить расход вяжущего в среднем на 20% и себестоимость 1 м<sup>3</sup> бетона на 5–10%.

Кроме того, были проведены работы по использованию отсеков дробления в обычном тяжелом бетоне в качестве мелкого заполнителя взамен природного песка. Установлено, что и в этом случае бетоны на основе отсеков дробления

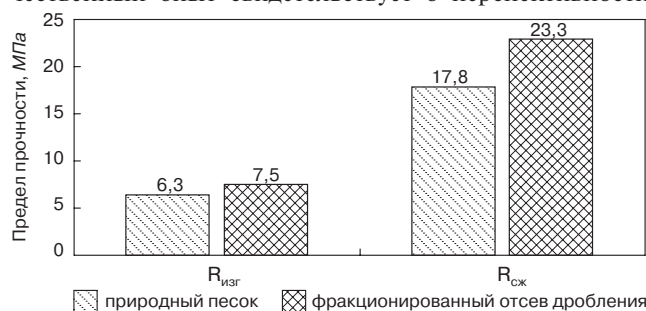


Рис. 1. Результаты испытаний мелкозернистого бетона



Рис. 2. Количество цемента, необходимое для получения единицы прочности

Таблица 1

Вид заполнителя	Расход материалов на 1 м <sup>3</sup> , кг			Плотность бетонной смеси, кг/м <sup>3</sup>
	цемент	песок	вода	
Природный	583	1282	268	2133
Фракционированный отсев дробления	460	1544	212	2120

\*Работа выполнена при финансовой поддержке Правительства Челябинской обл.

Таблица 2

Класс бетона	Средняя прочность, МПа	Марка по удобоукладываемости	Плотность бетонной смеси, кг/м <sup>3</sup>	Расход материалов на 1 м <sup>3</sup> , кг					
				Цемент	Вода	Щебень	Песок		
							Отсевы ДЦ	Отсевы КИД	Речной
В15	13,7	П1	2490	300	200	1174	816	–	–
			2490	316	200	1171	–	803	–
			2470	361	210	1155	–	–	744
В25	22,9	П1	2490	420	200	1163	707	–	–
			2490	432	200	1263	–	595	–
			2455	494	210	1121	–	–	630

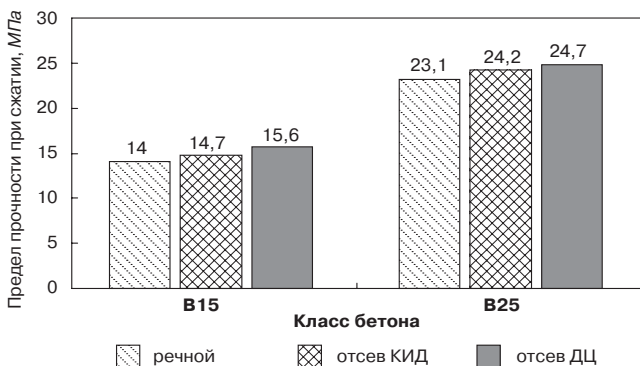


Рис. 3. Прочность бетона при сжатии после тепловой обработки

превосходят по качеству бетоны на природных песках. Рекомендуемые составы бетонов приведены в табл. 2.

Из приведенных данных (рис. 3) видно, что прочностные показатели бетонов на основе отсева дробления немного выше аналогичных (при равных Ц/В) показателей бетонов на речном песке. Полученные результаты

(табл. 2) свидетельствуют, что расход цемента в пропаренных бетонах на обеспыленном песке меньше, чем на речном, на 45–74 кг/м<sup>3</sup>. Это связано с меньшей водопотребностью обеспыленных дробленых песков по сравнению с речным песком (ВП речного песка 8–10%, ВП отсева дробления 5–7%). Также это можно объяснить отличием формы зерен природного и искусственного песков. Пески, полученные при измельчении горной породы, характеризуются высокой концентрацией активных поверхностных центров, что предопределяет большую адгезию к цементному тесту в тяжелом бетоне.

Результаты испытания образцов свидетельствуют, что бетоны на обеспыленных отсевах дробления по прочности при сжатии имеют показатели не ниже показателей бетона на речном песке и удовлетворяют стандартным показателям, устанавливаемым СНиП 52-01-03 для классов бетона В15–В25.

**Литература**

1. Хархардин А.Н. Расчет высокоплотных составов заполнителя для бетонов, асфальтобетонов и полимбетонбетон. Белгород. 1991.

# 21-23 МАРТА 2007



## ЯРОСЛАВСКИЙ СТРОИТЕЛЬНЫЙ ФОРУМ

третья специализированная выставка «СИНТЭС-ехро: Строительство. Новые технологии. Энергоэффективность»

**Конференция:** Современные тенденции развития малоэтажного жилья

**Конференция:** Актуальные вопросы реализации национальной жилищной программы на региональном уровне

**Круглый стол:** Новые технологии малоэтажного строительства с позиций современного бизнеса

**WWW.YCFEXPO.YAROSLAVL.RU**  
**Оргкомитет: (4852) 733-181, 951-980 • E-mail: ycf@yarinfo.com**

Организатор



www.yarinfo.com

При содействии



Информационная поддержка



EXPONET I-STROY.RU



СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ



В.С. ДЕМЬЯНОВА, д-р техн. наук, В.И. КАЛАШНИКОВ, д-р техн. наук,  
Г.Н. КАЗИНА, инженер, С.М. САДЕНКО, канд. техн. наук,  
Пензенский государственный университет архитектуры и строительства

## Экологические и технико-экономические аспекты использования отходов нерудной промышленности в производстве цемента

Одной из самых актуальных проблем современного этапа развития общества является поиск путей наиболее рационального управления отходами. В настоящее время для удовлетворения своих нужд человек извлекает из недр 20 т природного сырья, из которого 90–95% поступают в отходы [1]. Разрушающая деятельность человека уже сейчас превышает возможность биосферы компенсировать ущерб от техногенной деятельности естественным путем. В России для складирования отходов добывающих, обогажительных и перерабатывающих комплексов отторгается более 2 тыс. га земель, в том числе пахотных. Рекультивация и возвращение земель в хозяйственное пользование значительно отстает от темпов их отчуждения. Масштабы вовлечения отходов, образующихся при обогащении и переработке полезных ископаемых, в производство товарной продукции пока невелики. Только 20% используется как вторичное сырье, в том числе около 10% – для получения строительных материалов. По данным ООН, общее количество строительных материалов, выпускаемых в мире, составляет 11 млрд т/год, что существенно ниже объемов образующихся отходов. Многие специалисты полагают, что большая часть твердых отходов промышленности (до 60–90%) может быть использована для изготовления строительных материалов [1].

Неиссякаемыми источниками сырьевой базы строительных материалов являются отходы горнопромышленного комплекса, включающего отходы предприятий нерудных строительных материалов, отходы камнедробления предприятий по изготовлению облицовочного и декоративного камня, элементов декора и др. Из всего добываемого в мире минерального сырья (100 млрд т/год) в качестве полезного продукта исполь-

зуется всего лишь 2%, остальные 98% в химически мало измененном состоянии составляют отходы.

Превращение отходов камнедробления путем помола с последующим выделением тонких фракций в реакционно-активный компонент с целью замены части клинкерной составляющей цемента является чрезвычайно важным направлением не только в цементной промышленности, но и экологии. Поскольку снижение клинкерной составляющей цемента приводит к снижению выбросов углекислого газа в атмосферу.

Исходя из этических принципов экологии необходимо сокращать объемы углекислотных и тепловых выбросов, а также наиболее рационально использовать вяжущие материалы. Решение этой проблемы базируется на разработке смешанных вяжущих веществ, получаемых путем замены части портландцементного клинкера на высокодисперсные реакционно-активные наполнители [2].

Использование отходов камнедробления в цементной промышленности позволяет решить комплекс экологических и технико-экономических задач. Только в 2001 г. при производстве 1,66 млрд т портландцемента в мире расчетное количество выбросов CO<sub>2</sub> от диссоциации карбонатного сырья и сжигания топлива при обжиге клинкера составило 600–630 млн т. Учитывая, что население Земли в настоящее время составляет около 6,3 млрд человек, легко подсчитать, что одно только производство вяжущих веществ выделяет в атмосферу более 100 кг CO<sub>2</sub> в год на каждого жителя планеты. Очевидно, что в технологии производства цемента как высокопрочного вяжущего необходимы революционные преобразования, позволяющие снизить выброс углекислого газа в атмосферу. Это возможно при замене клинкерной составляющей портландцемента. По приближенным оценкам замена до 30% клинкера отходами камнедробления позволяет снизить выбросы CO<sub>2</sub> в атмосферу на 40–50%.

Использование отходов камнедробления в производстве строительных материалов, с одной стороны, улучшает экологическую обстановку, а с другой – позволяет сберечь для будущих поколений запасы природных ресурсов, особенно невозобновляемых, и предотвратить разрушение природных ландшафтов, обладающих естественным саморазвитием. К этому следует добавить и высокий экономический эффект от создания ресурсо- и энергоемких композиционных вяжущих и бетонов на их основе, расширения сырьевой базы эффективных модификаторов бетона. Применение высокодисперсных реакционно-активных силицитовых горных пород может быть чрезвычайно перспективным для создания высокоэффективных модификаторов бетона.

Авторами выполнен комплекс исследований по использованию отходов горнодобывающего комплекса – диабазов, базальтов, гранитов, габбро-диоритов, известняков, доломитов в технологии строительных материалов.

Таблица 1

Наименование горной породы	Объемная доля компонентов вяжущего, %, в расчете на цемент		Прочность при сжатии, МПа, в возрасте, сут		
	порода	клинкер	1	3	28
Песчаник Архангельского месторождения, S <sub>уд</sub> =405 кг/м <sup>2</sup>		100	15,5	54,5	69,5
	5	95	35,6	71	95,9
	15	85	41,5	65,3	97,2
	25	75	19,3	57,1	87,4
Песчаник Саловского месторождения, S <sub>уд</sub> =405 кг/м <sup>2</sup>	35	65	11,1	44,5	83,5
	5	95	31	68	91
	15	85	37,5	63,5	91,5
	25	75	17,5	51,2	85
Халцедон Иссинского месторождения, S <sub>уд</sub> =408 кг/м <sup>2</sup>	35	65	9,5	40,1	80,5
	5	95	33,2	66,1	79,5
	15	85	35,6	69,3	81,2
	25	75	33,7	67,7	77
	35	65	20,4	53,8	71,2

Таблица 2

Наименование породы	Истинная плотность, кг/м <sup>3</sup>	Средняя плотность, кг/м <sup>3</sup>	Предел прочности, МПа		Кoeffициент анизотропии
			параллельно сланцеватости	перпендикулярно сланцеватости	
Песчаник Архангельского месторождения	2670	2600	92	29	1,5
Песчаник Саловского месторождения	2600	2520	112,2	46,1	2,43
Халцедон Иссинского месторождения	2640	2570	116,3	49,2	2,14

Из всего многообразия горных пород в качестве реакционно-активного компонента для получения дисперсно-наполненных клинкерных вяжущих в настоящих исследованиях использованы тонкоизмельченные отходы силицитовых горных пород песчаников Саловского и Архангельского месторождений Пензенской области, характеризующиеся высоким содержанием кремнеземистого компонента – 84–90% (табл. 1) [3].

Для оценки структурообразования и выявления оптимального содержания песчаника были изготовлены композиционные вяжущие, объемная доля высокодисперсных наполнителей в которых изменялась от 5 до 35% в расчете на цемент. Влияние содержания наполнителей на водопотребность, кинетику твердения цементных композиций определялось на образцах, изготовленных из цементного теста нормальной густоты; водоцементное отношение составляло 0,25–0,27 (табл. 2). Твердение опытных образцов осуществлялось в двойных полиэтиленовых пакетах при температуре 20°С.

Из данных табл. 2 следует, что замена до 35% клинкерной составляющей вяжущего не приводит к снижению прочности при сжатии в возрасте 28 сут. Однако следует заметить, что введение более 15% тонкомолотого песчаника приводит к снижению суточной прочности образцов. Для всех исследованных составов водопотребность вяжущего изменяется незначительно.

Как показали проведенные исследования, замена 20–35% клинкерного портландцемента отходами камнедробления силицитовых горных пород позволяет получить высокопрочные бетоны с повышенными эксплуатационными свойствами. Разработанные бетоны могут быть использованы не только в обычных конструкциях, но и в новых архитектурных формах и элементах декора, трубах, резервуарах, дорожных покрытиях.

**Список литературы**

1. Бальзанников М.И., Петров В.П. Экологические аспекты производства строительных материалов из отходов промышленности // Восьмые академические чтения РААСН «Современное состояние и перспективы развития строительного материаловедения». Самара. 2004. С. 47–50.
2. Каушанский В.Е., Баженова О.Ю. Энерго- и ресурсосбережения в технологии портландцемента за счет использования техногенных и нетрадиционных материалов. // Седьмые академические чтения РААСН «Современные проблемы строительного материаловедения». Белгород. 2001. С. 201–204.
3. Калашников В.И., Демьянова В.С., Калашников С.В., Кузнецов Ю.С. Реакционная активность измельченных горных пород в цементных композициях // Изв. Тульского гос. ун-та. 2004. № 7. С. 26–33.

**Компания "ВНИИР"**

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



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

СТРОИТЕЛЬНОЕ ЛАБОРАТОРНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

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



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

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



Комплексные передвижные лаборатории



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

Реклама



СТРОЙСИБ  
STROISIB

ГЕНЕРАЛЬНЫЙ СПОНСОР 

# 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

СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ\*

**СТРОИТЕЛЬСТВО**

**ОРБИТА**

СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ОБОРУДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ XXI ВЕКА

**СТРОИТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

СВЕТОПРОЗРАЧНЫЕ КОМПОНЕНТЫ

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>



## Крупнейшие строительные выставки России

# 2007



международный  
**форум**  
интерстройэкспо

# 17-21 апреля

Санкт-Петербург  
«Ленэкспо»

[WWW.INTERSTROYEXPO.COM](http://WWW.INTERSTROYEXPO.COM)



Деловой партнер



Генеральный информационный спонсор



Генеральный информационный партнер



Информационный партнер



Креативный партнер



Оргкомитет:

тел.: +7 (812) 325 7570, факс: +7 (812) 325 7572  
e-mail: [baltexpo@baltexpo.spb.us](mailto:baltexpo@baltexpo.spb.us)



## 11. Исправление стиля

Когда читатели читают статью, они оценивают не только ее содержательную часть, но и то, насколько ясно она написана. Существует не много принципов, которые отличают осязаемую сложность от зрелой ясности. В соответствии с этими принципами следует обратить внимание на первые четыре-пять и последние три-четыре слова в предложении. Если вы сумеете правильно распорядиться этими словами, то остальная часть предложения позаботится о себе сама. Для того чтобы воспользоваться этими принципами, полезно вспомнить четыре грамматических понятия: *подлежащее, сказуемое, имя существительное и простое предложение.*

**Подсказка.** *Подлежащее* — главный член двусоставного предложения, обозначающий производителя действия или носителя признака (свойства, состояния), содержащегося в другом главном члене — *сказуемом* (дети играют, трава зеленая, дом построен).

Основа каждого предложения — подлежащее и сказуемое. Основа каждой истории (письменной работы) — действующие лица и действия. Обычно люди представляют себе действующих лиц из плоти и крови. Однако исследователи чаще рассказывают истории, в которых действующие лица — абстракции: материалы, явления, технологии, оборудование, процессы и т. д. Вы можете рассказывать истории о химических модификаторах бетонов, минеральных вяжущих, печах обжига кирпича, автоматах-садчиках и др. В этом смысле действующим лицом будет любой объект, реальный или абстрактный, на котором вы сфокусируете внимание на протяжении нескольких предложений.

