

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>Учредитель журнала:</b> ООО Рекламно-издательская фирма «Стройматериалы»	А.А. Ковалев. 120 лет Клинскому кирпичному заводу – ОАО «Клинстройдеталь» ..... 3
<b>Главный редактор издательства</b> РУБЛЕВСКАЯ М.Г.	<b>ЭКОЛОГИЯ И ОТРАСЛЬ</b>
Журнал зарегистрирован Министерством РФ по делам печати, телерадиовещания и средств массовой информации ПИ №77-1989	А.П. Прошин, Е.В. Королев, Е.Г. Калинин. Структура и свойства модифицированного серного вяжущего ..... 6
<b>Главный редактор</b> ЮМАШЕВА Е.И.	Н.В. Личман, Л.В. Кухаренко, И.В. Никитин. Применение технической серы и горно-металлургических отходов в гидротехническом строительстве ..... 10
<b>Редакционный совет:</b> РЕСИН В.И. (председатель)	С.В. Свергузова, Г.И. Тарасова. Получение пигментов-наполнителей из хвостов обогащения железистых кварцитов ..... 13
БАРИНОВА Л.С.	С.А. Широва, С.М. Васина, В.В. Абрамова, А.Х. Хожиева. Шпаклевочный материал на основе вторичного сырья ..... 16
БУТКЕВИЧ Г.Р.	Р.К. Низамов, Р.Р. Галеев, Л.А. Абдрахманова, В.Г. Хозин, Н.И. Наумкина, Т.З. Лыгина. Обоснование эффективности наполнения ПВХ-композиций тонкодисперсными отходами металлургических производств ..... 18
ВАЙСБЕРГ Л.А.	В.П. Добросоцкий, К.С. Громов, А.В. Малинов, Г.В. Кольцов, М.И. Чубирко, Ю.В. Красовицкий, В.Г. Иванова, Б.Г. Колбешкин, М.Н. Кузнецова. Технологические пылевые выбросы и пути оздоровления условий труда при производстве строительной керамики ..... 20
ВЕРЕЩАГИН В.И.	<b>МАТЕРИАЛЫ И ТЕХНОЛОГИИ</b>
ГОРНОСТАЕВ А.В.	А. Мюллер, В.И. Верещагин, С.Н. Соколова. Гранулированные материалы из природного и техногенного сырья ..... 23
ГРИДЧИН А.М.	И.Ф. Шлегель, Г.Я. Шаевич, Л.А. Карабут, В.М. Тонких, А.В. Носков, А.Г. Шишкин, Е.Б. Пашкова. Перспективы производства и применения легкого пористого заполнителя ..... 27
ГУДКОВ Ю.В.	Б.П. Мокряков, В.К. Гладкий. Комплекс автоматизированного оборудования резки и укладки кирпича-сырца для модернизации действующих заводов ..... 30
ЗАВАДСКИЙ В.Ф.	И.А. Лундышев. Малоэтажное строительство с комплексным использованием монолитного неавтоклавного пенобетона ..... 31
КОВАЛЬ С.В.	У. Дилгер. Технологии сухих строительных смесей ..... 32
КОЗИНА В.Л.	В.М. Доронин, Л.Г. Кириллова. Полимерно-битумный рулонный кровельный материал «Бистерол» ..... 34
ЛЕСОВИК В.С.	VI Международная конференция «Инженерия окружающей среды» ..... 36
СИВОКОВ В.С.	<b>Непрерывное архитектурно-строительное образование</b> как фактор обеспечения качества среды жизнедеятельности ..... 40
УДАЧКИН И.Б.	Стратегия кадрового сопровождения регионального архитектурно- строительного комплекса с учетом демографических процессов ..... 42
ФЕДОСОВ С.В.	К вопросу внедрения принципов Болонской декларации в российскую систему высшего образования ..... 45
ФЕРРОНСКАЯ А.В.	Какие кадры нужны строительному комплексу? ..... 47
ФИЛИППОВ Е.В.	<b>РЕЗУЛЬТАТЫ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ</b>
ШЛЕГЕЛЬ И.Ф.	М.Г. Габидуллин, Р.З. Рахимов, А.В. Темляков. Исследование пор керамических строительных материалов с использованием программного комплекса «Структура» ..... 50
<b>Авторы</b> опубликованных материалов <b>несут ответственность</b> за достоверность приведенных сведений, точность данных по цитируемой литературе и за использование в статьях данных, не подлежащих открытой публикации	Т.П. Кочнева, И.Д. Кашеев, Е.А. Никоненко, М.П. Колесникова. Анализ кирпичных глин Северо-Песчанского месторождения ..... 54
<b>Редакция</b> может опубликовать статьи в порядке обсуждения, не разделяя точку зрения автора	В.Ф. Завадский. Новые виды наполнителей для получения ячеистых бетонов ... 56
<b>Перепечатка</b> и воспроизведение статей, рекламных и иллюстративных материалов из нашего журнала возможны лишь с письменного разрешения главного редактора	Опыт ОАО «Пятовское карьероуправление» в центре внимания семинара ассоциации «Недра» ..... 59
<b>Редакция не несет ответственности</b> за содержание рекламы и объявлений	С.В. Федосов, В.Е. Румянцева, Н.Л. Федосова, В.Л. Смельцов. Моделирование массопереноса в процессах жидкостной коррозии бетона первого вида ..... 60
<b>Адрес редакции:</b> Россия, 117997, Москва, ул. Кржижановского, 13 Тел./факс: (095) 124-3296 124-0900 E-mail: mail@rifsm.ru http://www.rifsm.ru	А.К. Гончаров, М.А. Хотеева, А.Н. Полянский. Алгоритм и программа расчета влажностного режима наружных стен с учетом диффузионного и молярного переноса пара ..... 62
	В.И. Калашников, М.Н. Мороз, В.Ю. Нестеров, В.Л. Хвастунов, П.Г. Василик. Минерально-шлаковые вяжущие повышенной гидрофобности ..... 64
	В.П. Ярцев, Н.В. Лысенко. Влияние агрессивных воздействий на прочность и долговечность пенополиуретана в теплоизоляции зданий ..... 68
	Развитие метрологии и ее роль в научных исследованиях ..... 70
	Выставка «Glasstec» – барометр конъюнктуры мировой стекольной промышленности ..... 75

Главному редактору журнала  
«Строительные материалы»  
Е.И. Юмашевой

Уважаемая Елена Ивановна!

От всей души поздравляю Вас и весь ваш коллектив с юбилеем журнала «Строительные материалы».

Ваш журнал, ставший сегодня одним из основных источников научно-технической информации в области технологий строительных материалов, несомненно, является связующим звеном между производителями материалов, строителями, проектировщиками и научными сотрудниками.

Авторитет, завоеванный вами у специалистов отрасли, определяется высоким профессионализмом в подаче материалов, глубокой проработкой наиболее актуальных вопросов современного строительства.

Желаю Вам и всему коллективу редакции дальнейшей плодотворной работы, профессиональных успехов и благополучия.

**Депутат Государственной думы  
Федерального собрания РФ,  
член комитета  
по промышленности,  
строительству  
и наукоемким технологиям**

**В.И. Смоленский**

Главному редактору журнала  
«Строительные материалы»  
Е.И. Юмашевой

Уважаемая Елена Ивановна!

Поздравляем Вас, коллектив редакции и членов редакционного совета с 50-летием журнала «Строительные материалы».

Полвека журнал является одним из самых востребованных и авторитетных изданий среди производителей и ученых, работающих в области строительного материаловедения и смежных прикладных наук.

В течение всех лет существования журнал уделял большое внимание освещению таких важных проблем, как использование отходов различных отраслей промышленности и вторичных ресурсов в технологиях производства строительных материалов, промышленной экологии. В последние годы это тематическое направление расширилось за счет публикаций, посвященных вопросам комплексного использования минерального сырья, рационального природопользования, — решение которых является неотъемлемой составляющей повышения качества жизни людей. А это одна из основных задач научного сообщества.

Желаем коллективу журнала достойно продолжать традиции издания научно-технической периодики, заложенные видными учеными.

**Вице-президент  
Российской Академии  
естественных наук**

**В.Ж. Аренс**

Главному редактору  
научно-технического  
и производственного журнала  
«Строительные материалы»  
Юмашевой Е.И.

Уважаемая Елена Ивановна!

Ученый совет, ректорат и коллектив Новосибирского государственного архитектурно-строительного университета (Сибстрин) сердечно поздравляют Вас и коллектив редакции с 50-летним юбилеем журнала «Строительные материалы».

Журнал «Строительные материалы» для многих ученых Сибирских вузов, исследователей, производителей и начинающих специалистов является источником рафинированной технической информации с одной стороны и трибуной для представления собственных разработок и исследований с другой. С благодарностью хочется отметить бережную работу редакторов с авторскими материалами и высокий профессионализм в подготовке статей к публикации.

Желаем Вам и коллективу редакции крепкого здоровья, благополучия, удачи во всех начинаниях и творческих успехов.

**Ректор НГАСУ  
(Сибстрин)**

**А.П. Яненко**

Редакции журнала  
«Строительные материалы»

Уважаемые коллеги, дорогие друзья!

В этом году вы отмечаете 50-летний юбилей журнала «Строительные материалы». Несмотря на солидный возраст, журнал молод и энергичен, в полном расцвете сил. С годами растет авторитет журнала и опыт сотрудников редакции, которые ответственно, со знанием дела выполняют свою нелегкую работу по поиску и продвижению перспективных разработок для отрасли.

Институт новых технологий и автоматизации промышленности строительных материалов поздравляет редакцию и читателей с юбилеем журнала.

Мы желаем, чтобы журнал был востребован во все времена, с ним сотрудничало как можно больше талантливых авторов. Сотрудникам редакции желаем крепкого сибирского здоровья, простого человеческого счастья, чтобы работа всегда была в радость.

**Дирекция и сотрудники Института новых  
технологий и автоматизации промышленности  
строительных материалов (Омск)**

# 120 ЛЕТ Клинскому кирпичному заводу – ОАО «Клинстройдеталь»



**Открытое акционерное общество «Клинстройдеталь» имеет одну из самых долгих историй среди промышленных предприятий в Клинском районе Московской области. В июле 2005 г. ему исполнилось 120 лет.**

**В 1885 г. в Клинском уезде Московской губернии был основан «Городской кирпичный завод на городской земле». На нем начали выпускать различные керамические изделия: кирпич, изразцы, черепицу и посуду. Как и на всех предприятиях того времени на заводе преобладал тяжелый ручной труд, обжиг кирпича производился в напольных печах. Его выпуск составлял 300 тыс. шт. в год.**

Вместе со страной кирпичный завод пережил революционные потрясения и гражданскую войну, и в 1933 г. вновь заработал. Производство было сезонным с использованием сушильных сараев и кольцевой печи обжига. Для формовки кирпича был установлен пресс «Энриг», его производительность составляла 10–12 тыс. шт. кирпича в смену. Резка и укладка кирпича производилась вручную. Формовали кирпич-сырец с апреля по сентябрь, а в зимний период его обжигали. При заводе была своя конюшня, так как глину и вагонетки с кирпичом транспортировали конной тягой и единственной автомашиной «полуторкой».

В 1941 г. город был захвачен фашистами. Завод был остановлен, рабочих эвакуировали в дальние деревни Слободу и Борщево. После освобождения г. Клина в декабре 1941 г. завод возобновил свою работу в кратчайшие сроки, – требовалось восстанавливать самые необходимые объекты, поставлять строительный материал для нужд инженерных войск фронта.

Одними из первых руководителей завода были директор Тябликов Николай Семенович, начальниками цеха по производству кирпича – Зубов Дмитрий Михайлович, Пантеев Матвей Анисимович.

В 1960 г. завод перешел на круглогодичное производство кирпича с применением современного формовочного оборудования, двух механизированных сушильных блоков. В двух цехах были построены туннельные печи обжига с использованием в качестве топлива угля, мазута с последующим переходом на природный газ. Годовой выпуск был доведен до 32 млн шт. усл. кирпича.

В 1963 г. для кирпичного цеха № 1 был приобретен и смонтирован автомат укладчик конструкции Арутюнова-Антокольского, что позволило отказаться от ручного труда по укладке кирпича на сушильные вагонетки и значительно сократить тяжелый физический труд рабочих в формовочном отделении.

В 1969 г. Клинский кирпичный завод начал развиваться как комбинат строительных материалов. С целью более полного удовлетворениястроек области строительными материалами и конструкциями был запущен цех по производству железобетонных изделий: дорожных плит и плит перекрытия.

В 1970 г. введен в эксплуатацию цех по производству керамзитового гравия с двумя обжиговыми печами. Новый вид продукции сразу стал востребован предприятиями и стройками Московской области для производства керамзитобетона, теплоизоляционных засыпок и других нужд. В 1986 г. начал работу цех усадебного домостроения по производству стеновых железобетонных панелей для строительства жилых домов на селе.

В 1989 г. выпуск продукции составил: кирпич – 37,4 млн шт., керамзитовый гравий – 187 тыс. м<sup>3</sup>, железобетонные изделия для домов – 24,8 тыс. м<sup>3</sup>. Коллектив завода неоднократно признавался победителем соревнований среди предприятий стройиндустрии Московской области.

Но не только выполнение плана было предметом забот руководства предприятия и города. Вместе с заводом рос и благоустраивался рабочий поселок, строились жилые дома, детские сады, развивалась современная инфраструктура.



Так выглядел Клинский кирпичный завод до войны



В послевоенные годы завод работал по устаревшей технологии с использованием тяжелого ручного труда







С именем генерального директора В.В. Ермоленко, возглавившего завод в 1999 г., коллектив связывает начало возрождения завода в новых социально-экономических условиях



Заводоуправление ОАО «Клинстройдеталь»



Руководители кирпичного цеха №1 (слева направо): начальник цеха Юрасов С.Е., мастер смены Рыжова В.М., зам. начальника цеха Загороднюк Е.Е., зам. начальника цеха по технологии Альберт Л.Е.



Новая линия производства кирпича работает с 2001 г.



Цех производств керамзитового гравия (№4) стабильно работает с 2000 г.

В 1989 г. коллектив завода одним из первых в районе стал арендным предприятием, а в 1993 г. решением общего собрания акционеров Клинский завод строительных деталей преобразован в открытое акционерное общество «Клинстройдеталь».

Процессы перестройки в экономике страны негативно сказались и на жизни завода. Вновь усилиями руководства и коллектива предприятию предстояло выстоять в новых экономических условиях и занять достойное место в обновленной промышленности региона. Одним из крупных потребителей продукции, в основном керамического кирпича, был строительный комплекс Подмосковья, масштабы работы которого резко сократились. Значительно снизился выпуск продукции и на заводе, который к 1998 г. составил: кирпич — 13,1 млн шт., керамзитовый гравий — 32 тыс. м<sup>3</sup>, блоки бетонные стеновые — 4,1 тыс. м<sup>3</sup>.

Для сохранения завода в качестве крупного производственного объединения и что очень важно, высококвалифицированных кадров предприятия, было принято решение об организации производства прогрессивных строительных материалов, создания работоспособного, стабильного коллектива, реорганизации производства, внедрении новых технологий.

За короткое время было восстановлено все производство. Два кирпичных цеха и цех керамзитового гравия, ранее работающие по сезонному графику, заработали круглогодично на полную проектную мощность.

Большой личный вклад в возрождение завода вносили многие его работники. В 2001 г. под руководством начальника кирпичного цеха №1 Юрасова С.Е. и при непосредственном участии бригадира слесарей-ремонтников Аксенова В.Ф. в цехе была установлена новая линия на базе прессы СМК-506 производства Могилевского завода «Строммашина», а также автомат многострунной резки кирпича СМ-349 производства Чебоксарской фирмы «Автоматстром», которые заменили устаревшие пресс СМК-325 и полуавтомат однострунной резки. В 2003 г. вновь была проведена реконструкция. Установленные валцы СМК-516 со шлифовальными устройствами позволили улучшить переработку глины. Традиционная схема оснащения сушильного барабана цепями была заменена на систему трубчатых теплообменников. Установлены дырчатые валцы с бронями для гранул до сушильного барабана, что позволило снизить карьерную влажность глины на 3–4%. Была изменена схема укладки кирпича на вагонетки. Все это плюс стабилизация работы позволило увеличить производительность цеха с 40 тыс. шт. кирпича в сутки в 1995 г. до 100 тыс. шт. кирпича в сутки в 2003 г.

После неритмичной работы и длительных простоев стабильно заработал с 2000 г. цех производства керамзитового гравия (№4). Керамзит нового качества активно востребован на стройках Московской области и за ее пределами.

ОАО «Клинстройдеталь» разрабатывает собственный карьер на Высоковском месторождении глин. Руководит карьером начальник цеха Горяинов Н.Д. — опытный инженер. Чтобы бесперебойно обеспечивать керамические цеха завода качественным сырьем требуется не только высокая квалификация руководителя подразделения, но и слаженная работа коллектива. Высокая ответственность по обслуживанию, ремонту и обеспечению безаварийной работы карьерной техники лежит на механике Журове А.И., ветеране завода слесаре-ремонтнике Алдошине И.Е.

За долгие годы работы на заводе многие сотрудники стали действительно высококлассными специалистами, способными решать сложные технологические и организационные задачи. Среди них, например, заместитель начальника кирпичного цеха №2 по производству и технологии Александрова Н.Н.

После семи лет простоя был переориентирован на выпуск бетонных стеновых камней и блоков цех №3, ранее выпускавший железобетонные изделия. В 2000 г. для этих целей был приобретен вибропресс «Компакта-600», в 2003 г. — виброавтомат «Квадр». В настоящее время предприятие уверенно занимает лидирующие позиции по производству этой продукции в Подмосковье.

В мае 2005 г. завершилась реконструкция цеха по выпуску товарного бетона (№5) с установкой современного оборудования производства германской фирмы KAWAG Wiggert+Co. Новый бетоносмесительный узел по выпуску товарного бетона производительностью 100 м<sup>3</sup> бетона в час полностью автоматизирован и в настоящее время выпускает до 200 рецептов продукции самого высокого качества.

Следующим этапом реконструкции завода и цеха №5 станет установка самой крупной на севере Московской области линии по производству плит перекрытия.

В 2004 г. производство составило: кирпич керамический полнотелый — 38,9 млн шт.; керамзитовый гравий — 117 тыс. м<sup>3</sup>; камни бетонные стеновые — 24,4 тыс. м<sup>3</sup>.

Качество выпускаемой продукции является предметом неустанной заботы руководства предприятия. ОАО «Клинстройдеталь» имеет постоянные договоры с лабораториями и центрами метрологии; собственное испытательное подразделение полностью укомплектовано кадрами и всеми необходимыми приборами и инструментами, которые постоянно поверяются «Ростестом».