**Первый принцип.** Делайте центральных действующих лиц подлежащими глагольных сказуемых; эти подлежащие должны быть короткими, конкретными и специфическими. Пользуйтесь глагольными сказуемыми, чтобы выразить важнейшие действия.

Иными словами, если предложение читабельно, то действующие лица будут подлежащими глагольных сказуемых, а эти глагольные сказуемые будут выражать важнейшие действия, в которых участвуют эти действующие лица. Но большинство историй (статей) имеют несколько действующих лиц. Любое из них можно сделать более важным, чем остальные, способом построения предложения.

**Пример.** Рассмотрим предложения:

1. Колебания тока измерялись с двухсекундными интервалами.
2. Мы измеряли колебания тока с двухсекундными интервалами.

Эти предложения одинаково объективны, но их истории отличаются: первая — история о колебаниях, вторая — о человеке, проводившем измерения.

**Второй принцип.** Старое, затем новое. Читатели переходят от одного предложения к другому; им легче следовать за вашей историей, если они смогут начинать каждое предложение с действующим



*В сущности, стиль похож на хорошие манеры. Он вырастает из усилия понять других, думать о них, а не только о себе, то есть думать и сердцем, и головой.*  
Сэр Артур Куиллер-Кауч

щего лица или идеи, которые им знакомы, либо потому, что о них уже упоминалось в предыдущих предложениях, либо потому, что они ожидают их.

Этот принцип сочетается с принципом о действующих лицах и подлежащих, поскольку более старая информация, как правило, называет действующее лицо (после того как оно уже введено).

**Третий принцип.** Сложность — в конце. До сих пор больше говорилось о том, как должно начинаться предложение; теперь посмотрим, как оно должно заканчиваться. Третий принцип вытекает из второго. Если знакомая и простая информация идет в начале предложения, то новая и сложная — в конце.

Этот принцип особенно важен в трех случаях:

- когда вводится новый технический термин;
- когда представляется блок сложной и длинной информации;
- когда вводится понятие (концепция), которое далее будет развито.

Создайте сначала что-нибудь для правки, напишите черновик, а затем не поленитесь его внимательно прочитать и проанализировать написанное. Ниже приведено несколько обобщенных правил, которые позволяют выправить ясность и выразительность текста.

**Для ясности.** Выделите первые четыре-пять слов в каждом предложении, пропуская вводные фразы. Прочитайте выделенные последовательности, чтобы узнать, составляют ли они устойчивый набор связанных между собой слов. Если этого нет, исправьте. Для этого определите главных действующих лиц, реальных или концептуальных. Сделайте их подлежащими глагольных сказуемых. Найдите слова, оканчивающиеся на *-ция, -ство, -ние* и т. д. Если они появляются в начале предложения, превратите их в глаголы.

**Для выразительности.** Подчеркните последние три-четыре слова в каждом предложении. Определите слова, которые сообщают самую новую, сложную выразительную информацию; термины, понятия, которые использовали в первый раз. Исправьте предложения так, чтобы эти слова оказались последними.

В данном разделе основное внимание уделено проблемам стиля, относящимся к изложению исследовательских работ, и правилам правки, которые позволят сделать тексты максимально читабельными. Есть и другие проблемы, относящиеся к изложению, — длина предложения, выбор слов, краткость. Некоторые из них были затронуты в предыдущем разделе.

После того как исправлен стиль, структура работы и аргументация, необходимо исправить грамматические, орфографические и синтаксические ошибки. Это очень важные проблемы, однако они выходят за рамки данной серии публикаций. Вы можете найти соответствующую помощь в ряде справочных изданий по русскому языку, словарях, на сайте [www.gramota.ru](http://www.gramota.ru).

Уральский асбестовый  
горно - обогатительный комбинат  
**ОАО "Ураласбест"**



**Хризотил - асбест : 0,1,2,3,4,5,6,6к,7 групп .**

**Щебень фракций: 3-10, 5-10, 5-20, 10-15, 10-20, 20-40, 25-60, 40-80.**

**Смеси щебеночно-песчаные: марки С<sub>2</sub>, С<sub>4</sub>, С<sub>12</sub>, ЩПС<sub>80</sub>, Б<sub>6</sub>, Б<sub>х</sub>**

**Посыпка крупнозернистая для мягкой кровли ПК-1,25**

**Песок для строительных работ**

**Тел.отдела сбыта: (34365) 41575, 41571, факс: 41653,41522  
e-mail: chief@sales.uralasbest.ru <http://www.uralasbest.ru>  
624261, Россия, г.Асбест, Свердловская обл., ул.Уральская, 66  
ОАО "Ураласбест"**



В.В. ИВАНОВ, канд. техн. наук, ген. директор, Н.А. ЧЕМЯКИНА, зав. лабораторией, Ю.В. СОЛДАТОВА, вед. инженер, ОАО «НИИпроектасбест» (г. Асбест Свердловской обл.)

## Расширение областей применения коротковолокнистого хризотила

К коротковолокнистому хризотил-асбесту (далее – хризотилу) относятся: марки 6-й и 7-й групп (ГОСТ 12871–93), АН-К6 (наполнитель), АТ-7-5, АТ-7-1 (тонкоизмельченный), выпускаемые по техническим условиям, а также новые экспериментальные марки, дополнительно распушенные, где длина волокон хризотила менее 5 мм.

В России и за рубежом накоплен большой опыт использования коротковолокнистого хризотила в различных строительных и герметизирующих материалах и технологиях. Порошкообразный хризотил используют при производстве композиционных материалов в качестве наполнителя и армирующей добавки для улучшения эксплуатационных характеристик – прочности, теплостойкости, пластичности, тиксотропности, огнестойкости, электро- и шумоизоляционных свойств, износостойкости. Хризотил – активный адсорбент, химически инертен, щелочестоек, гидрофилен. Образует прочную связь с цементом, полимерами, битумом; придает материалам химическую, термическую и биологическую стойкость; увеличивает сопротивление сдвигу и упругим деформациям, отличается долговечностью в жестких условиях эксплуатации.

С 50-х гг. XX в. проводились научные исследования по применению хризотила 6-й и 7-й групп, выполнены опытно-промышленные испытания, показавшие улучшение технологических и эксплуатационных характеристик материалов за счет введения в композиты волокнистого наполнителя.

Например, в 1959 г. выполнена работа по производству смоляных плиток, где хризотил использовался как армирующий компонент с хорошей адсорбционной способностью [1].

В период 1978–1983 гг. собран значительный материал о лабораторных и промышленных испытаниях отраслевыми институтами коротковолокнистых марок хризотила в экструзионных хризотилцементных изделиях, в огнестойких листах автоклавного твердения, полимерных композициях, линолеумах, теплоизоляционных листовых материалах, бумаге, картоне, тампонажных и буровых растворах, бетонах. Разработана технология получения специального наполнителя АН-К6 для использования в пластмассах [2, 3].

В период 1985–1991 гг. разработана технология получения тонкораспушенного хризотила для резинотехнических изделий специального назначения (безусадочных прокладок для двигателей автомобилей), выпущена опытная промышленная партия. Прокладки с большим запасом выдержали испытания на сжимаемость, упругую отдачу, усадку при старении [4].

Проведен ряд успешных промышленных испытаний по введению коротковолокнистого хризотила в различные материалы:

- в бумагу и картон для предотвращения смоляных загрязнений;
- в буровые и тампонажные растворы для цементирования обсадных колонн и кольматации зон поглощения; в солеустойчивые буровые растворы;
- в резиновые изделия, работающие в агрессивных средах и при значительных перепадах температур.

В 1990 г. в Уральском лесотехническом институте на основе хризотила 5-й и 6-й групп разработана технология изготовления теплоизоляционного рулонного материала «асболат» и «фольгоасболат», который производили на Алтае.

Московский институт монтажной технологии разработал рецептуру пористых теплоизоляционных материалов и составов для обмуровки газоходов и трубопроводов из хризотила 6-й и 7-й групп с добавкой жидкого стекла. Эта рецептура стала основой технической документации, которой руководствуются до настоящего времени службы по эксплуатации и ремонту теплопроводов ГРЭС и ТЭЦ.

Большинство приведенных технологических разработок по использованию коротковолокнистого хризотила на практике либо не получило широкого применения, либо их промышленное применение сокращено из-за известной неблагоприятной обстановки, сложившейся вокруг асбеста (антиасбестовой кампании), в том числе и хризотила – его безопасной разновидности.

Активный поиск и разработка новых видов волокон ведется с 50-х гг. XX в. и вызван дефицитом асбеста в Европе (нет месторождений) и упомянутой кампанией.

В настоящее время широко рекламируются десятки новых видов химических, органических, минеральных волокнистых материалов и тонкоизмельченных продуктов – стеклянных, базальтовых, керамических, полимерных волокон (оксалон, кевлар, полиакрил, тефлон), а также шунгита, волластонита, каолина и т. д. – всего это более 150 «заменителей» хризотилового волокна. Но ни один из заменителей в полной мере не соответствует комплексу физико-механических и технологических свойств хризотила, а воздействие этих заменителей на здоровье людей недостаточно изучено. В композиционных изделиях хризотил находится в связанном состоянии и разрешен к применению в строительстве, для транспортных средств, механизмов и т. д. Минздравом РФ [5,6].

Следует отметить, что существует ряд изделий, для которых нет равноценных заменителей хризотила, например:

- фильтры для удаления микроорганизмов из растворов для инъекций;
  - термоизоляция сейфов;
  - защита от интенсивной нейтронной радиации;
  - тиксотропы для изменения вязкости жидкостей и гелей;
  - термо- и звукоизоляция в самолетостроении и др. [7]
- В настоящее время в России диапазон потребления коротковолокнистого хризотила достаточно широк, коротковолокнистый хризотил остается важным сырьевым материалом и по-прежнему используется в качестве:
- теплостойкого и армирующего компонента при ремонте и монтаже теплоизоляции; обмуровке и обмазке котлов, работающих при температуре до 500°C в энергетической отрасли;
  - теплоизоляционных набивок при устройстве футеровок вагранок, рекуперационных установок, а также в футеровочных смесях металлургической отрасли;
  - армирующего химически стойкого наполнителя с высоким адгезионным эффектом в химических производствах;

Назначение	Рекомендации по применению	Марка хризотила
Теплоизоляционные материалы и изделия	Обмуровочные работы хризотилцементными штукатурными составами для теплоизоляции газоходов, котлов, трубопроводов в энергетической отрасли (ТЭЦ, ГРЭС)	A-6-45 A-6-40M A-6K-30
	Облицовочные и футеровочные покрытия котлов, печей, газоотводящих труб	A-6K-30 A-7-450 АН-K6
	Теплоизоляционные изделия (скорлупы, плиты, маты): минераловатные, известково-кремнеземистые, перлитцементные, вермикулитовые (до 20% хризотила)	A-6-45 A-6K-30
	Защитный теплоизолирующий состав «Кальматерм», представляющий собой сухую хризотилцементную смесь, модифицированную технологической гидроизолирующей добавкой	A-6-40M A-6K-30
Строительные материалы	Ячеистые бетоны (пенобетон, газобетон). Введение хризотила в качестве армирующей добавки (2–5% от сухой смеси) повышает прочность при сжатии и изгибе, снижает трещинообразование (СН 277–80)	A-6-45 A-6-40M A-6K-30
	Фиксаторы на основе хризотилцемента для тоннелей и метро (экструзионная технология)	A-6-30
Буровые растворы и тампонажные составы	Введение хризотила в качестве армирующей добавки повышает структурно-реологические свойства буровых растворов; в тампонажных составах хризотил служит инертным наполнителем для кольматации трещин горных пород в стенках скважин	A-6K-30 A-7-450
Полимерные композиционные материалы (трубы, черепица, плитка, линолеум);	Композиции полимеров и резинотехнических изделий с хризотилом имеют повышенную прочность и модуль упругости при изгибе, сопротивление ползучести и теплостойкость, меньший термический коэффициент расширения, регулируют текучесть композиции и снижают стоимость материала	A-6-45 A-6K-30 АН-K6 A-7-450 АТ-7-5 7М
Резинотехнические изделия	Повышение упруго-прочностных свойств и сопротивления раздиру, а также увеличению стойкости к истиранию	A-6K-30 АН-K6 7М
Герметики, мастики, мягкие кровельные материалы	В композиционных мастиках и герметиках различного назначения – гидроизолирующих, антикоррозионных, противощумных и др. на основе битума, битум-полимерного и полимерного составов – придают повышенную тиксотропность, прочность, теплоизоляционные и звукоизоляционные свойства	A-6-45 A-6K-5 АН-K6 A-7-450 A-7-370
Лакокрасочные материалы, покрытия	Текстурные краски; органосиликатные композиции (ОСК): теплостойкие, антикоррозионные, радиационно-защитные; огнестойкие и другие специальные покрытия, пресс-волокониты	A-6-40M A-6K-5 АН-K6 A-7-450 АТ-7-5 7М
Ремонтно-восстановительные составы: РВС-технологии	Метод обработки стальных деталей и целых узлов триботехническими составами на минеральной основе, в том числе с тонкоизмельченным обработанным хризотилом	A-7-450 7М 7R
Клеевые составы	Клеи для монтажа различной плитки. Повышаются тиксотропные свойства и прочность затвердевшей массы	АН-K6 A-7-450 7М

– стабилизирующего тиксотропного компонента при изготовлении герметиков, гидроизоляционных мастик на битумном и полимерном связующем, а также кровельных рулонных материалах.

В настоящее время расширяются области использования коротковолокнистого хризотила в производстве новых материалов и изделий: резинотехнических изделий, полимеров, пенобетонов, грубой керамики, буровых растворов, клеев, мастик, герметиков.

Например, положительный эффект получен при использовании:

- марки А-6К-30 – в рецептуре опытных резиновых смесей, предназначенных для крупногабаритных изделий. Частичная замена технического углерода на хризотил привела к повышению упруго-прочностных свойств и сопротивления раздиру, а также к увеличению стойкости к истиранию;
- марки АН-K6 – в клиновых ремнях, полимерных лопастях шахтных вентиляторов, полимерных трубах (увеличение прочности и уменьшение толщины), в резино-

вых смесях и термостойкой резиновой обуви; отмечено повышение каркасности, поперечной жесткости, улучшение упругопрочностных свойств изделий;

- экспериментальных гранул из марки А-6К-30 – при формировании кирпича; отмечено улучшение смешиваемости глиняной массы, сушильных свойств сырца, увеличение прочности изделий и уменьшение брака;
- экспериментальных гранул из марки А-6К-30 – в тампонажных растворах, в щебеночно-мастичном асфальтобетоне, в огнестойком трубном материале;
- экспериментальной тонкораспушенной марки 7М – в клеевых составах.

Расширенные эксперименты ведутся в производстве пенобетонов, резинотехники и полимеров.

Добавка хризотила марки А-6-45 (2% от массы цемента) в опытных партиях пенобетона марки В1 D500 показала хорошую перемешиваемость с раствором, пониженное трещинообразование, повысила марку пенобетона.

В производстве пенобетонных изделий отмечено значительное улучшение качества пеноблоков с добавкой хризотилового волокна от 5 до 1% от массы цемента по сравнению с контрольными образцами: увеличение прочности на 20%, трещиностойкости в среднем на 40%.

Проведены эксперименты по использованию различных волокон (стекложгут, базальтовые и хризотилловые волокна) для армирования неавтоклавного пенобетона с добавкой микрокремнезема. Оптимальное сочетание в составе суспензии цемента, микрокремнезема и волокон хризотила, предварительно обработанных жидким стеклом, формирует прочную матрицу пенобетона [8]. Результаты испытаний образцов пенобетона с различными волокнами объективно констатируют достоинства хризотила: прочность при сжатии в 2,5 раза больше и прочность при изгибе в 2 раза выше по сравнению с другими волокнами при меньшей плотности пенобетона [9].