Для нормального функционирования основных производств на заводе имеются все необходимые вспомогательные подразделения. Котельная обеспечивает теплом и горячей водой не только производственные цеха предприятия, но и весь близлежащий поселок. Как только у предприятия появилась возможность, сразу была отремонтирована и начала функционировать заводская столовая.

Грамотно и умело, с большим энтузиазмом и отдачей, постоянной заботой о людях работают на предприятии руководители: главный инженер Лебедев В.И., начальник отдела капитального строительства Таран С.П., начальник цеха №3 Елкин А.Н. Транспортным цехом на протяжении многих лет руководит Клочков А.Н.

Люди всегда были главным капиталом предприятия. В настоящее время в ОАО «Клинстройдеталь» работает 556 человек, из них 194 женщины. За годы существования предприятия на нем сложились целые династии.

Например, общий трудовой стаж семьи Алдошиных составляет 118 лет. Алдошин Иван Егорович, слесарь цеха карьер проработал на заводе 53 года, его жена Алдошина Валентина Егоровна, заготовитель шихты – 42 года, а их дочь Алдошина Нина Ивановна стала инженером, в настоящее время старший технолог ПТО, работает на заводе уже 23 года.

Всей семьей работают на заводе Аксеновы. Василий Федорович, слесарь цеха кирпича пришел работать на завод в 1968 г., двумя годами позже пришла в цех кирпича учетщицей его жена Тамара Михайловна. Их дочь Росушанская Елена Васильевна работает инспектором по кадрам.

Большим уважением пользуются семейные династии Клочковых, Воробьевых, Балык, Косенок, Александровых, Горяиновых, Кузнецовых.

Многолетний и добросовестный труд работников Клинского кирпичного завода был отмечен высокими правительственными наградами. Садчица кирпича Дрюченкова Е.М. награждена орденом «Знак Почета», технолог цеха производства кирпича Козлова Л.П. – орденом «Трудового Красного Знамени», сушильщица цеха производства кирпича Никифорова Г.М. – орденом «Знак Почета», бывший директор завода Любимов В.К. – медалью «За трудовую доблесть», ему также присвоено почетное звание Заслуженный строитель Российской Федерации. За внедрение новой технологии сушки кирпича начальник цеха Колпаков В.С. награжден серебряной медалью ВДНХ СССР, слесарь цеха производства кирпича Васильев Г.П. награжден бронзовой медалью ВДНХ СССР.

Активную роль в общественной жизни ОАО «Клинстройдеталь» играет профсоюзная организация (председатель Флегонтова Светлана Борисовна). Организацию ветеранов, которая в настоящее время насчитывает 220 человек, возглавляет Волченков Александр Васильевич. Со стороны администрации предприятия ветеранам постоянно оказывается материальная помощь, моральная поддержка. Ветераны производства, в свою очередь, передают молодому поколению свои знания, опыт, традиции и ответственное отношение к труду.

На протяжении многих лет ОАО «Клинстройдеталь» тесно сотрудничает с профессиональными учебными заведениями г. Клина, предоставляя учащимся места для прохождения производственной практики, а также рабочие места после окончания учебных заведений. Молодые люди, без отрыва от производства имеют возможность повышать свой профессиональный уровень в высших технических и других учебных заведениях.

С 2000 г. завод возобновил шефство над средней школой №11 и детским комбинатом г. Клина. Многие выпускники школы, после ее окончания приходят работать на завод. С целью привлечения рабочих кадров в 2001 г. силами предприятия построено заводское общежитие на 120 мест. В отремонтированных цехах благоустроены бытовые помещения, работают буфеты, сауны.

**ОАО «Клинстройдеталь» приглашает на работу выпускников высших учебных заведений и квалифицированных специалистов для работы на керамических и бетонных производствах. На нашем предприятии вы найдете не только интересную работу, достойную заработную плату, перспективу карьерного роста, но и надежных товарищей.**

Прочные традиции, сложившиеся за 120-летнюю историю завода, усилия коллектива по развитию и совершенствованию технологического процесса, внедрению прогрессивных технологий, предпринятые в последние годы, позволили предприятию занять ведущее положение в строительном комплексе Подмосковья.

**Предприятие будет и дальше динамично развиваться, его работники могут быть уверены в завтрашнем дне.**



Цех №3 производит бетонные стеновые камни на новом технологическом оборудовании



Заводская столовая преобразилась



Более полувека работает на заводе трудовая династия Клочковых (слева направо). Александр Николаевич (стаж 35 лет) – начальник транспортного цеха, его жена Александра Александровна (стаж 15 лет) – повар столовой, их дочь Светлана (стаж 6 лет) кладовщик сбыта продукции, а младший брат Михаил Николаевич (стаж 32 года) – водитель



**КЛИНСТРОЙДЕТАЛЬ** [www.klinsd.ru](http://www.klinsd.ru)

Россия, 141600 г. Клин  
Московской обл.,  
Керамический проезд, д. 15-а

Телефон: (09624) 5-81-19, 2-64-17  
Факс: (09624) 2-32-66

(для Москвы и Московской области  
код города 224)

e-mail:  
klinsd@mail.ru, ksd@klinsd.ru



УДК 666.96–4.16:661.2

А.П. ПРОШИН, член-кор. РААСН, д-р техн. наук,  
Е.В. КОРОЛЕВ, канд. техн. наук, Е.Г. КАЛИНКИН, инженер,  
Пензенский государственный университет архитектуры и строительства

## **Структура и свойства модифицированного серного вяжущего**

Мировой рынок серы в последние годы, а также в прогнозируемом будущем имеет устойчивую тенденцию к превышению производства над потреблением (рис. 1). Это связано с производством попутной серы при переработке постоянно возрастающих объемов серосодержащего углеводородного сырья, более глубокой очисткой различных продуктов нефтепереработки, отходящих и дымовых газов и др.

Анализ работ в области использования серы показал, что наиболее крупномасштабным потребителем серы может являться строительная отрасль. Более 20 лет в России проводятся работы по созданию технологий получения строительных материалов из серы. В основном исследования ведутся по двум направлениям:

- создание серных бетонов различного назначения;
- разработка составов сероасфальтобетонов.

В ряде работ показана целесообразность применения серных бетонов для изготовления элементов дорожных покрытий – тротуарной плитки, торцовых шашек, бортовых камней, дорожных ограждений; конструкций, подверженных солевой агрессии, – полов, сливных лотков, фундаментов; инженерных сооружений – коллекторных колец, канализационных труб; очистных сооружений; футеровочных блоков. При этом многие исследователи отмечают, что качество серных материалов зависит от структуры и фазового состава серы. Однако полимерная сера является неустойчивой модификацией, реверсирующей со временем в кристаллические формы, что сопровождается возникновением высоких внутренних напряжений, которые суммируются с эксплуатационными нагруз-

ками, являются источниками образования структурных дефектов, значительно снижающих долговечность конструкций. Для предотвращения процесса перекристаллизации в расплав серы вводят различные модификаторы (в настоящее время известно более 70 видов добавок [1]), которые не только стабилизируют полимерную модификацию, но и изменяют условия кристаллизации, аллотропный состав, структуру и свойства серы.

В работе [2] установлена зависимость прочности серных материалов от содержания полимерной модификации и показано, что оптимальное ее содержание составляет 6–8% от массы серы.

В данной работе представлены результаты исследования влияния органических добавок предельного (парафин, стеариновая кислота, тиокол), непредельного (линолевая кислота, кедровое масло) и ароматического рядов (бензол, бензойная кислота, ксилол).

Исследования проводили на образцах с геометрическими размерами 20×20×20 и 40×40×160 мм. Добавки вводили в количестве, соответствующем их растворимости в расплаве серы, то есть от 0,25 до 4%. Образцы изготавливали по следующей методике. В расплав серы вводили добавку, тщательно перемешивали, выдерживали расплав 15–60 мин при температуре 150–160°C и формовали образцы. Охлаждение образцов осуществлялось в естественных условиях при температуре воздуха 20±2°C. Через 7 сут после изготовления образцы были подвергнуты испытаниям.

Методами оптической микроскопии и рентгенофазового анализа исследована структура шлифов серных образцов (табл. 1, рис. 2–5). Анализ экспериментальных данных показывает, что сера в условиях эксперимента имеет крупнокристаллическую структуру (средний размер кристаллов 3,75 мкм), характерную для α-модификации серы, и развитую сетку трещин. Вследствие не-

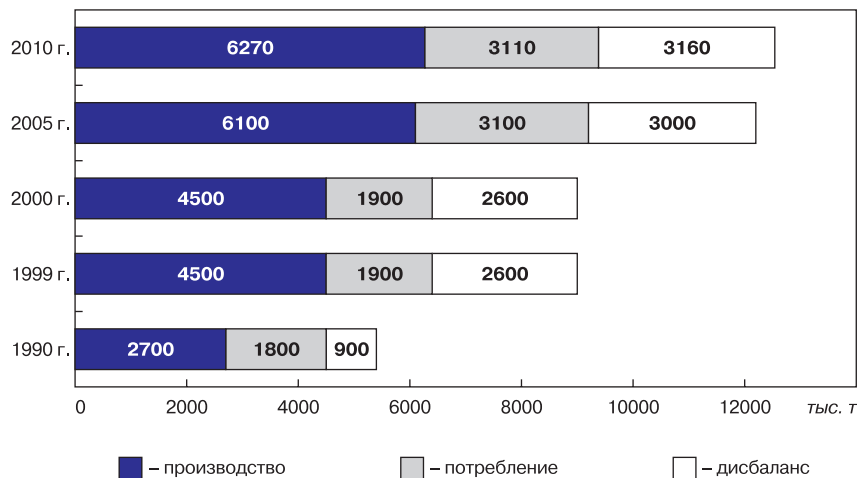
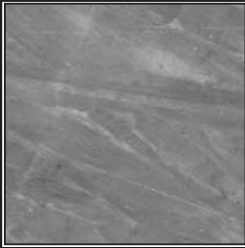


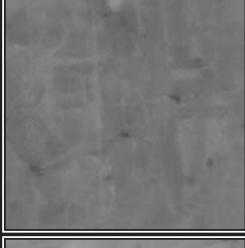



Рис. 1. Производство и потребление серы в России по данным ВНИИГАЗа

Результаты оптического исследования структуры образцов серного вяжущего

Образец	Фото	Увеличение	Размер кристалла, мм	Описание
Сера		×128	3,75	Кристаллическая структура
Сера, модифицированная 1% парафина		×224	1,95	Кристаллическая структура
Сера, модифицированная 1% стеариновой кислоты		×224	1,68	Кристаллическая структура
Сера, модифицированная 1% бензола		×224	2,38	Кристаллическая структура
Сера, модифицированная 1% ксилола		×224	1,68	Кристаллическая структура

равномерного охлаждения в образце образуется центральная усадочная пора, пронизанная столбчатыми кристаллами, ориентированными параллельно отводимым от ограждающих поверхностей тепловым потокам. Внешние слои образца имеют мелкокристаллическое строение с трудно определимой ориентацией кристаллов.

Сетка трещин формируется в зоне, прилегающей к центральной поре, что достаточно хорошо объяснимо в рамках модели кристаллизации, предложенной И.Л. Миркиным [3]. Длина трещин достигает 1/2 характерного размера образца.

Наличие таких дефектов и их геометрические размеры свидетельствуют о возникновении в сере внутренних напряжений первого рода, не связанных с аллотропными превращениями. Величину таких напряжений можно регулировать режимом охлаждения материала. При этом очевидно, что режим охлаждения – скорость охлаждения серных строительных материалов 15°С/ч [4] будет способствовать более равномерной объемной кристаллизации и усадке серы. Это обеспечивает снижение величины внутренних напряжений и дефектности структуры образца [1, 5].

Введение в расплав модифицирующих добавок существенно изменяет структуру серы: наблюдается формирование мелкокристаллической структуры (размеры кристаллов 0,98–2,38 мм), не имеющей или со слабо развитой сеткой трещин (табл. 1). На шлифах серного вяжущего, модифицированного стеариновой кислотой и бензолом, наблюдаются трещины, соединяющие только воздушные поры. При введении парафина, бензола и ксилола наблюдается образование мелкокристаллической структуры с вкраплениями крупных кристаллов, располагающихся в зоне, при-

Таблица 2

## Интенсивность основных отображений серы и серного вяжущего

	Интенсивность основных рефлексов серы с $d$ (Å)			
	3,85	3,44	3,33	3,21
Справочные данные [7]	100	40	25	60
Серя				
Необработанная	100	50,12	34,97	47,5
Обработанная термически	100	58,54	36,18	97,56
Модифицированная серя (серное вяжущее)				
Парафин	100	18,7	37,4	29,77
Линолевая кислота	100	12,88	10,61	34,1
Кедровое масло	45,66	11,32	15,09	100
Бензол	100	10,45	22,39	21,64
Бензойная кислота	100	16,47	32,16	47,71

Таблица 3

## Прочностные, деформативные свойства и статистические показатели

Добавка	Прочность при изгибе, МПа	Прочность при сжатии, МПа	Модуль упругости, МПа	Коэффициент трещиностойкости	Среднеквадратическое отклонение, МПа	Коэффициент вариации, %
Без добавки	3,58	18,2	6100	0,197	7,73	42,5
Парафин	3,8	13,3	2800	0,285	3,45	25,9
Стеариновая кислота	2,32	13,3	2600	0,173	1,66	13,38
Линолевая кислота	2,93	13,5	2500	0,218	3,91	29,1
Кедровое масло	1,67	13,7	1400	0,122	0,97	7,1
Бензол	3,32	15,2	3500	0,218	3,76	24,83
Ксилол	2,93	12,9	2100	0,227	1,15	8,91
Бензойная кислота	1,64	13,7	4500	0,12	4,11	30,06

легающей к центральной поре. При визуальном анализе шлифов серы, модифицированной линолевой кислотой, обнаружены включения заподимеризовавшейся кислоты, которая оказывает влияние на габитус кристаллов.

Данные оптической микроскопии хорошо согласуются с результатами исследований, проведенных с применением метода рентгенофазового анализа. На рентгенограмме серы отмечаются в основном максимумы, характерные для  $\alpha$ -модификации, и некоторые рефлексы  $\beta$ -модификации кристаллической серы. Сопоставление максимумов на рентгенограммах порошка серы, не подвергнутой термической обработке, и образца серного вяжущего, полученного по принятой технологии приготовления, показывает, что термическая обработка (плавление) приводит к закономерному повышению интенсивности и смещению межплоскостных расстояний в область меньших углов. Это указывает на формирование крупнокристаллической структуры серы в стесненных условиях неравномерного охлаждения и на наличие внутренних напряжений, искажающих строение кристаллов [6]. Кроме того, на рентгенограммах немодифицированной серы имеются максимумы, нехарактерные для  $\alpha$ - и  $\beta$ -модификаций серы. Идентифицировать указанные максимумы не удастся. Наличие таких пиков свидетельствует скорее всего о высокой химической активности серы и ее способности образовывать новые соединения.

Модифицирующие добавки значительно изменяют структуру серы: наблюдается значительное уменьшение интенсивности основных рефлексов серы, свидетельствующее о формировании мелкокристаллической структуры (рис. 2). Сопоставление максимумов на рентгенограммах модифицированной серы с рефлексами кристаллических модификаций серы указывает на образование в процессе кристаллизации в основном  $\alpha$ - и  $\beta$ -модификаций. Однако интенсивности этих максимумов различны (табл. 2).

Анализ табл. 2 показывает, что у исходной серы практически все основные максимумы имеют более низкие интенсивности по сравнению с серой, подвергнутой плавлению и изотермической выдержке. Это указывает на образование новых модификаций, маскирующихся под основные рефлексы серы. По данным работы [8], кристаллическое строение полимерной серы аналогично структуре кристаллической серы (указанные фазы имеют одинаковые

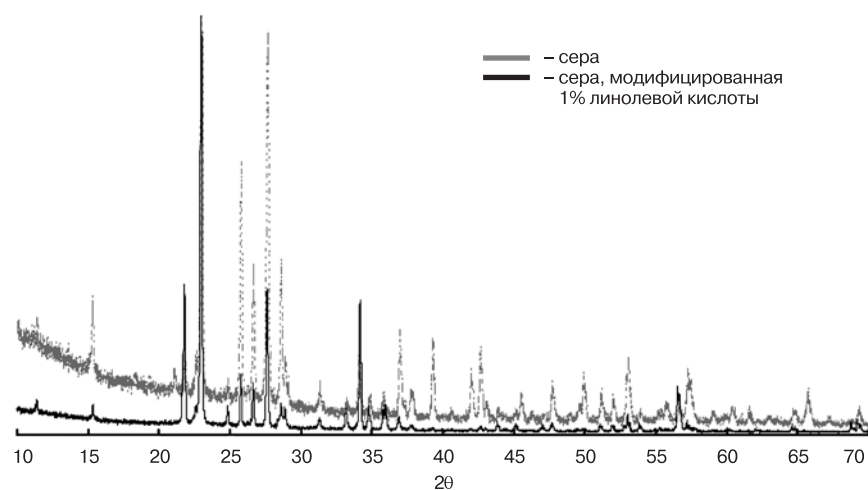


Рис. 2. Рентгенограмма серы, модифицированной линолевой кислотой

рентгенографические портреты). Отличия заключаются в интенсивности максимумов и в размытии пиков в диапазонах углов  $2\theta = 22-26$  и  $30-42^\circ$ .

Термическая обработка приводит к дополнительному повышению интенсивности основных отображений серы, что может свидетельствовать



вывать об образовании дополнительного количества новых аллотропных модификаций.

В связи с формированием мелкокристаллической структуры интенсивности максимумов основных рефлексов для модифицированной серы ниже. На рентгенограммах модифицированной серы наблюдается размытие максимумов с  $d = 3,44, 3,33$  и  $3,21 \text{ \AA}$  и объединение их в один широкий пик в диапазоне углов  $2\theta = 24,4-28,8^\circ$ .

Таким образом, анализ экспериментальных данных показывает, что введение исследуемых добавок приводит в условиях проведенного эксперимента (температура расплава  $160^\circ\text{C}$ , продолжительность изотермической выдержки 1 ч) к образованию полимерной серы и некоторых неидентифицированных полисульфидных соединений. Наблюдаемые структурные изменения свидетельствуют также о физико-химическом воздействии модификаторов, проявляющемся в изменении условий кристаллизации серы вследствие адсорбции добавок на растущих кристаллах серы.

Структурные преобразования серы приводят к закономерному изменению ее механических свойств, приведенных в табл. 3.