Разработана и успешно испытана в эксплуатации рецептура опытной резиновой смеси с хризотилловым наполнителем марки 7М, предназначенной для диафрагм гидрозащиты буровых установок, работающих в масле, среде пластовых жидкостей и при перепадах температур от -50 до +180°C.

Разработана рецептура твердой резины с использованием марки АН-К6 и испытана в колесах для инвалидных колясок с положительной оценкой.

Опытные образцы прокладок из невулканизированной резины с хризотилом успешно прошли испытания на соответствие техническим условиям.

Примеры использования хризотила 6-й и 7-й групп обобщены в таблице.

Список литературы

1. Разработка метода извлечения волокна из продуктов пылевых камер // ВНИИасбестцемент: рук. Пожаричкая С.Л. Асбест. 1956. 72 с.
2. Исследование новых областей использования коротковолокнистых сортов асбеста (К 6 и 7 сортов) // ВНИИпроектасбест: рук. Бахтина О.С. Асбест. 1981. 17 с.
3. Изыскание эффективной технологии получения коротковолокнистых марок асбеста с расширением сферы их потребления // ВНИИпроектасбест: рук. Бахтина О.С. Асбест. 1982. 105 с.
4. Разработка и организация производства мелкодисперсных марок асбеста с целью исключения поставок по импорту для нефтехимической промышленности // ВНИИпроектасбест: рук. Сибиряков А.А. Асбест. 1988. 193 с.
5. ГН 2.1.2/2.2.1.1009-00 «Перечень асбестоцементных материалов и конструкций, разрешенных к применению в строительстве». 2000. 6 с.
6. Перечень «Асбестосодержащие изделия и материалы, разрешенные к промышленному производству и применению для транспортных средств, механизмов, оборудования, изделий промышленной и бытовой техники и систем». 2001. 14 с.
7. *Марсель Коссетте*. Заменители асбеста. Асбест. 2001. 52 с.
8. *Удачкин И.Б.* Пенобетон. Патент РФ № 2245866 // Оpubл. 10.02.2005 БИПМ № 4.
9. *Удачкин В.И., Удачкин И.Б.* Новые технологии в производстве пенобетона // Строительная газета. 2005. № 29.

Министерство образования и науки Российской Федерации  
 Петербургский государственный университет путей сообщения  
 ООО «Пенобетон 2000» • АНИТЦ «Сократ» • ООО «Максимус»

приглашают на

**международную научно-практическую конференцию**

**Санкт-Петербург, Россия**

**ПЕНОБЕТОН**

**19-21 июня 2007**

Тенденции развития  
и использования  
пенобетона.

Теория композиционного  
пенобетона.

Материалы, технологии  
и свойства монолитного  
пенобетона.

**2007**

Сырьевые материалы,  
технология и свойства  
пенобетонных изделий.

Строительное  
производство  
и конструкции  
на основе пенобетона.

**FOAM CONCRETE**

при информационной поддержке  
журналов

**ЦЕМЕНТ**  
и его применение

**СТРОИТЕЛЬНЫЕ  
МАТЕРИАЛЫ®**

Ученый секретарь конференции  
д-р техн. наук, профессор  
Масленникова Людмила  
Леонидовна

Секретарь  
Рупасова Инна Владимировна

Тел./Факс: (812) 310-93-92, 310-64-85  
Тел.: (812) 768- 86-44, 310-17-25  
E-mail: penobeton-2007@yandex.ru  
www.pgups.ru/penobeton-2007

Ш.Х. АМИНОВ, И.Б. СТРУГОВЕЦ, кандидаты техн. наук, ГУП «Башкиравтодор» (Уфа)

## Применение холодных асфальтобетонных смесей для круглогодичного ямочного ремонта автодорог

На примере дорожного комплекса Республики Башкортостан

Некоторые работы по эксплуатации дорог носят сезонный характер, например ямочный ремонт всегда производился в теплое время года. Однако жизнь заставляет заниматься ремонтными работами и при отрицательной температуре окружающего воздуха, поскольку движение по дорогам должно быть непрерывным.

Совершенно новым способом, позволяющим осуществлять ямочный ремонт при отрицательной температуре, является применение холодных асфальтобетонных смесей, полученных по технологии компании «Матрекс» (Канада). Данная технология является хорошей альтернативой традиционным горячим смесям, использование которых в осенне-зимний период становится практически невозможным.

**Приготовление холодной асфальтобетонной смеси.** Для приготовления асфальтобетона по технологии «Матрекс» необходим щебень узкой фракции из изверженных пород типа гранита или осадочных пород (доломитизированные известняки) прочностью 1000–1400 кг/см<sup>2</sup>. Щебень желательнее использовать мытый, кубовидной формы.

В качестве связующего применяется композиция, приготовленная из дорожного битума, дизельного топлива или керосина, добавки «Матрекс» (соотношение компонентов уточняется при подборе рецепта в зависимости от требуемого типа смеси).

Холодная смесь готовится круглогодично в специальных асфальтосмесителях холодного смещения непрерывного типа производительностью 30, 100, 300 т/ч.

Готовая асфальтобетонная смесь может храниться в штабеле, в том числе и под открытым небом, сохраняя свои свойства до двух лет.

Важной особенностью приготовления холодной асфальтобетонной смеси является необходимость очень точного подбора соотношения компонентов связующего для получения нужной вязкости с помощью специального прибора для определения кинематической вязкости (данный показатель не нормируется действующим ГОСТ 22245-90 «Битумы нефтяные дорожные вязкие. Технические условия» и ГОСТ 11955-82 «Битумы нефтяные дорожные жидкие. Технические условия»).

### Укладка холодных асфальтобетонных смесей.

#### Технология укладки.

При проведении ямочного ремонта выполняют следующие виды работ:

- установка ограждений и дорожных знаков;
- разметка мест ремонта;
- разломка или фрезерование поврежденных участков покрытия с уборкой материала;
- очистка основания выбоины;
- подготовка смеси;
- укладка смеси, уплотнение, уход за уложенной смесью.

#### Подготовка основания.

Производят вырубку поврежденного покрытия компрессором или фрезой с последующей очисткой и сушкой.

Выбоина считается просушенной, если на ее дне отсутствует свободная вода. В зимний период перед ремонтом ее очищают от снега и наледи. Дно и стенки выбоины в отличие от традиционной технологии ямочного ремонта битумом не обрабатываются.

#### Подготовка смеси.

Смесь независимо от типа и температуры окружающего воздуха после хранения и перед использованием перемешивается до однородной консистенции.

При отрицательной температуре окружающего воздуха перед укладкой требуется количество асфальтобетонной смеси следует поместить на 1–2 сут в теплый бокс. Когда смесь приобретет подвижность (оттает), ее тщательно перемешивают.

Ямочный ремонт можно вести по влажной поверхности, очищенной от грязи. Работы могут выполняться круглогодично как при отрицательной, так и при положительной температуре с использованием соответствующего типа холодного асфальтобетона. Такой ремонт не требует участия высококвалифицированного персонала и применения специальной техники.

**Укладка смеси, уплотнение и уход за уложенной смесью.** Укладка смеси производится в сухую погоду. При этом учитывается коэффициент уплотнения смеси, который принимают равным 1,5–1,6 (рис. 1).

Рекомендуемая толщина уплотненного слоя смеси составляет 3–5 см. При глубине выбоины до 5 см смесь укладывают только в один слой.

При глубине выбоины более 5 см возможны два варианта выполнения работ. *Первый вариант:* смесь укладывают послойно с послойным уплотнением. *Второй вариант:*

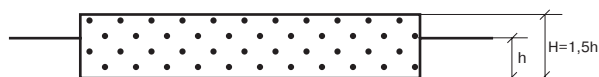


Рис. 1. Заполнение выбоин ремонтным материалом с запасом на уплотнение

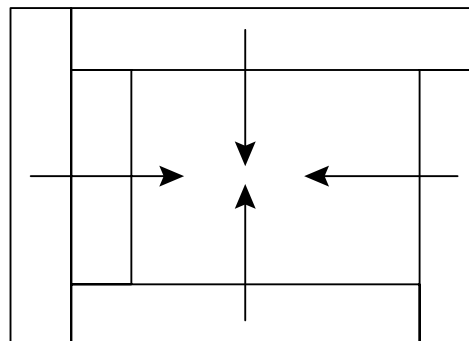


Рис. 2. Укладку смеси и уплотнение вибротрамбовками производят до краев выбоины к центру



Рис. 3. Технологическая установка по получению холодного асфальтобетона на ГУП «Башкиравтодор»



Рис. 4. Погрузка холодной асфальтобетонной смеси



Рис. 5. Ямочный ремонт автодороги с применением холодной асфальтобетонной смеси

выбоину сначала заполняют щебнем марки не ниже 600 фракции 5–20 мм и уплотняют до коэффициента уплотнения не ниже 0,95, добиваясь глубины 3–5 см от поверхности дорожного покрытия ремонтируемого участка, а затем заполняют холодной асфальтобетонной смесью и уплотняют (рис. 2).

После уплотнения поверхность заделанной выбоины посыпают сухим природным песком или отсевом от дробления щебня для избежания уноса связующего колесами автотранспорта. Движение по отремонтированному участку в сухую погоду открывают сразу же после укладки и предварительного уплотнения смеси, в сырую и влажную погоду — через 2–4 ч после укладки.

**Опыт применения холодного асфальтобетона в дорожном комплексе Башкортостана.** Применение холодного асфальтобетона, как правило, исключает необходимость повторного проведения работ на отремонтированном участке. Более высокая долговечность, исключение операции по нагреву смеси и необходимости использования тяжелых уплотняющих средств обеспечивает экономическую эффективность применения данного материала, несмотря на его более высокую стоимость по сравнению с традиционной асфальтобетонной смесью.

Данная технология была опробована в ГУП «Башкиравтодор» в 2004–2006 гг. (рис. 3, 4, 5), работы проводились в том числе и в зимний период. Силами Дюртюлинского ДРСУ производился ямочный ремонт на мосту через реку Белую при температуре окружающего воз-

духа –20°С. При контрольном обследовании через 8 месяцев было установлено, что заделанная выбоина осталась без каких-либо изменений.

По результатам контрольных испытаний было принято решение о широком внедрении в ГУП «Башкиравтодор» данной технологии.

У компании «Матрекс» закуплена и смонтирована специальная технологическая линия, включающая портативный асфальтосмеситель производительностью до 100 т/ч, построен блок для приготовления комплексного связующего, а также закуплена добавка «Матрекс» с целью организации широкого производства холодных всепогодных ремонтных смесей. Разработаны и утверждены технические условия на производство холодного асфальтобетона, технологическая карта на укладку ремонтных смесей.

В настоящее время ГУП «Башкиравтодор» произвел 2000 т продукции по новой технологии, начата пробная укладка холодных асфальтобетонных смесей на дорогах Республики Башкортостан, получены первые положительные отзывы от производителей работ, контрольные участки взяты под наблюдение.

Перспективным является освоение пакетирования холодного асфальтобетона, что сделает процесс его хранения, транспортирования и укладки более технологичным, а так же позволит обеспечивать данной продукцией дорожные организации не только Республики Башкортостан, но и других регионов России.



## ГУП «Башкиравтодор»

Одно из крупнейших дорожно-строительных предприятий России.  
Образовано в 1924 г.

**Предлагает современные материалы  
для ремонта дорожного полотна  
холодными асфальтобетонными смесями**

Республика Башкортостан, 450078, г. Уфа, ул. Кирова, 128 А  
Тел.: (3472) 28-16-77, факс: (3472) 28-87-15



## Звукоизоляция и эксплуатационная стойкость волокнистых материалов

Б.М. РУМЯНЦЕВ, д-р техн. наук, МГСУ, П.С. ФЕДУСЕНКО, менеджер отдела разработки и сертификации продукции компании «Сен-Гобен Изовер» (Россия)

К числу факторов, оказывающих неблагоприятное воздействие на человеческий организм, относится шум. Интенсивные шумовые нагрузки приводят к снижению производительности труда, повышению раздражительности и нарушению сна, вызывают серьезные изменения показателей функционального состояния систем и анализаторов, чувствительных к шуму, провоцируют обострение различных заболеваний.

В России нормируемые параметры и предельно допустимые уровни шума на рабочих местах, в помещениях жилых и общественных зданий регламентируются Санитарными нормами СН 2.2.4/2.1.8.562–96 и СНиП 23-03–2003 «Защита от шума». Согласно требованиям этих нормативных документов предельно допустимые уровни звука и эквивалентные уровни звука ( $L_{\text{ЭКВ}}$ ) на рабочих местах составляют 50–80 дБА. В жилых помещениях эквивалентный уровень звука не должен превышать 30–40 дБА.

Существует несколько способов защиты от воздушного шума. Первый способ является самым простым и экономичным – убрать источник шума, что не всегда возможно.

Второй способ – использовать тяжелые и массивные конструкции, такие как железобетонные и кирпичные стены и перегородки. Этот способ звукоизоляции основан на

законе массы. Согласно этому закону за счет увеличения массы стен можно добиться улучшения звукоизоляции.

Однако следует заметить, что указанный принцип действует только в том случае, когда речь идет о массивных строительных конструкциях, не пропускающих воздух, например о стенах из бетона или каменно-кирпичной кладки. Для того чтобы обеспечить элементарную звукоизоляцию спальни комнаты или гостиной, минимальная удельная масса стен должна быть как минимум равной 450–500 кг/м<sup>2</sup>. Для обеспечения дополнительной звукоизоляции в 6 дБ толщину стен необходимо увеличить в два раза. А для того чтобы достичь звукоизоляции, комфортной для человеческого слуха, толщину стен придется увеличить в три-четыре раза.

В этом решении есть ряд недостатков, связанных с усилением несущих конструкций – фундамента, стен, перекрытий. Кроме того, широкие стены и перегородки уменьшают полезную (жилую) площадь помещений.

Третьим способом защиты от шума являются многослойные легкие системы. Простым примером такой системы является конструкция легкой гипсокартонной каркасной перегородки. Эта система подразумевает принцип использования двух материалов, отделенных друг от друга

Варианты каркасных перегородок на металлическом каркасе

Тип перегородки	Схема конструкции	Марка стоечного профиля	Толщина материала ISOVER KT 40, мм	Индекс звукоизоляции $R_w$ , дБ
ОС101		ПС 50/50	50	43
		ПС 75/50	75	45
		ПС 100/50	100	48
ОС202		ПС 50/50	50	48
		ПС 75/50	75	50
		ПС 100/50	100	53
ДС202		ПС 50/50 + ПС 50/50	2×50	59
		ПС 75/50 + ПС 75/50	2×75	60
		ПС 100/50 + ПС 100/50	2×100	61

упругой прослойкой, в роли которой может выступать либо воздух, либо звукопоглощающий волокнистый материал, способный поглощать звуковые волны. Рассматриваемая система действует следующим образом: звук ударяется о первый слой и передает ему свою энергию. Упругий материал, расположенный между двух слоев строительной конструкции, захватывает эти колебания на себя, действуя в этом случае как демпфер. В результате значительно ослабленный в промежуточном слое звук передается ко второму слою. В итоге в конструкции с удельной массой, не превышающей 30 кг/м<sup>2</sup>, получаются те же значения звукоизоляции, которые обеспечиваются глухими стенами массой, превосходящей указанную в 10–15 раз.

В нынешних условиях жизни, когда шум окружает человека почти повсюду, для того чтобы выполнить требования нормативных документов, а также создать благоприятную акустическую обстановку в помещении, необходимо применять современные решения и материалы. Компанией «Сен-Гобен Изовер» была испытана серия каркасных гипсокартонных перегородок для определения индекса звукоизоляции R<sub>w</sub>.