Из табл. 3 видно, что влияние добавок имеет индивидуальный характер, зависящий от количества и однородности распределения структурных дефектов и внутренних напряжений, возникающих в результате неравномерного охлаждения образцов. Кроме того, из данных табл. 3 видно, что введение добавок повышает статистическую однородность экспериментальных данных: коэффициент вариации уменьшается в 1,41–5,98 раза.

На наш взгляд, показателем, адекватно характеризующим влияние добавок на свойства серы, является коэффициент трещиностойкости. По этому критерию оптимизации для модифицирования серы целесообразно использовать парафин, линолеву кислоту, бензол и ксилол. Возможно также использование стеариновой кислоты.

Важным резервом повышения качества серных материалов является введение дисперсных фаз, которые будут способствовать более равномерному охлаждению и формированию мелкокристаллической структуры материала.

#### Список литературы

1. *Королев Е.В., Прошин А.П., Баженов Ю.М., Соколова Ю.А.* Радиационно-защитные и корро-

зионно-стойкие серные строительные материалы. М.: Палейтип, 2004. 464 с.

2. *Орловский Ю.И.* Особенности технологии производства полимерсеробетонов и изделий на их основе // *Бетон и железобетон.* 1993. № 4. С. 27–29.
3. *Кнородов Б.В., Усова Л.Ф., Третьяков А.В. и др.* Технология металлов. М.: Металлургия, 1974. 648 с.
4. А. с. № 1574573 С 04 В 28/36. Способ изготовления строительных изделий / А.С. Диденкул, И.А. Мицарин, О.Л. Фиговский и др. (СССР), заявл. 01.02.88. Опубл. 30.06.90. Бюл. № 24.
5. *Королев Е.В., Прошин А.П., Ерофеев В.Т., Хрулев В.М., Горетый В.В.* Строительные материалы на основе серы. Пенза: ПГУАС; Саранск: МГУ им. Огарева, 2003. 372 с.
6. *Горелик С.С., Скакков Ю.А., Расторгуев Л.Н.* Рентгенографический и электронно-оптический анализ. М.: МИСИ, 2002. 358 с.
7. *Горшков В.С.* Вяжущие. Керамика и стеклокерамические материалы. Структура и свойства. М.: Стройиздат. 1995. 584 с.
8. Физико-химические свойства серы / Обзорная информация. Сер. «Сера и серная промышленность». М., 1985. 35 с.



Вторая Всероссийская международная конференция по бетону и железобетону



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

**5–9 сентября 2005 г. Москва**

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

**В программе мероприятий:**

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

Дополнительную информацию можно получить на сайтах  
[www.conf.niizhb.ru](http://www.conf.niizhb.ru) [www.rilem.org](http://www.rilem.org) [www.ermco.org](http://www.ermco.org)

---

Информационный спонсор конференции журнал  
«Строительные материалы»®

---

**Оргкомитет**

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

Приднепровская государственная академия  
строительства и архитектуры

**II международный научно-практический семинар**

**ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА  
ПРОИЗВОДСТВА И ПРИМЕНЕНИЯ  
ЯЧЕИСТОГО БЕТОНА В СТРОИТЕЛЬСТВЕ**

**Украина, Днепрпетровск 8–9 сентября 2005 г.**

**Тематика семинара**

- теоретические и технологические аспекты производства ячеистого бетона, в т.ч. изделий из пенобетона и газобетона автоклавного и неавтоклавного твердения
- вяжущие вещества и сырьевые материалы для производства ячеистых бетонов
- добавки в технологии ячеистых бетонов, в т.ч. порообразователи
- оборудование для производства изделий из ячеистого бетона
- использование отходов промышленности в производстве ячеистых бетонов
- жаростойкие ячеистые бетоны
- сухие строительные смеси для устройства стен из ячеисто-бетонных изделий
- применение ячеисто-бетонных изделий в современной строительной практике

---

**Тел./факс: (380 562) 47-16-44**  
**e-mail: [vam@pgasa.dp.ua](mailto:vam@pgasa.dp.ua)**  
**<http://www.pgasa.dp.ua/labconcrete>**

Ученый секретарь Мартыненко Владимир Александрович,  
канд. техн. наук, доцент,  
заведующий лабораторией ячеистых бетонов

Н.В. ЛИЧМАН, канд. техн. наук, Л.В. КУХАРЕНКО, канд. техн. наук,  
И.В. НИКИТИН, инженер, Норильский индустриальный институт

## Применение технической серы и горно-металлургических отходов в гидротехническом строительстве

В результате интенсивного развития горно-металлургической промышленности в ряде регионов России кроме производства конечной продукции ежегодно образуются миллионы тонн отходов. Для их складирования требуются хранилища, имеющие не только максимальную емкость, но и удовлетворяющие условиям охраны окружающей среды. К настоящему времени большинство действующих хвостохранилищ практически заполнено, при этом многие находятся в аварийном состоянии, так как при их строительстве широко использовался метод возведения ограждающих дамб из намывного материала без противифльтрационных экранов (ПФЭ).

Одним из недостатков проектирования и строительства хвостохранилищ в Норильском промышленном районе является либо полное отсутствие противифльтрационных мероприятий, либо их некачественное исполнение. Этим объясняются последующие проблемы хвостохранилищ: потери объемов оборотного водоснабжения, загрязнение поверхностных и подземных вод (хвостохранилище Надеждинского металлургического завода – НМЗ, хвостохранилище Лебяжье), оттаивание вечномерзлых грунтов оснований и сопровождающие их деформации подпорных конструкций, что в последующем приводит к существенным затратам на обеспечение статической и фильтрационной устойчивости сооружений. Поэтому при проектировании и строительстве новых хвостохранилищ следует учитывать, что потери воды из хвостохранилищ через фильтрующие дамбы и ложе не должны превышать нормативных значений для исключения подтопления окружающей территории и загрязнения поверхностных и подземных вод солями тяжелых металлов; уровень воды в прудке не должен быть минимальным, так как при этом резко возрастает площадь пылящих пляжей; конструкция дамбы должна быть устойчивой и гарантировать возможность ее наращивания на любой стадии реконструкции, а также должна предотвращать снос пыли с откосов и

пляжных зон; капитальные затраты на строительство и реконструкцию дамб должны быть минимальны.

Проанализировав известные технологии по созданию противифльтрационных устройств применительно к особенностям криолитозоны Норильского региона, можно сделать следующие выводы и обобщения:

- несмотря на известный положительный опыт применения глинистых грунтов при устройстве экранов на мерзлых основаниях, для условий Норильского района его использование является весьма затруднительным, в первую очередь из-за трудоемкости укладки;
- использование высококоллоидных кольматантов в условиях строительства хвостохранилищ в Норильском промышленном районе без проведения соответствующих исследований в настоящее время не представляется возможным;
- использование пленочных покрытий, несмотря на очевидную высокую их эффективность, затрудняется низкими темпами их устройства, поэтому для климатических условий Норильска (теплый период времени 3–4 месяца) и на больших осваиваемых площадях, требующих специальной предварительной подготовки основания, применение в качестве ПФЭ пленочных покрытий возможно только при высоких материальных и финансовых затратах;
- технологии с применением цементных растворов, бетонов и асфальтобетонов, учитывая географическую обособленность

Норильского региона, трудозатратны и дорогостоящи.

Приведенный краткий обзор мероприятий по устройству противифльтрационных экранов, разработанных в последнее время, позволяет сделать вывод, что все они при выполнении требований снижения или полного недопущения фильтрации из накопителя обладают одними и теми же недостатками – достаточно сложной технологией строительства, высокими трудозатратами и стоимостью. Кроме того, на действующих хвостохранилищах, на заболоченных и заозеренных территориях проектируемых объектов, крутых склонах их устройство будет невозможно.

Учитывая положения концепции развития горно-металлургического комплекса ЗФ ОАО «ГМК «Норильский Никель», в соответствии с которыми предполагается увеличение годовой мощности перерабатываемой руды, можно предположить, что количество отходов будет постоянно возрастать. Таким образом, возникает весьма важная проблема не только безопасного и экологически чистого складирования отходов, но и поиска технологий их утилизации.

Одним из перспективных направлений вторичной утилизации отходов производства является использование их в качестве компонентов для получения новых строительных материалов, которые могут найти применение как на действующих хвостохранилищах, так и на проектируемых, а также на других объектах Норильского промышленного района. В частности, строительные материалы на основе серного связующего обладают



Рис. 1. Образцы № 6, № 8. Щебень серозольный и серохвостовой, фракции 10–20, залитый модифицированной серой



Рис. 2. Образец № 6 (серозольный щебень, пропитанный модифицированной серой) после разрушения

Таблица 1

Наименование отходов	Массовая доля оксидов, %								
	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MgO	CaO	Na <sub>2</sub> O + K <sub>2</sub> O	SO <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	S	Cu
Отвальные хвосты нейтрализации НМЗ	38,56	2,3	2	10	–	–	37	10	0,14
Зола ТЭЦ	57,24	24,37	1,81	7,3	8,35	0,93	–	–	–

Таблица 2

Компоненты	Массовая доля компонентов в составах, %					
	1	2	3	4	5	6
Сера	45	47,5	50	61,8	63,7	65,6
Отвальные хвосты нейтрализации НМЗ	52,7	50,1	47,5	–	–	–
Зола ТЭЦ	–	–	–	36	34	32
Дициклопентадиен	2,3	2,4	2,5	2,2	2,3	2,4
Показатели качества						
Прочность при сжатии, МПа	37,6	38,2	37,7	25,8	26,6	26,2
Водопоглощение, %	0,05	0,04	0,05	1,1	1	1
Коэффициент коррозионной стойкости в 94%-ной H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	0,99	0,99	0,99	0,9	0,91	0,91

Таблица 3

№ образца	Состав композиции	Фракция серощебня, мм	Степень пропитки	Основные свойства			
				ρ <sub>о</sub> , кг/м <sup>3</sup>	W, %	R <sub>сж</sub> , МПа	R <sub>изг</sub> , МПа
1	Серозольный щебень, пропитанный немодифицированной серой	5–10	Равномерная до дна	2080	0,1	18,8	1,7
2		10–15		1754	0,1	17,1	1,5
3		10–20		1907	0,2	17,4	1,6
4	Серозольный щебень, пропитанный модифицированной серой	5–10	Равномерная до дна	2024	0,1	21,5	2,3
5		10–15		1865	0,1	21,1	2,1
6		10–20		1887	0,2	20,2	1,9
7	Серохвостовой щебень, пропитанный немодифицированной серой	10–20	Равномерная до дна	1895	0,2	18	1,8
8	Серохвостовой щебень, пропитанный модифицированной серой	10–20	Равномерная до дна	2122	0,2	26	1,9
9	Серохвостовой щебень, пропитанный модифицированным серозольным вяжущим	10–20	Равномерная до дна	2040	0,1	22	1,8

незаменимыми в гидротехническом строительстве свойствами: повышенной плотностью, водонепроницаемостью, высокой прочностью, химической стойкостью и повышенной морозостойкостью, что особенно важно для районов Крайнего Севера.

Для получения гидротехнических серосодержащих композиций в Норильском промышленном регионе имеется достаточное количество технической серы ГОСТ 127.1–93 и тонкодисперсных техногенных отходов – отвальных хвостов нейтрализации НМЗ и золы ТЭЦ, химический состав которых приведен в табл. 1.

На их основе можно получить серное связующее, модифицированное дициклопентадиеном (ДЦПД), и искусственный щебень по известной

технологии [1]. При исследовании связующего испытания проводили на образцах различных составов (табл. 2).

При получении серозольного вяжущего в качестве связующего использовали техническую серу ГОСТ 127.1–93, модифицированную ДЦПД и тонкодисперсным наполнителем – золой ТЭЦ. В серозольном вяжущем оптимального состава массовое отношение серы и золы соответствует 1,92:1.

Искусственный щебень получали путем охлаждения серного вяжущего с последующим его дроблением и рассеиванием на различные фракции, мм: 5–10; 10–20; 20–40. В дальнейшем щебень использовали при подборе составов различных материалов, которые могут служить

противофильтрационным материалом и заменой металлургического шлака при отсыпке призм под распределительный пульпопровод. Для этого щебень разных фракций заливали расплавом серы, а также расплавленным серозольным вяжущим для получения образцов серосодержащих материалов. Образцы готовились в виде кубиков 7×7×7, 10×10×10, 20×20×20 (рис. 1). Характеристики испытанных образцов приведены в табл. 3. Определения коэффициентов фильтрации всех материалов показали, что все образцы были водонепроницаемы.

Характер разрушения образцов на серосодержащих компонентах позволяет сделать вывод, что в основном образцы разрушались как



Наименование параметра	Металлургический шлак	Металлургический шлак с заполнителем из отвалных хвостов	Серозольный щебень	Серозольный щебень, пропитанный модифицированной серой
Плотность, кг/м <sup>3</sup>	1800–200	200–2400	1800–2200	2000–2500
Удельное сцепление, МПа	0,01	0,05–0,2	0,04–0,08	3–12
Угол внутреннего трения (угол естественного откоса), градус	35–40	30–35	28–33	35–40
Коэффициент фильтрации м/сут	20–50	0,01–1	5–50	0

качественный бетон (рис. 2). Как видно из рисунков, структура образцов равномерная.

Основными параметрами материала, обеспечивающего устойчивость ограждающих дамб хвостохранилищ, являются: плотность ( $\rho_0$ ), удельное сцепление и угол внутреннего трения, водопроницаемость ( $W$ ) как намывного массива, так и материала (шлак металлургических заводов), используемого для отсыпки дамб под распределительный пульпопровод.

Сравнительная характеристика серосодержащих материалов и металлургического шлака приведена в табл. 4.

Таким образом, физико-механические характеристики серосодержащих материалов существенно выше применяемых в настоящее время материалов. Оценочные расчеты устойчивости ограждающей дамбы, проведенные по двум вариантам: а) существующая тех-

нология (металлургический шлак); б) использование серосодержащих материалов, показывают, что значения коэффициента устойчивости с применением серосодержащих материалов повышаются на 10–15%.

Нами были разработаны рецептуры серосодержащих материалов на основе технической серы, золы ТЭЦ, а также отвалных хвостов нейтрализации НМЗ. Полученные материалы могут быть использованы для обеспечения фильтрационной и статической устойчивости действующих, строящихся и проектируемых хвостохранилищ.

Наиболее перспективными направлениями использования предлагаемых материалов для условий Норильского промышленного района могут быть устройство противофильтрационных экранов намывным способом с последующим созданием плеч-

ных покрытий на основе местных строительных материалов с применением технической серы; совмещение противофильтрационных устройств с сооружением дамб в виде монолитных конструкций из серных бетонов.

Новое направление в обеспечении фильтрационной устойчивости хвостохранилищ, основанное на использовании серосодержащих материалов, позволит повысить экологическую безопасность сооружений; обеспечить статическую устойчивость подпорных конструкций; утилизировать отходы горно-металлургической отрасли и техническую серу в новые строительные материалы.

#### Литература

1. Кухаренко Л. В., Личман Н. В. и др. Закладочные бетоны с использованием техногенного сырья // Строит. материалы. 2004. № 12. С. 34–35.

Российское научно-техническое общество строителей  
Российская академия архитектуры и строительных наук  
ВНИИСТРОМ им. П.П. Будникова

Международная научно-практическая конференция

## «Гипс, его исследование и применение»

посвященная 120-летию со дня рождения П.П. Будникова  
25–27 октября 2005 г. Москва

#### Тематика конференции

- Сырье для производства гипсовых вяжущих и изделий.
- Теоретические основы твердения гипсовых вяжущих веществ.
- Современные методы исследования свойств гипсовых вяжущих и изделий.
- Строительная теплофизика и акустика при применении изделий из гипса.
- Новые разработки в области гипсовых вяжущих и изделий.
- Гипс в строительстве и архитектуре.
- Эколого-экономические аспекты производства и применения гипсовых вяжущих и изделий в строительстве.
- Состояние нормативно-технической базы в области производства и применения гипсовых вяжущих и изделий.

К проведению конференции готовится сборник докладов.  
Доклады принимаются до 25 августа 2005 г.

#### Оргкомитет

140050 Московская область, пос. Красково, ул. К. Маркса, 117  
Телефон/факс: (095) 557-30-11, 482-39-29  
E-mail: [gips@rescom.ru](mailto:gips@rescom.ru)

## ОАО «НИИСТРОММАШ»

п р е д л а г а е т

- Кирпичные заводы годовой мощностью от 5 до 80 млн. шт. условного кирпича. Полный комплекс услуг или их часть по строительству, реконструкции и техническому перевооружению кирпичных заводов:
  - исследование сырья;
  - разработка бизнес-планов, ТЭО;
  - разработка проектной документации на строительство заводов;
  - комплексное проектирование;
  - комплектная и единичная поставка оборудования;
  - монтаж и пуско-наладка;
  - вывод производства на проектные показатели;
  - поставка запчастей;
  - техническая экспертиза действующих предприятий и оборудования.
- Современные системы автоматического управления и регулирования. Автоматизация проектируемых и действующих производств.
- Заводы по производству ячеистобетонных блоков.
- Автоматизированное оборудование для производства гипсовых и гипсобетонных строительных изделий.
- Участки по формированию S-образной черепицы методом пластического формования для действующих кирпичных заводов.

Россия, 188300 г. Гатчина, Ленинградская область,  
ул. Железнодорожная, 45

Тел. (81371) 396-19, факс (81371) 378-44, e-mail: [niism@gtn.ru](mailto:niism@gtn.ru)

[www.gatchina.ru/business/strommash/](http://www.gatchina.ru/business/strommash/)

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

## Получение пигментов-наполнителей из хвостов обогащения железистых кварцитов

Хвосты обогащения железистых кварцитов (ХОЖК) относятся к одним из многотоннажных неорганических металлосодержащих промышленных отходов. В настоящее время только в хвостохранилищах Стойленского горно-обогатительного комбината (Белгородская область), занимающих более 520 га, находится свыше 60 млн т ХОЖК. Вследствие ветровой и водной эрозии происходит интенсивное загрязнение окружающей природной среды тяжелыми металлами и другими опасными веществами. Учеными подсчитано, что с 1 га поверхности отвала выносятся до 300 т пыли в год.

Хвосты обогащения представляют собой мелкозернистый порошок из отходов горно-обогатительных комбинатов, образуемых при сухой и мокрой сепарации измельченных железосодержащих кварцитов. Основными производителями отходов данного вида являются горно-обогатительные комбинаты, которые перерабатывают железную руду для получения высококонцентрированного железосодержащего концентрата.

Проведенная в работе [1] оценка ресурсной ценности хвостохранилищ на примере Лебединского ГОКа показала, что при намыве хвостов образуются участки, представляющие техногенные месторождения рудного и нерудного минерального сырья.