Испытания проводились в НИИ строительной физики по методике ГОСТ 27296–87. Перегородки состояли из металлического каркаса, облицованного с обеих сторон листами гипсокартона, а воздушная полость внутри перегородки заполнялась высокоэффективным звукопоглощающим материалом ISOVER KT 40 и KL 37 (см. табл.).

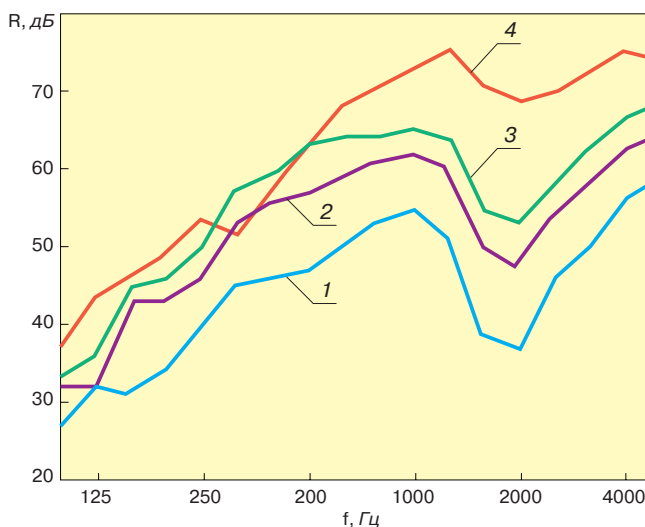
Испытания показали высокий результат и позволили установить, что плотность заполняющего перегородку звукопоглощающего материала в интервале 12–45 кг/м<sup>3</sup> не влияет на величину звукоизоляции каркасной перегородки R<sub>w</sub>. Индекс звукоизоляции простейшей перегородки, состоящей из двух слоев гипсокартона на металлическом каркасе шириной 50 мм, при заполнении воздушного пространства продуктом из стекловаты ISOVER KT 40 и KL 37 со средней плотностью 12–15 кг/м<sup>3</sup> равен 43 дБ, а при заполнении продуктами из каменной ваты со средней плотностью 40 кг/м<sup>3</sup> – 42 дБ, то есть индексы почти одинаковы. Аналогичный результат получается, если перегородка смонтирована из двойных гипсокартонных листов на двойном разделенном металлическом каркасе (2×50 мм). При заполнении воздушного зазора продуктами из стекловаты R<sub>w</sub> = 59 дБ и при использовании продуктов из каменной ваты R<sub>w</sub> = 57 дБ.

Результаты исследования зависимости R<sub>w</sub> от степени заполнения каркасной перегородки звукопоглощающим материалом приведены на рисунке.

На основании анализа результатов исследований предложены варианты увеличения звукоизоляции каркасных гипсокартонных перегородок.

1. Увеличение поверхностной массы перегородок за счет установки двойных гипсокартонных листов с каждой стороны. Например, при одинарной облицовке из ГКЛ каркаса толщиной 50 мм R<sub>w</sub> = 43 дБ, при двойной облицовке R<sub>w</sub> = 48 дБ.

2. Увеличение ширины воздушного пространства позволяет повысить звукоизоляцию. При удвоении воздушной прослойки до 100 мм R<sub>w</sub> увеличивается с 48 до 53 дБ.



Влияние степени заполнения полости перегородки стекловатой на индекс звукоизоляции R<sub>w</sub>: 1 – без изоляции, R<sub>w</sub> = 45 дБ; 2 – изоляция толщиной 45 мм из стекловаты ISOVER, R<sub>w</sub> = 53 дБ; 3 – изоляция толщиной 140 мм из стекловаты ISOVER, R<sub>w</sub> = 57 дБ; 4 – изоляция толщиной 190 мм из стекловаты ISOVER, R<sub>w</sub> = 62 дБ

3. Увеличение степени заполнения воздушного пространства дополнительно повышает звукоизоляцию. Например, при полном заполнении воздушного пространства шириной 100 мм R<sub>w</sub> повышается на 3–4 дБ.

Кроме высоких звукопоглощающих свойств легкие материалы ISOVER характеризуются высокими эксплуатационными свойствами. Состав стекла, длина (150–200 мм) и малый диаметр (3–4 мкм) волокна придают продукции высокие упругие характеристики. Благодаря специальным размерам изделий по ширине (565 мм для деревянного каркаса и 610 мм для металлического каркаса) продукты ISOVER надежно фиксируются в конструкции (каркасе) и сохраняют свое положение и тепло- и звукоизоляционные свойства на долгие годы.

Компания «Сен-Гобен Изовер» имеет заключение от ЦНИИПромзданий о возможности применения продуктов из стекловаты ISOVER в каркасных конструкциях. Кроме того, результаты вибрационных испытаний Тверского вагоностроительного института (ТВИ) подтвердили то, что материалы ISOVER (KL 37, KT 37, KL 35, KL 34) могут применяться в пассажирском вагоностроении в качестве тепло- и звукоизоляционного материала.

Благодаря упругим свойствам волокна и высокой восстанавливаемости (98%) продукция ISOVER может сжиматься в упаковке в 10 раз (рулоны марки KT-40-TWIN) благодаря современному виду упаковки MULTIPACK. Это позволяет экономить на транспортировке и хранении продукции.

Таким образом, легкие изделия из стекловаты ISOVER являются оптимальными с точки зрения эффективности звукоизоляции и эксплуатационной стойкости при применении в качестве звукопоглощающего материала в каркасных конструкциях.

www.isover.ru

**ISOVER**

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

603006, Нижний Новгород,  
ул. Ошарская, 18/1, офис 26  
Тел.: (8312) 61-94-65, 43-00-34

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

Производство:  
140300, Московская обл.,  
Егорьевск, ул. Смычка, 80

SAINT-GOBAIN  
ISOVER RUSSIA



## Повышение эффективности производства и применения гипсовых материалов и изделий

Третий форум гипсовиков прошел 28–30 сентября 2006 г. в Туле и Новомосковске. Его организаторами выступили РНТО строителей, Российская гипсовая ассоциация, Ассоциация строительных вузов, Администрация Тульской области, Московский государственный строительный университет, ОАО «Кнауф гипс Новомосковск», ОАО «ВНИИСТРОМ им. П.П. Будникова», НИИСФ, ГУП «НИИМосстрой». Семинар проводился при поддержке Торгово-промышленной палаты РФ.

В работе семинара приняли участие свыше 300 руководителей специалистов предприятий гипсовой промышленности, проектных институтов, различных фирм, вузов, органов исполнительной власти из многих регионов России, а также представители научной и деловой общественности из Беларуси, Украины, Молдовы, Казахстана, Литвы, Эстонии, Германии, Греции, Турции и Франции.

На пленарных заседаниях, проходивших в Туле и Новомосковске, были заслушаны доклады по актуальным вопросам производства и применения гипсовых материалов в строительстве.

Реализации целевой программы «Жилище» и национального проекта «Доступное и комфортное жилье – гражданам России» был посвящен доклад Л.С. Бариновой (комитет ТПП РФ, Москва). Положительное влияние на развитие и создание ряда предприятий строительных материалов оказали зарубежные фирмы и компании, которые пришли работать в реальный сектор экономики. По мнению докладчика, в настоящее время промышленность строительных материалов в целом удовлетворяет потребности строительного комплекса и не является сдерживающим фактором наращивания объемов жилищного строительства.

Развитию строительной отрасли Тульской области было посвящено выступление заместителя губернатора Тульской области В.В. Савощенко. Он отметил, что обеспеченность жильем в регионе на душу населения составляет всего 0,14 м<sup>2</sup>. В настоящее время создана законодательная база по развитию ипотечного жилищного кредитования обеспечению жильем молодых семей, обеспечению земельных участков коммунальной инфраструктурой. Создаются финансовые механизмы, позволяющие улучшать жилищные условия не только за счет текущих заработков и имеющихся сбережений, но и в счет будущих доходов. Для успешной реализации национального проекта ведется большая работа по укреплению материально-технической базы строительства (реконструкция и перевооружение

Тульского завода «ЗКД», Алексинского завода крупнопанельного домостроения «УКЖИ-480», Новомосковского завода «Сервис-ЖБИ» под серию домов ТН-2006; Тульского завода каркасно-монолитного домостроения, дальнейшего развития завода «Кнауф гипс Новомосковск»). Особое внимание уделяется развитию малоэтажного домостроения. Осуществлен подбор территории для размещения малоэтажного жилищного строительства; общая площадь земель для этих целей составляет более 800 га. Серьезное внимание уделяется обеспечению строительства и предприятий стройиндустрии грамотными инженерно-техническими и рабочими кадрами.

Анализу производства и применения гипсовых вяжущих и материалов на их основе, современному состоянию гипсовой подотрасли и роли гипсовой промышленности в выполнении целевой программы «Жилище» и национального проекта «Доступное и комфортное жилье – гражданам России» посвятила свое выступление А.В. Ферронская, д-р техн. наук (МГСУ, Москва). В своем ярком и эмоциональном выступлении докладчик напомнила, что в период до 90-х гг. прошлого века отечественная гипсовая промышленность производила гипсовые вяжущие на 100 заводах и цехах различной мощности, на 17 конвейерных линиях, оснащенных оборудованием французского и немецкого производства, – гипсокартонные листы (ГКЛ, ГВЛ и ГСЛ) с годовым объемом около 70 млн м<sup>2</sup>. Кроме этих изделий производились гипсовые блоки, плиты, панели и др., которые применяли как в малоэтажном, так и в многоэтажном строительстве. По мере перехода к индустриальным методам строительства началось производство гипсобетонных панелей «на комнату», объемных сантехнических кабин и блоков инженерных коммуникаций на основе водостойких гипсовых вяжущих (ГЦП, ГЩЦП и ГИШВ). Для производства гипсовых вяжущих и изделий использовались в основном природный гипс и ангидрит. В последние годы как у нас в стране, так и зарубежом вновь повышенное внимание уделяется использованию многотоннажных гипсосодержащих отходов, как альтернативного сырья для гипсовой промышленности.

Однако несмотря на возросший интерес к гипсовым материалам и изделиям, их производство и применение в строительстве сократилось по сравнению с 70–80-ми гг. прошлого столетия.

С большим интересом встретили участники семинара обстоятельный доклад генерального директора «Кнауф



А.В. Ферронская, д-р техн. наук, МГСУ (Москва)



В.В. Савощенко, зам. губернатора Тульской обл.



Ю.А. Гончаров, президент Гипсовой ассоциации





В гипсовой шахте на глубине 130 м

гипс Новомосковск» А.В. Макеева. Основы хозяйственной деятельности и организация управления предприятием, выросшим на крупнейшем европейском месторождении гипсового камня с 1929 г. до нашего времени, представляли большой интерес для участников семинара.

Развитию другого старейшего предприятия — Самарского гипсового комбината, где еще 60 лет назад было организовано производство демпферного гипса, были посвящены выступления В.И. Кожевникова и К.С. Журавлева. В настоящее время комбинат входит в ассоциацию «Версиво», объединяющую успешные предприятия региона в строительной области.

Волгоградский гипсовый завод «Гипсотон» является вторым в России производителем по качеству и объемам производства гипсовых строительных материалов (доклад Т.Н. Бочкарева и О.А. Гусакова). Производит под торговой маркой ВОЛМА листы, пазогребневые плиты, смеси.

Гипсовые материалы и изделия традиционно применяются в строительном комплексе Республики Беларусь. Единственным производителем остается ОАО «Бел-гипс», однако номенклатура и качество изделий требует постоянной работы по совершенствованию материалов. В этом направлении работает УП «НИИСМ» (доклад А.Г. Губской, Г.С. Вертынской, О.У. Будько).

Более 50 лет Хорошевский завод железобетонных изделий ОАО «ДСК-1» поставляет на стройки Москвы санитарно-технические кабины на основе ГЦПВ, а ОАО «КК ЖБИ № 3» — вентиляционные блоки на основе ГЦПВ (доклады А.З. Ефименко, Б.Г. Гринько и А.К. Саакяна, М.А. Абрамова)

Расширению производства и применению водостойких гипсовых вяжущих ГЦПВ нового поколения — композиционного гипсового вяжущего низкой водопотребности КГВ было посвящено выступление В.Ф. Коровякова. Использование этого вяжущего в бетонах взамен портландцемента позволяет выпускать аналогичные изделия без ТВО, ускорять монолитное строительство даже в зимних условиях.

В этой связи уместно отметить и доклад А.П. Пустовгара, М.В. Костикова, А.В. Гагулаева, С.Р. Ганиева об использовании водостойких вяжущих в производстве поробетона для ограждающих конструкций зданий.

Новые композиционные материалы на основе гипса и технология их производства для облицовки фасадов зданий были представлены на семинаре И.М. Барановым (ООО НТЦ «ЭМИТ»). В настоящее время отделочный материал «Столица», уже хорошо известный московским строителям, доступен к производству в заводских условиях и на строительной площадке.

Несколько докладов и сообщений освещали разработки в области оборудования. Некоторые работы гатчинского ОАО «НИИСТРОММАШ» по созданию оборудования для производства гипса и изделий из него



А.В. Макеев, генеральный директор ОАО «Кнауф гипс Новомосковск»

были показаны Б.П. Мокряковым. В докладе В.А. Фогелева, А.В. Мельникова (НП ОДО «Ламел-777», Беларусь, Минск) были представлены технологические комплекты, которые возможно использовать в производстве гипса. Это оборудование для сухого фракционирования, сепарации, тонкого измельчения.

Шентюрк Марал, технический директор турецкой фирмы «Egisim Makina», ознакомил специалистов с гипсоварочной технологией, в основе которой вращающаяся печь непрерывного действия.

Практическому использованию ценных свойств поризованного гипса в значительной мере способствует технология, в основу которой положена компактная установка по непрерывному приговлению и перекачиванию пенобетонных масс в заводских и построечных условиях (доклад Т.Е. Кобидзе, НИИ Мосстрой, С.В. Листова, ООО «Рутгер»).

Большая группа сообщений на семинаре касалась научных исследований. Значительная часть их направлена на совершенствование технологии производства гипса и изделий.

Работы в этом направлении проводятся в ряде вузов (МГСУ, Казанском государственном архитектурно-строительном университете, Тверском государственном техническом университете, Магнитогорском государственном техническом университете, Ижевском государственном строительном университете), Веймарском строительном университете (Германия), ВНИИСТРОМ, Вильнюсском техническом университете им. Гедиминаса (Литва).

Научные разработки, проводимые в ряде организаций в последние десятилетия, обособывают возможность широкого выхода в практику строительства фосфогипсобетона, известны направления использования фосфогипс-ангидрита, серогипса, фторгипса и других отходов. Этой теме были посвящены доклады А.С. Тарасова (НИИ Мосстрой), Ю.Д. Чистова (МГСУ), М.А. Михенкова (УГТУ — УПИ), И.С. Кузьминой, Г.И. Яковлева, Т.А. Плеханова (Ижевский государственный технический университет), В.П. Князева (МАрХИ) и др.

Особенно полезным для участников семинара было посещение ОАО «Кнауф гипс Новомосковск». Многие специалисты впервые побывали на горном участке, спустились в шахту, посетили цеха и учебный центр.

В результате обмена мнениями участники семинара приняли решение рекомендовать Российской гипсовой ассоциации выступить с инициативой о включении в национальный проект «Доступное и комфортное жилье — гражданам России» реализацию пилотных проектов строительства малоэтажного жилья с использованием изделий на основе водостойких гипсовых вяжущих, подготовить к следующему семинару доклад о развитии гипсовой промышленности до 2015 г.; целесообразно 4-й Всероссийский семинар по гипсовым материалам провести в 2008 г. в Волгограде.

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

## **Повышение морозостойкости керамзитобетона полифункциональными модификаторами**

Современное развитие композиционных материалов рассматривается в двух направлениях. Первое — разработка новых, более дешевых компонентов композита и методов их переработки. Второе направление — повышение характеристик и создание принципиально новых композитов.

При проектировании композитов по любому из указанных направлений первостепенной остается проблема сохранения их эксплуатационных свойств во времени. Одним из важнейших факторов при этом является их сопротивляемость морозному разрушению. Решить эту проблему возможно путем регулирования межфазных явлений на стадии проектирования композитов при формировании их структуры.

Наиболее распространенными композитами, используемыми в строительстве, являются бетоны различных видов, объем применения которых достигает 80% объема всех используемых материалов. Повышения их морозостойкости можно добиться на стадии формирования структуры путем регулирования межфазных явлений при гидратации и твердении вяжущих нового поколения — вяжущих низкой водопотребности с помощью полифункциональных модификаторов.

Попеременное замораживание и оттаивание конструкций, эксплуатируемых в естественных условиях, приводит к развитию деструктивных процессов, снижающих долговечность зданий и сооружений. Причинами разрушения влажного материала под действием отрицательных температур являются внутренние напряжения, вызываемые кристаллизационным давлением льда, гидравлическим давлением воды, осмотическими силами, расклинивающим давлением тонких водных пленок, адсорбционными явлениями, разностью коэффициентов расширения льда и кристаллического сростка. Наибольшее влияние при этом оказывают фазовые переходы влаги в теле бетона.

Морозостойкость бетона определяется начальным водоцементным отношением, видом используемого вяжущего, крупного заполнителя, плотностью свежесушеной бетонной смеси, условиями твердения и другими факторами, определяющими структуру бетона. От структуры бетона зависит его морозостойкость. При этом важную роль играют все элементы структуры, представленные твердой фазой, поровым пространством, газом или жидкостью, заполняющими поры.

В свою очередь, дисперсность твердой фазы формирует параметры порового пространства. Находящиеся в теле бетона поры делятся на три вида: поры цементного камня, поры заполнителя, контактные (седиментационные) поры на поверхности раздела цементного камня и заполнителя.

Отсюда следует, что повышение морозостойкости бетона можно осуществлять путем увеличения плотности бетона за счет снижения объема макропор и их проницаемости для воды, путем создания в бетоне системы резервных воздушных пор, не заполняемых водой при обычном водонасыщении.

До недавнего времени для повышения морозостойкости бетона использовались различные химические добавки — суперпластификаторы, воздухововлекатели и т. д. Применение их позволяло достигать определенного эффекта по морозостойкости, но при этом ухудшались другие технологические свойства бетонных смесей и бетонов, что не удовлетворяет современным требованиям, предъявляемым к ним.

Избежать названных недостатков стало возможным с появлением полифункциональных модификаторов, однако их применение связано с необходимостью установки дополнительного дозаторного оборудования, емкостей для приготовления и хранения добавок и совместимостью компонентов.

Исходя из теории механизма морозного разрушения бетона для достижения высокой морозостойкости необходимо, чтобы бетон имел мелкокристаллическую структуру, взаимодействие клинкерных фаз с водой происходило быстрее и одновременно поровое пространство имело как можно больше условно-замкнутых мелких сферических пор, равномерно распределенных по всему объему, и как можно меньше открытых капиллярных пор.

Были проведены исследования по получению модифицированного вяжущего для бетонов высокой морозостойкости. Для этого вяжущее в своем составе должно содержать портландцементный клинкер, суперпластификатор, ускоритель твердения, воздухововлекающий компонент и производиться в условиях цементных заводов. Как показали исследования, совместное введение компонентов для достижения указанных свойств не позволяет получать бетон высокой морозостойкости из-за их несовместимости. При этом положительный эффект от введения одного компонента погашается отрицательным действием другого.

Кроме того, совместное введение указанных компонентов в состав вяжущего затруднено условиями производства. Если суперпластификатор и ускоритель твердения можно вводить при помеле в сухом виде, то воздухововлекающие компоненты, как правило, представлены жидкой фазой.

Для решения стоящей задачи был синтезирован ряд модификаторов серии СБ на основе отходов химического производства [1, 2]. Отличительной особенностью полученных модификаторов является то, что благодаря их строению и свойствам они являются одновременно и пластификаторами, и воздухововлекающими добавками. Применение их позволяет расширить область направленного регулирования структуры бетона по сравнению с полифункциональными модификаторами смесевых типов.

Для исключения удорожания бетона синтезировали добавки на основе отходов химического производства. Была синтезирована пластифицирующая воздухововлекающая добавка на основе отходов производства резорцина [3]. Синтез добавки прост, протекает в одну стадию при температуре 70–75°C в течение 40 мин и заключается

ся в конденсации отходов производства резорцина с формальдегидом в щелочной среде, для создания которой служили щелочесодержащие сточные воды. Отличительной особенностью полученной добавки является наличие гидрофильных  $\text{ONa}^-$  групп. Измерение краевых углов смачивания поверхности показало, что адсорбция добавки приводит к уменьшению поверхностного натяжения на границе твердое тело — раствор на 20–25 мДж/м<sup>2</sup>, что свидетельствует об увеличении гидрофильности поверхности. При этом увеличивается воздухоовлечение в бетонную смесь при постоянном В/Ц и при одинаковой подвижности на 3–5%.

Вязущее на его основе получается путем механохимической обработки портландцементного клинкера, гипса, сухого модификатора и активной минеральной добавки до удельной поверхности 450–550 м<sup>2</sup>/кг.

Предложенный модификатор содержит в своем составе индивидуальные компоненты с разными по природе гидрофильными группами.

Проведенные исследования показали, что наряду с пластифицирующими свойствами адсорбция модификатора на поверхности портландцементных фаз и кристаллов новообразований приводит к снижению поверхностного натяжения на границе раздела твердой и жидкой фаз, способствуя дополнительному воздухоовлечению.

Исследования коллоидно-химических свойств модификатора показали, что наличие в его составе пластифицирующего компонента позволяет повышать подвижность бетонной смеси до оптимальной, при которой достигается наилучшая фиксация пор. Пептизирующее действие обеспечивает одновременность гидратации клинкерных фаз и получение мелкокристаллической структуры. При этом снижается начальное водоцементное отношение, приводящее к уменьшению открытой капиллярной пористости и увеличению прочности бетона.

Воздухововлекающая способность компонентов добавки уменьшает размеры пузырьков воздуха и способствует их сохранению в бетоне. Эти компоненты стабилизируют воздушные пузырьки, образовавшиеся в смеси при ее перемешивании.

Стабилизирующее действие воздухововлекающего компонента обеспечивается благодаря его адсорбции на поверхности воздушных пузырьков. Молекулы добавки ориентированы полярными функциональными группами в сторону воды, неполярными — в сторону пузырьков воздуха, которые, заряжаясь одноименно, отталкиваются друг от друга, что препятствует их коалесценции.

Второй путь стабилизации системы пузырьков — адсорбция добавок на частицах гидратных фаз. Продукты гидратации цемента заряжены положительно, и за счет сил электростатического притяжения пузырьки воздуха притягиваются к частицам, обеспечивая их гид-

рофобизацию. Поскольку размеры частиц значительно меньше пузырьков воздуха, они экранируют пузырьки, препятствуя их коалесценции.

Учитывая строение порового пространства растворной части керамзитобетона и его влияния на прочность и морозостойкость, введение полученной добавки изменяет характер распределения пор. Объем условно-замкнутых мелких сферических пор увеличивается, в то время как объем открытой капиллярной пористости уменьшается.

Полученная добавка позволяет значительно снизить (до 20%) водопотребность бетонной смеси при сохранении ее подвижности. При этом более мелкокристаллическая структура растворной части керамзитобетона, достигаемая за счет эффекта пептизации, имеет меньший объем открытой капиллярной пористости, что приводит к значительному росту прочности бетона.

Таким образом, получена новая пластифицирующая воздухововлекающая добавка на основе отходов химического производства, позволяющая направленно регулировать межфазные явления, протекающие в процессе гидратации и твердения комплексного вяжущего низкой водопотребности на основе эффективного полифункционального модификатора, и в результате управлять теплофизическими свойствами легкого керамзитобетона. При этом низкая стоимость добавки практически не влияет на стоимость бетона. Введение полученной добавки в состав плотного керамзитобетона позволяет, регулируя параметры и объем порового пространства, снижать его среднюю плотность без снижения прочности бетона.

Проведенные исследования показали, что наличие в составе исследуемого модификатора индивидуальных компонентов с разными гидрофильными группами позволяет достигать совместного пластифицирующего и воздухововлекающего эффекта. Полученное модифицированное вяжущее позволяет получать бетон морозостойкостью 800–1000 циклов и значительно увеличивать его долговечность.

#### Список литературы

1. Шаповалов Н.А., Слюсарь А.А., Ломаченко В.А., Косухин М.М., Шеместова С.М. Суперпластификаторы для бетонов//Известия вузов. Строительство.2001. №1 С. 29–31.
2. Шаповалов Н.А., Слюсарь А.А., Косухин М.М. Суперпластификатор СБ–5 как модификатор для получения ВНВ и бетонов на их основе//Бетон и железобетон. 2001. №6. С. 2–4.
3. Паус К.Ф., Ломаченко В.А., Селиванов Ю.А. Комплексная добавка для бетонной смеси А.с. №1047863 СССР//Опубл. 15.10 1983.Б.И. № 38.

#### Полезные книги

С.М. Нейман, А.И. Везенцев, С.В. Кашанский.  
**О безопасности асбестоцементных материалов и изделий**  
 М.: РИФ «Стройматериалы». 2006. 64 с.



Представлены краткие исторические и технические сведения о производстве и свойствах хризотил-асбеста и асбестоцемента, об ассортименте асбестоцементных изделий в России и за рубежом. Приводятся данные медицинских и научно-технических исследований, подтверждающих, что при обычной эксплуатации асбестоцементных изделий не установлено выделения из них асбестовых волокон, а волокна, которые могут выделяться при механической обработке, имеют химический состав, структуру и физико-химические свойства, отличные от свойств волокон хризотил-асбеста.

На многочисленных примерах доказано, что главной задачей международной антиасбестовой кампании является экономическая и политическая блокада асбестодобывающих стран. Охарактеризованы опасные свойства многих волокнистых заменителей хризотил-асбеста, альтернативных материалов и изделий на их основе.

Для приобретения обращаться по тел./факсу: (495) 124-32-96, 124-09-00

E-mail: mail@rifsm.ru

## Устройство и ремонт плавательных бассейнов

Рыночные отношения способствуют возрождению оздоровительных комплексов, неотъемлемой частью которых являются плавательные бассейны. Бассейн становится необходимой принадлежностью общеобразовательных школ, детских садов и различных учреждений.

Нередко проектирование и строительство бассейнов ведут неподготовленные организации. Характерные недостатки проектных решений – применение традиционной оклеечной гидроизоляции с прижимной стенкой из бетона или торкрет-штукатурки по армирующей сетке.

При выполнении защиты гидроизоляционного покрытия цементно-песчаным раствором зачастую повреждается мягкая изоляция.

Если ванна бассейна сооружается из бетона с применением напрягающего цемента без изоляции, то протечки появляются в зонах, где нарушена непрерывность бетонирования. Так, бетонирование днища бассейна, стен и пенных корытцев выполняют, как правило, раздельно в силу конструктивных особенностей и производственных условий. При этом создаются технологические швы, которые оказываются слабым местом изоляции. Характерной ошибкой является отсутствие компенсаторов между стенами ванны бассейна и обходными дорожками, так как исключается необходимое независимое их перемещение. При заполнении ванны водой трещины часто возникают в рабочих швах, в зоне пенного корытца и сопряжения стен с днищем.

Если ванна выполнена из металла с последующим нанесением раствора и облицовкой плиткой, то, как правило, через несколько лет эксплуатации отмечаются протечки из-за коррозии металла. Объем проржавевшего металла многократно превышает объем арматуры или металлоизоляции, что вызывает разрушение защитного покрытия и облицовки.

Если возникают протечки, то необходим оперативный ремонт, так как самозалечивание исключается, а дефекты носят необратимый характер.

Традиционные материалы и технологии гидроизоляции не обеспечивают ни надежности, ни ремонтпригодности. Зачастую это просто бесцельная трата времени и средств. В связи с этим предлагается принципиально новая технология ремонта ванн бассейнов.

В качестве основных гидроизоляционных материалов используют полиизоцианатные пропитки, мастики и полимеррастворы (серия составов под общим названием Лукар), разработанные ООО «ВИДИС-ПРОМ-Д» (Авдониин Ю.А., Розман Д.С.) совместно с автором.

Пропитку (грунтовку) выполняют составом Лукар-ОП, который поставляют готовым к употреблению. Полимерраствор представляет собой полиизоцианатное связующее с наполнителем и инициатором отверждения. При приготовлении полимерраствора в растворе мешалку заливают связующее с наполнителем, а затем добавляют инициатор отверждения.

Вязкость полимерраствора для уплотнения щелей и каверн должна быть такой, чтобы он не вытекал из вертикальных трещин. Если каверна широкая, может потребоваться временная заклейка поверхности полимерраствора липкой лентой.

Для декоративно-защитной обмазки используют полимерраствор, наполнителем которого являются: песок мелкозернистый кварцевый, двуокись титана, пигмент-краситель (по желанию заказчика). Такой полимерраствор применяют для поверхностной защиты в пенных корытцах, в швах и в зоне расположения крюков для плавающих ограждений.

Для армирования мастики рекомендуют стеклоткани на прямых замазливателях типа Т-12-41, причем для нижнего слоя толщина стеклоткани составляет 0,2–0,3 мм, а для верхнего – 0,45–0,55 мм.

Перед нанесением грунтовки старую облицовку простукивают и счищают только плохо закрепленные плитки. Затем стены ванны промывают смесью 13% раствора соляной и 2% раствора серной кислот. Через 3–5 часов стены промывают водой и счищают неров-

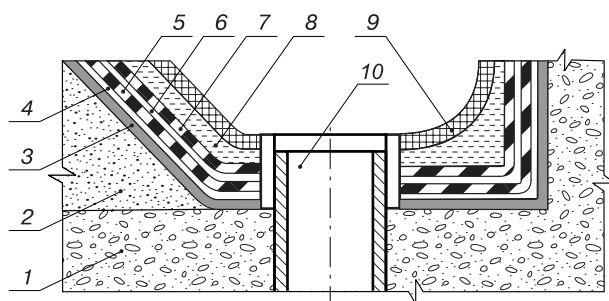


Рис. 1. Гидроизоляция и декоративно-защитное покрытие пенного корытца в зоне водоотвода: 1 – старый бетон; 2 – штукатурный бортик; 3 – грунтовка Лукар-ОП; 4, 6 – Лукар-5; 5 – стеклоткань; 7 – стеклоткань утолщенная; 8 – Лукар-ОХ; 9 – декоративный Лукар-ОХ; 10 – водоотводная труба

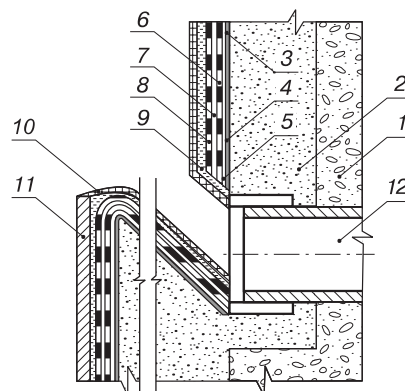


Рис. 2. Гидроизоляция и декоративно-защитное покрытие пенного корытца ванны: 1 – старый бетон; 2 – штукатурный слой; 3 – участок обработки кислотным раствором; 4 – грунтовка Лукар-ОП; 5, 7 – мастика Лукар-5; 6, 8 – стеклоткань; 9 – полимерраствор Лукар-ОХ; 10 – декоративный Лукар-ОХ; 11 – новая плитка; 12 – водоотводная труба

ности. Расчистку трещин следует выполнять на глубину не менее 30 мм. Особенно тщательно расчищают, обеспыливают и высушивают места сопряжения металлоконструкций с бетоном — донные водовыпуски и водовыпуски в пенных корытцах.