По данным физико-механических испытаний и химического анализа, изложенным в работе [2], ХОЖК представляют собой тонкодисперсную смесь с удельной поверхностью до 250 см<sup>2</sup>/г, состоящую в основном из кремнезема в виде кварца, гематита, магнетита и других оксидов.

Физико-механические исследования отобранных в различных местах хвостохранилища отходов показали, что по гранулометрическому составу они незначительно отличаются между собой, модуль крупности 0,6–0,8, удельная поверхность около 2500 м<sup>2</sup>/кг. По данным химического анализа, содержание железа в хвостах 10–11,2%, кремнезема 65–70%. С уменьшением размера частиц с 0,63–0,315 мм до 0,315–0,14 мм и менее содержание железа увеличивается до 20%, содержание кремнезема снижается до 60%.

По данным минералогического анализа, ХОЖК включают кварц, магнетит, агрегаты карбоната и гематита, пирит, апатит, амфиболы [3]. Отходы обогащения железистых кварцитов ГОКов, выделяемых в виде тонких фракций, представляют собой качественное кварцевое сырье для производства эффективных строительных материалов. В табл. 1 приведен усредненный химический состав хвостов обогащения железистых кварцитов различных ГОКов.

Закономерное изменение содержания компонентов ХОЖК в зависимости от удаления от места выпуска объясняется гравитационной дифференциацией. Вблизи выпуска пульпы концентрируются минералы, содержащие железо (магнетит, гематит, пирит), а на удалении от выпуска повышается содержание SiO<sub>2</sub> (чистый кварц без отроствок), CaO, K<sub>2</sub>O, MgO, Na<sub>2</sub>O (силикаты, амфиболы, карбонаты). Отмечено также вблизи выпуска повышенное содержание серы за счет накопления пирита.

Следовательно, состав ХОЖК в сухих пляжах значительно отличается от состава вблизи места выпуска. Это же относится и к гранулометрическому составу ХОЖК. С удалением от места выпуска наблюдается повышение содержания мелких фракций 0,1–0,045 мм [4, 5].

ХОЖК Лебединского ГОКа представляют собой темно-серый порошок плотностью 1740 кг/м<sup>3</sup> в естественном состоянии и 1620 кг/м<sup>3</sup> в высушенном; влажностью 9,5%; коэффициент фильтрации 1,1.

Несмотря на множество разработок, посвященных проблеме утилизации ХОЖК, доля их использования остается по-прежнему незначительной. Поэтому одним из актуальных направлений природоохранной работы, рационального использования природных ресурсов является дальнейшая разработка технологий переработки этих отходов и вовлечение их в производство полезной, пользующейся спросом продукции.

Анализ литературных источников, химического состава, агрегатного состояния и дисперсности ХОЖК в сухих пляжах показал, что данные отходы можно использовать в качестве шихты для термического способа получения железоксидных кварцсодержащих пигментов-наполнителей [6].

В Российской Федерации дефицит производства железоксидных пигментов, не обеспеченных отечественным производством, оценивается в 30–70 тыс. т/год [7]. Особенно остро стоит вопрос производства железоксидных пигментов высокой степени дисперсности (0,01–0,5 мкм) для лакокрасочной промышленности. Дисперсность пигментов – основной показатель, определяющий вязкость, стабильность, цвет, укрывистость и другие свойства ЛКМ [8, 9].

В настоящее время основными потребителями железоксидных пигментов являются производители строительных материалов объемного окрашивания: тротуарной плитки по технологии «Бессер», окрашенных стеновых блоков, цветного силикатного кирпича и др.

Целью данной работы явилась разработка малоэнергоемкого способа получения железоксидного пигмента – наполнителя на основе ХОЖК Стойленского ГОКа.

Таблица 1

Предприятия	Массовые доли основных оксидов в ХОЖК, %									
	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	CaO	MgO	TiO <sub>2</sub>	SO <sub>3</sub>	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O
Стойленский ГОК	3,4	70,9	6,4	2,94	3,04	3,1	0,27	0,15	0,92	1,16
Лебединский ГОК	2,27	69,35	10,15	7,55	2,46	2,35	0,02	0,15	1,25	0,59

Таблица 2

Состав шихты	Температура обжига, °С	Цвет пигмента	Укрывистость, г/м <sup>2</sup>	Маслоемкость, г/100г
ХОЖК 99% + Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> 1%	900	Светло-коричневый	26,2	29,5
ХОЖК 99% + Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> 1%	1000	Буро-красный	25,78	34,2
ХОЖК 75% + шлаки 25%	1000	Буро-коричневый	37,12	28
ХОЖК 100%	900	Коричневый	21,8	25
ХОЖК 100%	1000	Темно-красный	43,5	31,1

Известное производство поверхностных кварцевых пигментов-наполнителей (ПКПН) состоит из двух основных стадий: первая – совместное измельчение кварцевого песка с малыми добавками водных солей оксидов металлов, при этом соли адсорбируются на образующихся при измельчении поверхностях кремнезема. Вторая стадия – обжиг, при котором происходит разложение солей и закрепление оксидов на поверхности основы.

Пигментированный наполнитель состоит на 95–97% из природного кварцевого песка и 3–5% присадки, закрепленной на его поверхности и придающей частицам определенный цвет.

В качестве хромофоров служат либо оксиды железа, которые в зависимости от режима обжига дают окраску от ярко-оранжевого до темно-красного цвета, либо смеси солей гептагидрата сульфата железа (II), хлорида железа (III) и карбоната натрия. Сочетание солей двух- и трехвалентного железа способствует получению более яркой окраски. Введение небольших количеств карбоната натрия приводит к образованию силиката натрия, который дополнительно закрепляет пигментированный слой.

Механизм химических и физико-химических превращений, происходящих на поверхности кремнезема при обжиге шихты, достаточно сложен и практически не изучен до конца. Образующаяся пленка оксида на поверхности SiO<sub>2</sub> отличается исключительной прочностью. Она не смывается водой и практически не растворяется в соляной и уксусной кислотах. Это дает возможность предположить, что при обжиге происходит внедрение оксидов и их силикатов в кристаллическую решетку кремнезема. Известен способ переработки кремнеземистого сырья путем измельчения и нагрева в вакууме или атмосфере инертного газа при 200–350°С в течение 20–40 мин с последующей обработкой силанами или силосанами и дальнейшей термообработкой при 400–600°С в течение 10–30 мин [10].

Недостатками указанного способа являются многостадийность, применение дефицитных, дорогостоящих химических реактивов, значительные затраты на добычу сырья карьерным или шахтным способом, кроме того, этот способ переработки не обеспечивает получение окрашенных пигментов-наполнителей.

Наиболее близким по технической сущности и достигнутому результату является способ переработки кремнеземных пород, включающих их измельчение и термообработку, где в качестве кремнеземных пород используют отходы угледобычи [11]. Термообработку проводят при температуре 350–750°С в течение 4–6 ч с последующим измельчением до частиц со средним размером 1–63 мкм.

Предлагаемый нами способ осуществляется по упрощенной схеме: термообработка – помол.

Данная технология в отличие от других и прототипа исключает предварительное измельчение, повторную термообработку, проведение сложных технологических приемов и применение дорогих и дефицитных материалов.

Используемое в данном способе сырье – отходы ГОКов: хвосты обогащения железистых кварцитов, тонкодисперсные частицы, находящиеся в сухих пляжах и до сих пор широко не используемые в промышленности. Поэтому незначительные затраты и низкая себестоимость товарной продукции обусловлены только технологией их переработки до полной утилизации, тем самым полностью выполняются современные экологические требования отходы – в доходы. Кроме того, по разработанному способу не образуется твердых отходов и вредных стоков, а полная утилизация твердых отходов хвостохранилищ ГОКов позволит вернуть отчужденные земли в природопользование.

Правильный выбор и точное соблюдение режима термической обработки ХОЖК имеет исключительное значение, так как именно этот процесс позволяет обеспечить образование на поверхности частиц кварца тонкой пленки хромофора из оксидов железа, придающей различную цветовую окраску пигменту, а также обеспечивает равномерное распределение необходимых кристаллических фаз.

Поскольку основным компонентом является кремнезем, температура обжига очень существенно влияет на его полиморфные превращения.

Еще в 50-е годы И.Г. Лугининой с сотрудниками были предприняты попытки интенсифицировать процессы твердофазового взаимодействия, проводя нагревание порошкообразных прессовок с повышенной скоростью. Суть их сводилась к резкому нагреву исходных образцов, который достигался за счет того, что термообработанные образцы не разогревались вместе с печью, как это обычно делается, а помещались в нее после того, как она была разогрета до заданной температуры. Как выяснилось, такое небольшое изменение условий термообработки дает вполне определенный результат. Скорость процессов синтеза силикатов кальция возрастает на 10–20%. И что особенно важно, режим термообработки существенно влияет на фазовые и полиморфные превращения, реагенты непрерывно активируются благодаря перестройке кристаллической структуры.

Эти работы позволили предположить, что если обжиг начинать с температуры выше фазового превращения кремнезема в β-квистобалит, то можно получить прочные структуры на основе α- и β- кварца.

Исследования зависимости цвета образцов от температуры обжига показали, что наилучшие результаты получены при первоначальном разогреве печи до 400°С, а затем с шагом в 100°С в течение 4–5 ч до 1000°С.