Грунтовку — пропитку составом Лукар-ОП выполняют в два слоя безвоздушными распылителями типа Вагнер или кистями.

Для уплотнения трещин и щелей приготавливают полимерраствор и наносят его шпателями. На такой же полимерраствор наклеивают облицовочную плитку.

Металлоконструкции в теле бетона ванны бассейна покрывают сначала грунтовкой, а затем двумя слоями состава Лукар-5.

Сначала облицовывают стены ванны бассейна, затем выполняют декоративно-защитное покрытие в пенных корытцах и в местах установки крюков, а только потом приступают к гидроизоляции дна ванны и его облицовки (рис. 1, 2).

Для гидроизоляции дна ванны бассейна по загрунтованной поверхности наносят два слоя состава Лукар-5 с укладкой двух слоев армирующей стеклоткани. По второму слою стеклоткани выполняют облицовку плиткой на полимеррастворе Лукар-ОХ (рис. 3).

Затирку стыковых соединений плиток выполняют цветным составом Лукар-ОХ высокой вязкости (полимерраствор, предельно наполненный двуокисью титана и пигментом, выбранным заказчиком). Через определенные ряды по полу укладывают плитку контрастного цвета, разделяющую ванну на плавательные дорожки, по технологии, не отличающейся от обычной укладки облицовочной плитки основного цвета.

В пенных корытцах и в зоне сопряжения водоналивной трубы со стенкой ванны бассейна производится

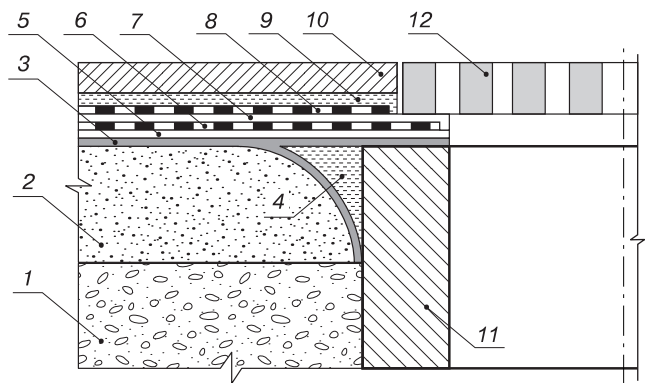


Рис. 3. Гидроизоляция и облицовка дна ванны бассейна в зоне водотока: 1 — старый бетон дна; 2 — штукатурный слой; 3 — грунтовка — Лукар-ОП; 4, 9 — полимерраствор — Лукар-ОХ; 5 — мастика — Лукар-5; 6 — стеклоткань; 7 — мастика; 8 — утолщенная стеклоткань; 10 — облицовочная плитка; 11 — труба водоотвода; 12 — решетка

счистка штукатурки, поэтому в этих местах должен быть утолщенный слой состава Лукар-ОХ.

Гидроизоляцию обходных дорожек вокруг ванны бассейна выполняют по аналогии с гидроизоляцией дна ванны бассейна.

При замене водоотводов в пенных корытцах применяют полимерраствор Лукар-ОХ.

Исследования полиизоцианатных полимеррастворов, проведенные ГАСИС совместно с ВНИИЖТ МПС, показали, что такая гидроизоляция сохраняет водонепроницаемость в течение более 25 лет и проверена не только при гидрозащите ванн бассейнов, но и при гидроизоляции конструкций метрополитена.

# "ЛИФТ ЭКСПО РОССИЯ"

3-я МЕЖДУНАРОДНАЯ ВЫСТАВКА ЛИФТОВ И ПОДЪЕМНЫХ МЕХАНИЗМОВ

## 16-19 мая 2007

МОСКВА, ВСЕРОССИЙСКИЙ ВЫСТАВОЧНЫЙ ЦЕНТР






**ТЕМАТИЧЕСКИЕ РАЗДЕЛЫ ВЫСТАВКИ:**

- Лифты всех типов. ● Эскалаторы, траволаторы. ● Подъемники для людей с ограниченными физическими возможностями. ● Подъемные механизмы - стационарная и мобильная грузоподъемная техника; канатные дороги и фуникулеры; подъемники для спортивных, зрелищных комплексов и горнолыжных трасс; машины непрерывного транспорта; механизмы для портовых контейнерных терминалов и складов. ● Узлы и компоненты лифтов и подъемных механизмов. ● Диспетчерские системы; системы дистанционного контроля лифтов. ● Системы управления и контроля лифтами и оборудованием. ● Материалы, дизайн; дополнительные эксклюзивные опции; инструменты и материалы для обеспечения эксплуатации. ● Научно-экономическое обеспечение - инновационные и инвестиционные проекты, стандартизация, сертификация, лицензирование и надзор; подготовка и переподготовка кадров; лизинг. ● Оборудование для производства, монтажа и сервиса подъемных механизмов.

Выставка проводится в рамках реализации Президентского национального проекта «Доступное и комфортное жилье — гражданам России», Федеральной целевой программы «Жилище» на 2002-2010 годы (подпрограмма: «Модернизация объектов коммунальной инфраструктуры»)

**ПРИ ПОДДЕРЖКЕ:** Правительства Российской Федерации, Правительства Москвы, Министерства промышленности и энергетики Российской Федерации, Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору, Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии, Межотраслевого объединения работодателей «Национальная Лига предприятий лифтовой и коммунальной инфраструктуры», Федерального агентства по строительству и жилищно-коммунальному хозяйству, «Ассоциации строителей России», Московской торгово-промышленной палаты, Всемирной Академии Наук Комплексной Безопасности, Российской Академии проблем качества.

**ОРГАНИЗАТОРЫ ВЫСТАВКИ:**  
Акционерная компания "ЛИФТ"  
105203, г. Москва, ул. 12-я Парковая, д.5, тел. +7 (495) 461-11-11, факс +7 (495) 463-97-63, e-mail: aklift@aklift.ru, aklift@vniitemr.ru, http://www.aklift.ru, www.aklift.vniitemr.ru  
ОАО «ГАО «ВВЦ»  
129223, Москва, проспект Мира, домовладение 119, ВВЦ, павильон 51, тел. +7 (495) 981-82-20, факс: +7 (495) 981-82-21, e-mail: expo@vvcntre.ru, http://www.lift-expo.ru






удк 69

Р.Ш. САГИТОВ, первый заместитель министра строительства, архитектуры и транспорта Республики Башкортостан



## **Современное состояние строительного комплекса Республики Башкортостан и перспективные направления развития промышленности строительных материалов и стройиндустрии**

Строительная отрасль является одной из важнейших отраслей экономики Республики Башкортостан. Только за последние пять лет в республике сдано более 7 млн м<sup>2</sup> общей площади жилья, введено в эксплуатацию 5,8 тыс. км газовых сетей, 1474 км автомобильных дорог, введено в действие школ на 21,2 тыс. ученических мест, больниц на 992 койки, клубов и домов культуры на 9232 места; построен Юмагузинский гидроузел, ведется строительство крупнейшего полиэфирного комплекса в г. Благовещенске.

В настоящее время в отрасли действуют более 4 тыс. строительно-монтажных и ремонтно-строительных организаций, в том числе около 400 крупных и средних с общим количеством работающих более 120 тыс. человек. Удельный вес отрасли в валовом региональном продукте в течение последних лет сохраняется на уровне 8–10%.

Строители Башкортостана по объему подрядных работ стабильно занимают 7-е место в Российской Федерации (по вводу жилья – 6-е место), выполняя 2,5–3% общероссийского объема; 2-е место – в Приволжском федеральном округе.

В 2005 г. построено жилья 1604 тыс. м<sup>2</sup>, что составило 106,3% к уровню 2004 г. За восемь месяцев 2006 г. построено 832,5 тыс. м<sup>2</sup> при намеченных на 2006 г. 1700 тыс. м<sup>2</sup>, что на 9,1% больше уровня соответствующего периода прошлого года.

В настоящее время кроме жилищного строительства в республике идет интенсивное строительство и реконструкция гражданских и социальных объектов, приуро-

ченных к празднованию 450-летия добровольного вхождения Башкирии в состав России. Всего необходимо построить и реконструировать около 40 объектов, наиболее крупные из них – это реконструкция железнодорожного пассажирского комплекса станция Уфа, реконструкция комплекса зданий аэровокзала, реконструкция ипподрома Акбузат, строительство Дома дружбы народов Республики Башкортостан, строительство универсальной спортивной арены «Уфа-Арена», строительство больничного комплекса республиканской психиатрической больницы и др.

Производственной базой строительного комплекса республики является динамично развивающаяся стройиндустрия и промышленность строительных материалов, в состав которых входят более 150 предприятий, выпускающих практически весь перечень основных строительных материалов, изделий и конструкций. В отрасли задействовано около 15 тыс. человек.

Фактический объем производства изделий и материалов с применением бетона на предприятиях сборного железобетона и деталей крупнопанельного домостроения в республике за январь–август 2006 г. составил 794,2 тыс. м<sup>3</sup>, что соответствует 110,7% к уровню соответствующего периода 2005 г. Всего произведено 525 тыс. м<sup>3</sup> сборного железобетона (121% к 2005 г.), 94,5 тыс. м<sup>3</sup> неармированных бетонных изделий (103,5%), 119 тыс. м<sup>3</sup> товарного бетона (97,7%), 55,6 тыс. м<sup>3</sup> строительного раствора (79,6%). Средняя загрузка предприятий сборного железобетона и деталей КПД составила 62,7%, против 59,1% соответствующего периода прошлого года.



Строительство Дома дружбы народов Республики Башкортостан



Возведение ледового дворца

Виды строительных материалов	Объемы выпуска за 8 месяцев 2006 г.	Показатели по отношению к тому же периоду 2005 г., %
Стекло оконное и строительное	995 тыс. м <sup>2</sup>	119,5
Плитка керамическая для полов	406 тыс. м <sup>2</sup>	122,3
Цемент	671,2 тыс. т	112,4
Известь технологическая	1094 тыс. т	138,1
Гипс	13,6 тыс. т	158,1
Сухие строительные смеси	30,7 тыс. т	290
Плиты цементно-стружечные	2780 м <sup>3</sup>	230
Материалы строительные нерудные	4936 тыс. м <sup>3</sup>	130,9
Пиломатериалы	116,9 тыс. м <sup>3</sup>	79,7
Фанера	99,7 тыс. м <sup>3</sup>	107,6
Плиты ДСП	35,8 тыс. м <sup>3</sup>	115,3
Плиты ДВП	8,7 тыс. м <sup>2</sup>	101,5
Блоки дверные в сборе	46,9 тыс. м <sup>2</sup>	83,7
Блоки оконные в сборе	44 тыс. м <sup>2</sup>	67,8
Линолеум	1552,8 тыс. м <sup>2</sup>	104,1

Растворобетонными узлами с начала года произведено 184 тыс. м<sup>3</sup> товарного бетона и раствора, что составляет 160% к уровню прошлого года.

За этот же период 2006 г. предприятиями ПСМ выпущено 365,3 млн шт. кирпича — 102% к уровню прошлого года. Всего произведено: кирпича керамического — 251,8 млн шт. (105% к уровню прошлого года), силикатного — 90,2 млн шт. (93%), блоков «Бессер» — 23,3 млн шт. усл. кирпича (112%). Средняя загрузка мощностей предприятий ПСМ составила 54% против 52,8% соответствующего периода прошлого года.

Таким образом, динамика объема производства строительной индустрии соответствует темпам роста объемов строительства республики, а отрасль ПСМ отстает от этих темпов на 6–8%. Это связано с изменением соотношения объемов строительства по конструктивным схемам в сторону увеличения монолитного и каркасно-монолитного домостроения. Их доля с 2001 г. возросла с 2 до 10%. Объемы применения кирпича снижаются за счет все большего применения в строительстве эффективных теплоизоляционных материалов, таких как пенополистирол, минераловатные изделия, пенобетоны, газосиликаты.

Кроме традиционных материалов (цемент, гипс, известь, стекло, кирпич, бетонные, железобетонные, стальные изделия, отделочные материалы) в Республике Башкортостан выпускаются сухие строительные смеси, керамическая плитка, современные кровельные мягкие и металлические материалы, утеплители.

Практически по всем строительным материалам в республике наблюдается увеличение выпуска. В таблице приведены основные показатели производства различных видов строительных материалов за 8 месяцев 2006 г.

Практически все перечисленные материалы поставляются также за пределы республики. Например, вывоз оконного стекла составляет 93%, железобетонных изделий — около 20%.

Конечно, как и в других регионах, имеются сложности. Это прежде всего устаревшие технологии, моральный и физический износ оборудования, недостаток квалифицированных кадров. Эти проблемы медленно, но находят свое решение, в основном через реформирование предприятий или процедуру банкротства. Новые собственники финансируют реконструкцию заводов, погашают накопившиеся задолженности и вводят в эксплуатацию простаивающие заводы. В 2005 г. вернулись в строй пять кирпичных заводов общей мощностью 55 млн шт. кирпича в год, в 2006 г. — еще два мощностью 25 млн шт. кирпича в год.

Исходя из вышесказанного Минстрой РБ считает приоритетными следующие задачи:

- вывод на проектную мощность (45 тыс. м<sup>2</sup> в год) и дальнейшее развитие введенного в эксплуатацию в 2005 г. Уфимского завода каркасного домостроения, выпускающего элементы каркасов жилых и административно-бытовых зданий по технологии фирмы «Сарет» (Франция), позволяющей до 25–30% сократить сроки и снизить стоимость строительства;
- строительство завода по производству кирпича на оборудовании фирмы «Келлер» (Германия) в Уфе на базе Алексеевского месторождения глин в 2007–2008 гг.;
- ввод в эксплуатацию производства мелких блоков из ячеистого бетона автоклавного твердения на базе технологической линии фирмы «Wehrhahn» (Германия) мощностью 250 тыс. м<sup>3</sup> в год в г. Агидель;
- строительство завода по производству керамической плитки мощностью 20 млн. м<sup>2</sup> в Уфимском районе;
- строительство комбината по производству газосиликатных блоков мощностью 150 тыс. м<sup>3</sup> и железобетонных изделий мощностью 200 тыс. м<sup>3</sup> в год в Уфимском районе Республики Башкортостан. Данному проекту в республике уделяется особое внимание, так как в настоящее время в республике имеется только производство мелких блоков из пенобетона, предназначенное в основном для нужд малоэтажного индивидуального строительства. Их производят несколько предприятий в гг. Нефтекамск, Туймазы, Ишимбай, Бирск, Уфа, Учалы общей мощностью до 50 тыс. м<sup>3</sup> в год. Производства газосиликатных материалов в РБ нет;
- строительство завода по производству изделий и материалов из пеностекла или керлена мощностью до 100 тыс. м<sup>3</sup> мелких блоков и до 200 тыс. м<sup>3</sup> вспененного гранулята. Керпен — это керамическая пена, получаемая из кирпичных глин при температурах обжига, близких к 1100°C. Материал разработан специалистами института БашНИИстрой;
- строительство завода по добыче, переработке гипса, производству гипсокартона мощностью до 50 млн м<sup>2</sup> в год и сухих строительных смесей на основе гипса.

Таким образом, решение этих задач позволит строительству Республики Башкортостан выйти на новый уровень развития и обеспечить строительство объектов современными эффективными материалами и конструкциями.

# Форум «Уралстройиндустрия–2006»



Теперь ООО «Электроаппарат» выпускает теплоизоляционные маты на основе базальтового волокна



В результате термообработки стекла ООО «Уральская стекольная компания» получает материал, который гнется, но не ломается



Ячеистобетонные блоки ОАО «Завод ячеистого бетона» имеют четкие геометрические параметры и специальные выемки для удобства захвата



Окна и дома из деревянного бруса на стенде группы компаний «Корабельная сосна»

26–29 сентября 2006 г. в Уфе состоялся форум «Уралстройиндустрия» (XVI международная выставка) и вторая выставка-ярмарка «Недвижимость Башкортостана». Организаторами выставки являются Министерство строительства, архитектуры и транспорта Республики Башкортостан, Башкирское республиканское научно-техническое общество строителей, ООО «Башкирская выставочная компания» и ОАО «Выставочный комплекс «Башкортостан» при поддержке Федерального агентства по строительству и жилищно-коммунальному хозяйству, Министерства жилищно-коммунального хозяйства Республики Башкортостан и содействии ассоциации «Профессиональные участники рынка недвижимости РБ», Союза строителей Урала, Республиканского отраслевого объединения работодателей «Союз строителей РБ», Союза производителей сухих строительных смесей и ассоциации производителей и потребителей деревянных клееных конструкций РАДеКК.

Экспозиция специализированных выставок обычно отражает основные тенденции развития отрасли. Экспозиция форума «Уралстройиндустрия–2006» также продемонстрировала современное состояние и направления развития строительства, стройиндустрии и промышленности строительных материалов Республики Башкортостан.

В выставке приняло участие около 130 фирм из России и зарубежья, при этом следует отметить, что большинство экспонентов были или производителями материалов и конструкций Республики Башкортостан, или местными представителями зарубежных компаний-поставщиков. Темпы строительства жилья и городской инфраструктуры в Уфе по сравнению с минувшими годами заметно увеличились. Такие темпы строительства требуют увеличения производства современных строительных материалов и конструкций, что нашло свое отражение в экспозиции.

Известно, что различные виды теплоизоляционных материалов находят широкое применение в строительстве. Такие известные бренды как URSA, ISOVER, Rockwool, Пеноплекс и др., заняли значительную нишу на рынке теплоизоляции. Однако определенный дефицит различных видов теплоизоляционных материалов приводит к появлению новых игроков этого сегмента промышленности строительных материалов. В 2006 г. ООО «Электроаппарат» (г. Давлеканово, Республика Башкортостан), занимающееся производством электрощитового оборудования, организовало собственное производство базальтового волокна и изделий из него. Компания наладила выпуск прошивных матов средней плотности не более 30 кг/м<sup>3</sup>,

которые уже находят применение при теплоизоляции теплотрасс, тепло- и звукоизоляции зданий и сооружений. Коэффициент теплопроводности изделий при 25°C составляет 0,036 Вт/(м·К).

ООО «Камэнергостройпром» (г. Нижнекамск, Республика Татарстан) представило на выставке керамзит – один из видов своей продукции. Этот теплоизоляционный материал с жесткой структурой отличается значительной прочностью при низкой плотности и долговечностью. В настоящее время на предприятии выпускается керамзитовый песок фракции 0,1–5 мм и гравий фракций 5–10, 10–20, 20–40 мм, с насыпной плотностью 500–600, 350–450, 300–350 и 250–300 кг/м<sup>3</sup> соответственно. Керамзит используется в конструкциях крыш, стен, фундаментов в качестве теплоизоляционной засыпки, как наполнитель в легких бетонах и др. Керамзитовый песок марки М600 используется для изготовления сухих строительных смесей различного назначения.

Как известно, теплоизоляция ограждающих конструкций связана с применением комплекса материалов. ПКФ «Пластолит» (Уфа) представила на выставке собственную систему утепления фасадов. Система включает клей «Пластолит» для приклеивания утеплителя из ППС и выравнивания по армирующей стеклосетке, армирующую стеклосетку и финишный слой «Пластолит». Отличительной особенностью этой системы является возможность производить работы по приклеиванию утеплителя и выравнивания по стеклосетке при температуре окружающего воздуха до –15°C без дополнительных мероприятий. Клее-



вой состав разработан на основе акрилового связующего.

Эффективные стеновые ячеисто-бетонные материалы активно применяются в строительстве Республики Башкортостан. Ячеисто-бетонные изделия автоклавного твердения были представлены на выставке на стенде **ОАО «Завод ячеистого бетона»** (г. Набережные Челны, Республика Татарстан). Неавтоклавные пенобетонные материалы представлял **частный предприниматель Зиннуров М.Б. и ООО «Пенобетон»**.

Деревянные клееные конструкции постепенно занимают прочные позиции в различных сегментах. **Группа компаний «Корабельная сосна»** (г. Усть-Катав Челябинской обл.), в которую входят ООО «Усть-Катавский деревообрабатывающий завод», ООО «Фирма Спринт» и ООО «Уралспринтсервис», работает на рынке деревянных изделий около 10 лет. Компания выпускает клееный брус и погонажные изделия на его основе – стеновой конструкционный брус, конструкционные балки и стропила, оконный трехслойный брус, столешницы и элементы лестниц, черновые противоусадочные короба и др. На выставке компания представила деревянные окна стандартов IV-78 с одной створкой толщиной 78 мм в такой же коробке и стеклопакетом толщиной 36 мм любой конфигурации и EV31/IV68 с двумя створками 68 и 31 мм в коробке толщиной 78 мм, а также комплекты деревянного дома из клееной древесины.

Современные виды энергоэффективных и закаленных стекол представило на стенде **ООО «Уральская стекольная компания»** (г. Стерлитамак, Республика Башкортостан). Компания имеет в своем арсенале парк станков по обработке стекла и высокопроизводительную печь для закаливания. Это позволяет изготавливать офисные перегородки и входные группы зданий из закаленного стекла толщиной 10–15 мм.

В рамках форума «Уралстройиндустрия» специалистам была представлена широкая деловая программа. Вопросы совершенствования современной базы сметного нормирования, проблемы повышения долговечности систем водоотведения обсуждались на научно-практических семинарах.

#### Круглый стол

**«Наука строительному комплексу»** организовала редакция отраслевого научно-технического и производственного журнала «Строительные материалы»<sup>®</sup> совместно с Министерством строительства, архитекту-

ры и транспорта Республики Башкортостан и архитектурно-строительным факультетом Уфимского государственного нефтяного технического университета. В заседании круглого стола приняло участие более 40 представителей компаний-производителей строительных материалов и конструкций, строительных организаций, проектных институтов и организаций, вузов из Республики Башкортостан, Самарской, Челябинской и Пермской областей.

В заседании круглого стола принял участие первый заместитель министра строительства, архитектуры и транспорта Республики Башкортостан **Р.Ш. Сагитов**, начальник отдела развития предприятий стройиндустрии Минстроя **А.П. Михеев**, другие специалисты министерства. Участникам мероприятия была представлено современное состояние строительного комплекса Республики Башкортостан и перспективы развития промышленности строительных материалов и стройиндустрии (подробнее смотри на стр. 70).

В докладе начальника отдела информации журнала «Строительные материалы»<sup>®</sup> **С.Ю. Горегляд** было подчеркнуто, что в издании значительная часть объема отводится отраслевой науке. В прежние годы это был один из главных разделов журнала, в настоящее время с изменением роли научных данных в развитии строительного комплекса из журнала органично выделилась тематика, объединенная в приложение «Строительные материалы: наука».

Развитие строительства и промышленности строительных материалов в рыночных условиях сформировало свои требования к работе ученых, приблизило их к потребностям практики. Новый подход к формированию научной тематики выработался в рамках обратной связи с читателями и авторами-учеными. Этому способствует проведение читательских научно-технических конференций в регионах с участием ученых, преподавателей и специалистов вузов, научно-исследовательских центров, предприятий, участие представителей редакции в российских и зарубежных научно-технических конференциях, симпозиумах и семинарах. При непосредственном общении ученых и специалистов проявляются дискуссионные положения, для которых основной трибуной для обсуждения снова становится журнал.

В журнале печатаются основополагающие работы по исследованиям в области керамических материалов, химии и технологии цемента,



Участников круглого стола «Наука строительному комплексу» приветствовал первый заместитель министра строительства, архитектуры и транспорта Республики Башкортостан Р.Ш. Сагитов



В работе круглого стола принял участие начальник отдела развития предприятий стройиндустрии Минстроя РБ А.П. Михеев



Е.В. Петрова, инженер НИИКерамзит (Самара)



В.А. Распопов, зам. руководителя отдела продаж компании «Вселуг», Москва



Р.З. Каранаева, инженер БашНИИстрой



Корифеи науки и молодые ученые. Д-р техн. наук В.В. Бабков (УГНТУ) и Д.Д. Хамидулина (Магнитогорский ГТУ)



На заседании круглого стола «Наука строительному комплексу»



Стенд журнала «Строительные материалы»® всегда привлекает внимание специалистов

технологии бетона, асбестоцемент-а, теплоизоляционных, кровельных материалов и др.

Общепризнано, что одним из наиболее перспективных материалов по теплотехническим, прочностным, экологическим показателям является пеностекло. В Магнитогорском ГТУ разработана оригинальная технология производства пеностекла, которую представила аспирантка **Н.С. Кулаева**. Традиционная технология получения пеностекла порошковым способом заключается в спекании смеси стекольного порошка с газообразователем в формах и зависит от химического состава стеклобоя, плотности засыпки шихты в формы для вспенивания и др.

Сущность предлагаемой технологии изготовления пеностекла заключается в предварительном брикетировании пеностекляной шихты с использованием технологических связей. Брикетирование шихты позволяет отказаться от использования металлических форм, сократить производственный цикл, увеличить долю выхода качественного пеностекла с равномерно организованной структурой.

В настоящее время разработаны: технологический проект и регламент изготовления пеностекла из стеклобоя, технические условия на теплоизоляционные плиты из пеностекла. Реализация проекта предусматривает создание технологической линии производительностью 20000 м<sup>3</sup>/г. Потребность в инвестициях составляет более 103 млн р. Полная себестоимость 1 м<sup>3</sup> блоков из пеностекла, включая затраты на сырье, топливо и энергию, оплату труда, составляет 1769,83 руб. Срок окупаемости инвестиций 5 лет и 4 мес.

Свойства и технологии применения керамзита для производства легких стеновых блоков средней плотностью не более 350 кг/м<sup>3</sup> представила в своем докладе инженер **Е.В. Петрова** (ЗАО «НИИКерамзит», Самара). Такие материалы обладают высокой прочностью и долговеч-

ностью и могут применяться при возведении зданий различной этажности.

Нехватка кондиционных песков обуславливает интерес к организации производства искусственного песка из горных пород. В то же время при переработке горных пород на щебень образуется огромное количество отсевов дробления, их утилизация является одной из наиболее актуальных проблем. Выступление аспирантки **Д.Д. Хамидулиной** (Магнитогорский ГТУ) касалось изучения поведения этих материалов в бетонах, в частности мелкозернистых. Проведенные исследования показали, что классификация отсевов дробления позволяет получить пески, которые после обогащения могут быть применены для строительных работ. Отсевы дробления характеризуются очень развитой поверхностью микрорельефа, что обуславливает высокую прочность сцепления цементного теста с заполнителем и, следовательно, высокие прочностные показатели мелкозернистого и обычного тяжелого бетонов. Мелкозернистый и тяжелый бетоны на основе песков из фракционированных отсевов дробления по своим строительным свойствам и технико-экономическим показателям не уступают аналогичным бетонам на основе речного песка.

Современные технологии строительства предполагают использование высокоэффективных строительных материалов, позволяющих экономить природные и трудовые ресурсы. Технологии сухих строительных смесей стали образцом внедрения прогрессивных технологий в практику строительства. За последние годы нормой строительства стало применение плиточных клеев, применяющихся тонким слоем, самонивелирующихся составов для устройства полов, не требующих значительных трудозатрат, штукатурных составов ручного и механизированного нанесения, обеспечивающих высокую производительность труда и др.

Производство таких ССС стремительно развивается в различных регионах России, но, как любая технология производства композитного материала, требует применения специализированного оборудования. В России одним из ведущих разработчиков и производителей оборудования для выпуска сухих строительных смесей стала за последние годы машиностроительная компания «Вселуг».

Заместитель руководителя отдела продаж машиностроительной компании «Вселуг» **В.А. Распопов** в своем выступлении представил технологические линии по выпуску смесей различной мощности, реализованные на предприятиях отрасли. В докладе были отмечены основные принципы определения мощности предприятия, возможности компоновки технологической схемы и др.

Доклад **Д.В. Кузнецова** (УГНТУ) был посвящен производству автоклавного газобетона, перспективам применения и возведения зданий из него в Республике Башкортостан.

В практике строительства Башкортостана широкое применение находит технология каркасно-монолитных зданий. Опытм проектирования таких зданий поделилась **Р.З. Каранаева** (БашНИИстрой).

Особенностей применения суперпластификаторов в технологии производства монолитного и сборного железобетона касалось выступление **А.С. Салова** (УГНТУ).

Выступления специалистов были выслушаны с большим интересом и активно обсуждались участниками круглого стола. В дискуссии приняли участие не только специалисты и ученые отрасли, но и их ученики и аспиранты.

*Редакция выражает благодарность генеральному директору ООО «Башкирская выставочная компания» А.В. Кильдигуловой и д-ру техн. наук В.В. Бабкову за помощь в организации круглого стола.*

**С. Юрьева**

УДК 666.941.2

В.А. ВОЙТОВИЧ, канд. техн. наук, Г.В. СПИРИН, инженер,  
Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет

## Материал Азь-соль на основе магниезиальных вяжущих

В течение более чем 150 лет магниезиальные вяжущие (МВ) используют прежде всего благодаря высоким механическим свойствам материалов на их основе, а также потому, что они в отличие от портландцемента сочетаются с древесными наполнителями [1]. Именно поэтому скиолит (в переводе с греческого – древесный камень) – композиция из МВ и тонкодисперсной древесины стал одним из наиболее известных строительных материалов на основе МВ.

Авторами в развитие этого направления использования МВ был разработан [2] материал Древолит. Испытания показали, что МВ придают древесному наполнителю биостойкость, а облицовка интерьера штукатурными смесями на основе МВ оздоравливает атмосферу помещения (эффект соляной камеры). Также установлено, что Древолит является материалом, с помощью которого можно восстанавливать прогнившие деревянные изделия – останавливать биоразрушение и заделывать образовавшиеся полости.

В настоящее время из-за желания многих владельцев родовых имений сохранить для потомков деревянные строения возникли проблемы их защиты от биоразрушения, восстановления целостности подгнивших бревен, досок и других

деревянных элементов дома. Эта проблема успешно может быть решена с помощью Древолита.

Для того чтобы повысить биозащитные свойства Древолита и его бальнеологическое воздействие, авторами разработан [3] материал Азь-соль. В этот материал введен йод в виде комплексного соединения с поливиниловым спиртом. Йод – сильный биоцид. Известно, что жители многих регионов России, в том числе и ее наиболее населенной центральной части, испытывают дефицит в йоде. Материал Азь-соль способен выделять некоторое количество паров йода, что стерилизует воздух в помещении и в некоторой степени питает человека этим элементом.

В материал введены кристаллы карналлита, которые проявляют меньшую химическую активность, чем водный раствор, и практически не вступают в реакцию с каустическим магнезитом. В качестве наполнителя МВ использованы древесные опилки различных фракций.

При проведении восстановительных работ, например на подгнивших бревнах, сначала механически удаляют труху и гнилую часть бревна, затем очищенную поверхность обрабатывают антисептиком. Это средство следует применять только после изучения специалистами причин биоповреждения и по

их рекомендациям. Далее заполняют образовавшееся в бревне углубление материалом Азь-соль и поверх него наносят пигментированную композицию, приготовленную из этого же материала, для полной имитации поверхности бревна. Таким образом, исключается необходимость в замене подгнившей части бревна (рис. 1, 2).

Этот способ универсален, так как позволяет проводить восстановление в труднодоступных местах дома, а полученная заплатка по прочности, тепло- и звукозащитным свойствам, объемной массе близка к древесине.

Таким материалом можно проводить заделку дупел живых деревьев-ветеранов, проживших десятки лет. Высокая технологичность материала Азь-соль позволяет сформировать на поверхности заделки короподобную структуру. Его способность выделять в воздух ионы может быть использована в таких помещениях дома, как спальня, детская, спортивный зал, комната отдыха, баня и т. п. При этом стены на всей площади облицовывать не обязательно, а достаточно изготовить панно, например в традиционной русской лоскутной технике [4].

### Список литературы

1. *Нанизашивили И.Х.* Строительные материалы из древесно-цементной композиции. Л.: 1990. 351 с.
2. *Войтович В.А., Спирин Г.В.* Полы на основе магниезиальных вяжущих // Строит. материалы. 2003. № 9. С. 8–9.
3. *Спирин Г.В., Войтович В.А., Спирин А.А.* Сырьевая смесь для изготовления отделочных и декоративных изделий (варианты). Пат. России № 2268247//Опубл. Бюл. 2006. № 2.
4. *Спирин Г.В., Войтович В.А., Спирин А.А.* Способ получения сырьевой смеси для изготовления отделочных и декоративных строительных изделий (варианты). Заявка № 2004117952//Опубл. 20.11.2005. Бюл. №32

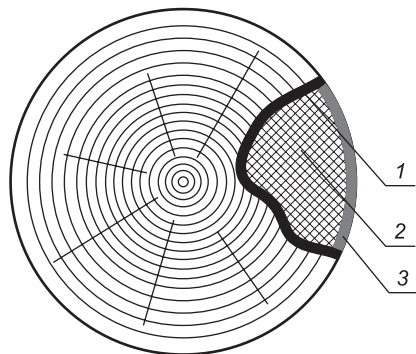


Рис. 1. Схема восстановления гнившей части бревна: 1 – пропитка биоцидом; 2 – основной состав материала Азь-соль; 3 – декоративный состав материала Азь-соль

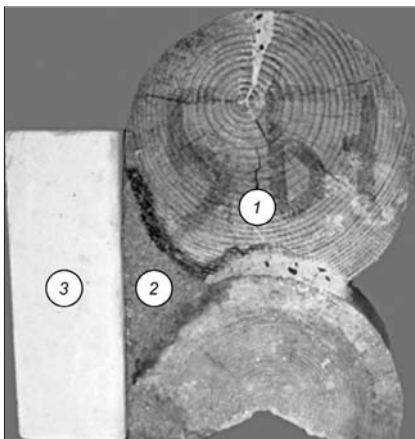


Рис. 2. Образец стены бревенчатого дома, восстановленной и утепленной материалом Азь-соль: 1 – бревно; 2 – Азь-соль; 3 – кирпич силикатный

## **Строительные материалы для экологического домостроения в сельской местности**

В Сибири жилищная проблема значительно острее, чем в остальной России, причем она усугубляется проблемами эксплуатации из-за сурового климата. В сельских районах жилье в основном имеет низкие качественные характеристики и недостаточную комфортность.

В настоящее время существует проблема создания дешевого экологичного (благоприятного для человека и окружающей среды) жилья для жителей сельских районов. Еще к 2005 г. в Сибири нужно было построить 2,1 млн индивидуальных домов и квартир современного уровня (средняя площадь дома принята 74 м<sup>2</sup>) [1]. Однако эта программа не выполнена, в том числе из-за отсутствия необходимых доступных для сельских жителей строительных материалов и технологий строительства.

Одним из основных количественных критериев выбора строительных материалов для малоэтажного строительства с точки зрения принципов устойчивого развития является энергия полного жизненного цикла материалов.

В целом на производство материалов в мире тратится до 20% топлива, и строительные материалы составляют их большую часть. В развитых странах на производство строительных материалов тратится до 70% общей энергии, идущей на строительство.

Стоимость материалов складывается в основном из стоимости извлечения сырья из экосистемы, стоимости обработки и транспортировки. Чем большие изменения претерпевает структура исходных материалов, тем больше тратится энергии и тем выше стоимость получаемых строительных материалов.

Затраты энергии на строительство дома могут быть уменьшены при оптимальном проектировании и выборе материалов.

Особое внимание при выборе материалов для сельского строительства должно уделяться таким показателям, как доступность, долговечность и возможность вторичного использования или несложной утилизации материалов.

**Древесина** — практически повсеместно доступный возобновляемый природный ресурс. Изделия из нее относятся к малоэнергоёмким материалам, отходы можно эффективно использовать, а материалы, отслужившие свой срок, легко утилизировать. Как конструкционный материал для строительства жилых домов древесина наиболее эффективна с энергетической точки зрения.

Древесина имеет лучшее отношение прочности к массе, т. е. коэффициент конструктивного качества.

Высокий уровень стандартизации позволяет организовать серийное производство высококачественных унифицированных изделий из древесины, в несколько раз ускоряющих сборку жилых домов. В США и странах Европы, а также в некоторых регионах России налажено производство сборных домов из древесины высокой степени заводской готовности. Созданы также альбомы типовых проектов, с помощью которых сельские жите-

ли могут самостоятельно подбирать необходимые материалы и вести строительство собственными силами.

Все большее применение в строительстве находят деревянные изделия с улучшенными характеристиками после их химической обработки и другие композиционные материалы на основе низкосортной древесины либо отходов. Такие изделия часто обладают более высокими эксплуатационными характеристиками, чем изделия из массива древесины. Примером может служить клееный брус.

Обработка, использование, утилизация отходов и восстановление древесины легко организуются в замкнутый безотходный цикл. Все отходы древесины нетоксичны. Энергетические загрязнения атмосферы углекислым газом при добыче, обработке и транспортировке древесины могут быть компенсированы выращиванием деревьев в количестве, достаточном для его поглощения.

Отметим, что в одной из самых индустриально развитых стран мира США — древесина и материалы на ее основе остаются доминирующими в жилищном домостроении, 90% новых односемейных домов строится с использованием древесины как основного конструкционного материала.

В России и особенно в Сибири древесина еще не пользуется тем вниманием, которого заслуживает.

Следующим эффективным направлением использования местного сырья в сельском строительстве может быть применение грунта. Строительство стен домов из **грунта** — одна из старейших строительных технологий, до сих пор эффективно используемых во многих странах мира. Материал состоит из определенных пропорций глины, ила и заполнителей, которые распространены повсеместно.

В настоящее время выявлено более 15 технических приемов по использованию грунта в строительстве, которые подразделяют на три группы: использование грунта для монолитного строительства; для изготовления грунтоблоков ручным или механизированным способами; в качестве составной части каркасных структур.

Стены домов возводятся либо с помощью опалубки и постепенного заполнения ее увлажненным и трамбуемым грунтом, либо предварительно из грунта изготавливаются и высушиваются в естественных условиях грунтоблоки, а затем стены выкладываются с использованием раствора из того же грунта. Преимущества стен из грунта состоят в большой тепловой массе и однородности стены.

Правильно спроектированные и построенные здания из грунта могут быть достаточно долговечны и энергоэффективны. Это подтверждается и современным опытом строительства, и обследованиями старых построек. Например, двухэтажный Приоратский дворец, построенный по проекту архитектора Н.А. Львова в Гатчине под Санкт-Петербургом в конце XVIII в., находится в удовлетворительном состоянии (см. рисунок).

По данным международной ассоциации BASIN, в домах, построенных из грунта, проживают более 1,7 млрд человек. В США, Франции, Италии в рамках различных государственных программ построены и успешно эксплуатируются целые поселки из грунто-материалов.

Расход энергии на изготовление грунто-материалов незначителен при достаточно высокой доле ручного труда. На отечественном рынке имеются серийно выпускаемые машины и специальная оснастка для производства грунтоблоков, например фирмы «Русские качели».

Утилизация материала после окончания срока службы тоже практически не требует энергозатрат и не представляет экологических проблем.

Особое место в сельском строительстве занимают *растительные материалы: солома, солома, камыш, торф, тростник*. Они в основном используются как заполнители в известково-глиняных смесях. В начале XIX в. строительство из *соломы* получило развитие в штате Небраска (США) после изобретения парового прессующего оборудования. Прессованная и увявшая в одинаковые брикеты солома оказалась приемлемым строительным материалом. За неимением других строительных материалов он быстро стал популярен в тех краях. Современные исследования показали, что если прессованные соломенные блоки защитить от влаги, то можно строить жилые дома и хозяйственные постройки с длительным сроком эксплуатации, достаточно энергоэффективные, с комфортным внутренним климатом. Сохранились столетние строения в удовлетворительном состоянии. В 30-х гг. XIX в. строительство их было прекращено из-за быстрого распространения новых технологий.

В 80-х гг. XX в. в США началось возрождение этого забытого способа строительства, которое отвечает многим современным экологическим и экономическим требованиям. Огромное количество соломы в зерновых сельскохозяйственных районах, в том числе и в России, сжигается на полях после уборки урожая, что приводит к нерациональным потерям энергии и выделению в атмосферу углекислого газа, сажи и других продуктов термической деструкции. В настоящее время в США действуют общественные организации, которые распространяют опыт строительства с использованием материалов из соломы в разных странах. В 1997 г. в Новосибирском академгородке был проведен семинар, на котором была продемонстрирована технология строительства стен из прессованной соломы. Достоинствами прессованных соломенных блоков являются их дешевизна, достаточно высокая несущая способность, высокое тепловое сопротивление. К недостаткам относятся горючесть и необходимость обязательной наружной и внутренней отделки.

Второе рождение переживает также технология устройства соломенной кровли. Современные огнезащитные и гидрофобные пропитки позволяют существенно повысить долговечность и надежность этого ставшего экзотическим строительного материала.

Энергетические затраты на производство соломы незначительны, так как она является отходом производства зерна и ее использование в качестве утеплителя или для производства блоков можно рассматривать как звено в цикле безотходного производства. После окончания срока использования путем компостирования изделия из соломы могут быть превращены в удобрения, которые очень ценны благодаря высокому содержанию углерода.

Совместная разработка специалистов Бежецкого опытно-экспериментального завода и института Тверьгражданпроект — *торфоблоки «Геокар»* [2], названные в честь последнего министра строительства



СССР Г.А. Караваева, — теплоизоляционно-конструкционный материал. Его получают прессованием смеси торфяного связующего, опилок, стружки или льняной костры и последующей сушкой в сушильной камере или естественных условиях. Блоки «Геокар» кроме достаточно высокой прочности и низкой теплопроводности обладают уникальными бактерицидными свойствами. Оборудование для производства торфоблоков выпускается серийно.

Перспективным материалом для сельского строительства является *легкий бетон* с заполнителем из отходов деревообработки и сельскохозяйственного производства [3]. Специальные составы полимерсиликатных композиций надежно защищают цементный камень от разрушения под воздействием редуцирующих веществ, выделяемых органическими заполнителями. Из легкобетонных блоков можно строить теплые, прочные, энергоэффективные, долговечные дома.

Разработана система для строительства так называемого растущего дома, которая дает возможность застройщику возводить минимально необходимое жилье, а затем по мере накопления средств или увеличения семьи пристраивать к существующему дополнительные объемы [4]. При этом на различных этапах строительства могут быть использованы различные местные материалы.

Строительство дома своими руками для жителей сельской местности всегда было главной возможностью решить жилищную проблему. Обеспечив людей необходимыми знаниями и технологиями, которые могут существенно облегчить труд и снизить затраты на строительство, можно существенно продвинуться на пути реализации программы «Доступное и комфортное жилье — гражданам России», а также перейти к строительству домов в соответствии с принципами устойчивого развития.

#### Список литературы

1. *Огородников И.А., Макарова О.Н., Дубынина Е.С.* Экодом в Сибири. Обзор литературы, оригинальные разработки, рекомендации специалистов. Серия: «Экологическая библиотека ИСАР-Сибирь». Новосибирск: ИСАР-Сибирь. 2001.
2. *Вязовченко П.А.* «Геокар» — в России есть новый эффективный теплоизоляционный материал // Строит. материалы. 1998. № 4. С. 10.
3. *Денисов А.С.* Совершенствование технологии производства изделий из легких бетонов // Строит. материалы. 2006. № 3. С. 68–69.
4. *Граник Ю.Г., Браундорфер И.А.* «Растущий» дом для растущей семьи // Строительные материалы: архитектура. 2005. № 4. С. 14–17. (Приложение к журналу «Строительные материалы». 2005. № 4.)



# 15-я МЕЖДУНАРОДНАЯ СТРОИТЕЛЬНАЯ НЕДЕЛЯ

Более 700  
фирм-участниц!



Базовые выставки Федерального агентства  
по строительству и ЖКХ (Росстрой)  
Базовые выставки строительных комплексов стран СНГ

**27 ФЕВРАЛЯ –  
3 МАРТА 2007**

Москва,  
КВЦ «Сокольники»


ДИРЕКЦИЯ ВЫСТАВКИ:  
Тел./факс.: (495) 105-34-97, 268-99-14  
E-mail: [info@mvk.ru](mailto:info@mvk.ru), [sly@mvk.ru](mailto:sly@mvk.ru), [hnr@mvk.ru](mailto:hnr@mvk.ru)

ОРГАНИЗАТОРЫ:  
Федеральное агентство по строительству  
и ЖКХ (Росстрой),  
Межрегиональный институт окна,  
Российская ассоциация  
производителей обоев «Рособои»,  
Союз производителей цемента «Союзцемент»,  
выставочный холдинг MVK

ПРИ ПОДДЕРЖКЕ:  
НП «АВОК», НА производителей стальных гнутых  
профилей, Ассоциация производителей  
трубопроводов с ППУ-изоляцией

ГЕНЕРАЛЬНЫЙ ИНФОРМАЦИОННЫЙ СПОНСОР:



-  **СТРОЙТЕХ**  
[www.stroytekh.ru](http://www.stroytekh.ru)  
Оборудование, машины, дорожная техника, материалы для капитального строительства
-  **БЫСТРОВЗВОДИМЫЕ И МОБИЛЬНЫЕ ЗДАНИЯ**
-  **ИНЖЕНЕРНЫЕ КОММУНИКАЦИИ**
-  **ПОДЪЕМНО-ТРАНСПОРТНАЯ ТЕХНИКА**
-  **SWE /МИР ОКОН И ДВЕРЕЙ/**  
[www.swexpo.ru](http://www.swexpo.ru)  
Окна, двери, материалы, комплектующие и оборудование для их производства
-  **BAUSTEIN /КЕРАМИКА И КАМЕНЬ/**  
[www.baustein.ru](http://www.baustein.ru)  
Керамика, натуральный и искусственный камень для строительства и отделки
-  **BETONEX /ЦЕМЕНТЫ, БЕТОНЫ/**  
[www.betonexpo.ru](http://www.betonexpo.ru)  
Цементы, бетоны и изделия из бетона для капитального и ландшафтного строительства; цемент, бетон, сухие смеси, изделия из железобетона
-  **RFI /КРОВЛЯ И ИЗОЛЯЦИЯ/**  
[www.roofexpo.ru](http://www.roofexpo.ru)  
Кровельные, тепло- и гидроизоляционные материалы
-  **ФАСАДНЫЕ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ**
-  **WALLDECO /ОТДЕЛОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ/**  
[www.walldeco.ru](http://www.walldeco.ru)  
Отделочные материалы. Обои, лепнина, расходные материалы и оборудование для их производства, лакокрасочная продукция
-  **ТЕКСТИЛЬ ДЛЯ ДОМА**  
[www.tex-expo.ru](http://www.tex-expo.ru)
-  **CAFLEX /НАПОЛЬНЫЕ ПОКРЫТИЯ/**  
[www.caflex.ru](http://www.caflex.ru)
-  **LIGHTEXPO**  
[www.lightexpo.ru](http://www.lightexpo.ru)