Оптимальная температура обжига лежит в пределах 900–1000°С при продолжительности процесса 4–5 ч.

В лабораторных условиях были получены пигменты, которые в зависимости от состава шихты имели различную цветовую гамму. Процесс получения пигмента на основе ХОЖК осуществлялся в печи СНОЛ-4,6 при различных температурах и составах шихты. Были испытаны смеси следующего состава:

– ХОЖК 99% + Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 1%;



- ХОЖК 75% + шлаки ОЭМК 25%;
- ХОЖК 100%.

В результате исследований было установлено, что температура обжига в пределах 900–1000°C оказывает существенное влияние на цвет пигмента: при 900°C он кирпично-оранжевый, а при 1000°C окраска становится более интенсивной и приобретает красновато-коричневый цвет. Наличие же в шихте 1% карбоната натрия благоприятно влияет на интенсивность окраски железооксидного пигмента.

В табл. 2 представлены технические характеристики пигментов.

Как следует из результатов исследований (табл. 2), лучшими показателями по цветности, укрывистости и маслосемкости обладают пигменты, полученные из ХОЖК при температуре обжига 1000°C.

Результаты физико-химических свойств полученного пигмента на основе ХОЖК при обжиге 1000°C в течение 4 ч представлены ниже:

pH водной суспензии	.....8,1
Насыпная плотность, кг/м <sup>3</sup>	.....1030
Укрывистость, г/м <sup>2</sup>	.....43,5
Маслосемкость, г/100 г	.....31,1
Цвет пигмента	.....темно-красный

Таким образом, сравнивая показатели полученного пигмента с известными [8], можно заключить, что данные пигменты можно использовать в качестве наполнителей в различных строительных и лакокрасочных материалах.

Преимуществом данных пигментов является то, что получен фактически окрашенный кварцевый песок, который можно использовать во многих отраслях промышленности. Кроме того, при реализации данного способа решается глобальная экологическая проблема полной утилизации крупнотоннажных отходов горно-обогатительных комбинатов.

#### Список литературы

1. Винчук Б.Г., Мишина И.В. Проблемы обезвоживания, складирования и утилизации хвостов ГОКов. Тезисы докладов всесоюзной научно-технической конференции. Кривой Рог, 25–27 сент., 1990. С. 29–30.
2. Федин А.А. Перспективы использования нерудных горных пород КМА в дорожном строительстве Белгородской области // Сб. трудов МИСИ, БТИСМ. М., 1973. С. 212.
3. Гришина А.А. Воронаева В.В. Ячеистый автоклавный бетон на основе хвостов обогащения железных руд КМА в производстве строительных материалов Сб. трудов МИСИ, БТИСМ. М., 1973. С. 217.
4. Лесовик Р.В. К возможности использования техногенного месторождения песка. Междунар. метод. конференция «Экология – образование, наука и промышленность» / Сб. докладов. Ч. 3. Белгород, 2002. С. 104–108.
5. Юрина Н.И. Коррозионные свойства ячеистого бетона на основе отходов обогащения железистых кварцитов / Сб. трудов МИСИ, БТИСМ. М., 1980. С. 192–193.
6. Ходаков Г.С. Тонкое измельчение строительных материалов. М.: Стройиздат. 1972. С. 211–219.
7. Кочергин А.В., Красной Н.Г. Состояние рынка железооксидных пигментов и пигментированных наполнителей и перспективы использования природного сырья. // Лакокрасочные материалы и их применение. 2003. № 1. С. 3–14.
8. Бельский Е.Ф., Рискин И.В. Химия и технология пигментов. Изд. 4-е, пер. и доп. Л.: Химия, 1974. С. 656.
9. Лакокрасочные покрытия / Под ред. Х.В. Четфилда. М.: Химия. 1999. С. 270.
10. А.с. СССР № 1250015. Способ получения железооксидных пигментов. Не подлежит публикации.
11. Патент РФ 2040535. Способ переработки кремнеземистых пород. Опубл. 27.07.95. Бюл. № 21.

## Компания "ВНИР"

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



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

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



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

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



Комплексные передвижные лаборатории



Отдел продаж: тел./факс +7 (095) 735-6531, 437-9800, 430-0428, 437-2274  
Отдел сервиса и метрологического сопровождения: тел./факс +7 (095) 437-5110  
Адрес: 119361 г. Москва, ул. Озерная, д.44  
Internet: www.vniir.ru E-mail: vniir@aha.ru

Режим работы: с 9:30 до 18:00, выходные - сб, вскр.  
Условия работы: 100% предоплата, отгрузка со склада в Москве.

## Шпаклевочный материал на основе вторичного сырья

Для успешного экономического развития народного хозяйства необходимо создание безотходных технологических процессов, одним из направлений которых является разработка и внедрение композиций, позволяющих использовать отходы одних производств в качестве сырья в других технологических процессах.

Крупнотоннажным отходом химической промышленности при производстве экстракционной фосфорной кислоты является фосфогипс, содержащий от 80 до 95% дигидрата сульфата кальция.

Целью исследований являлось изучение структурно-механических и реологических свойств составов, содержащих фосфогипс, и получение на их основе строительных ма-

териалов с заданными свойствами. Для этого в композиции вводили различные добавки и высокодисперсные наполнители, активно влияющие на технологические и эксплуатационные параметры разрабатываемых материалов.

При изготовлении строительных отделочных материалов, в частности шпаклевок, в качестве связующего применяют костный клей, срок жизнеспособности которого 3–4 дня. Известно, что если в течение этого времени шпаклевка не используется, она теряет свои свойства. Для увеличения срока жизнеспособности и улучшения эксплуатационных характеристик шпаклевок был использован фосфогипс и мраморный шлам. Приготовление

клея проводили в нейтрализованном содой отработанным травильном растворе (ОТР). Соотношение компонентов в исследуемой композиции (мас. ч.): фосфогипс – 4; мраморный шлам – 3,5; 10%-ный раствор костного клея с добавкой хозяйственного мыла и ОТР – 3. Для изготовления раствора костного клея навеску костного клея вносили в предварительно приготовленный раствор ОТР с 0,7% мыла и растворяли при 70–80°C. В раствор клея вносили дозируемое количество мраморного шлама и фосфогипса, тщательно перемешивая до получения однородной консистенции. Через 2 ч проводили физико-механические исследования. Часть приготовленного состава оставляли для изучения срока его жизнеспособности.

Физико-механические свойства разработанных композиций с различным содержанием в растворе ОТР через 2 ч и 25 сут с момента изготовления приведены в табл. 1. Испытания проводили в соответствии с ВСН-66-24-38–79 «Шпаклевка для отделочных работ. Методы испытаний».

Как видно из приведенных данных, с увеличением количества ОТР в растворе от 0 до 5% вязкость шпаклевок через 2 ч увеличивается примерно в 3,5 раза, а напряжение сдвига – в 2,3 раза. Консистенция (подвижность) и плотность изменяются незначительно. Шпаклевка хорошо наносится на поверхность, после высыхания обладает достаточной прочностью.

Вязкость шпаклевки, приготовленной без ОТР, при хранении в течение 25 сут увеличивается в 2,3 раза, а напряжение сдвига – в 1,7 раза. Консистенция и плотность шпаклевки, содержащей ОТР, изменялись незначительно. Шпаклевка не имеет запаха гнили, хорошо наносится.

В табл. 2 приведены физико-механические свойства шпаклевочных материалов в 10% растворе клея при соотношении твердой и жидкой фаз

Таблица 1

Показатели	Концентрация ОТР в 10% растворе клея, %					
	0	0,4	0,7	1	2	5
Вязкость, Па·с	<u>102,7</u> 231,4	<u>69,6</u> 139,3	<u>116,5</u> 265,1	<u>400,3</u> 487,8	<u>261</u> 299,7	<u>363</u> 372,1
Напряжение сдвига, Па	<u>169,7</u> 286,4	<u>268,7</u> 258,9	<u>354,1</u> 268,9	<u>395,4</u> 345,1	<u>395</u> 420,3	<u>395,9</u> 432,7
Подвижность, см	<u>7,3</u> 6,8	<u>7,1</u> 6,7	<u>7</u> 7	<u>7,1</u> 7	<u>7,1</u> 6,9	<u>7</u> 6,9
Плотность, кг/м <sup>3</sup>	<u>1628</u> 1634	<u>1624</u> 1628	<u>1625</u> 1630	<u>1626</u> 1636	<u>1626</u> 1641	<u>1627</u> 1640

**Примечание.** Над чертой – через 2 ч с момента изготовления; под чертой – через 25 сут.

Таблица 2

Системы	Показатели				
	Вязкость, Па·с	Напряжение сдвига, Па	Подвижность, см	Плотность, кг/м <sup>3</sup>	Трещиностойкость, %
Фосфогипс – клей	60,4	173	6,1	1560	100
Фосфогипс – мраморный шлам – клей	11,2	124	6,8	1720	100
Фосфогипс – мел – клей	54,3	266	6,6	1670	100

1:0,4 при концентрации ОТР 1%. В качестве пластификатора использовали мраморный шлам и природный мел.

Как видно из приведенных данных, вязкость и напряжение сдвига шпаклевки состава фосфогипс – мраморный шлам – клей меньше, чем состава фосфогипс – клей и фосфогипс – мел – клей, соответственно в 5,3 и 5 и в 1,4 и 2,1 раза, то есть шпаклевка более пластична.

Объясняется это тем, что фосфогипс в кислой среде (рН 3) имеет на поверхности положительный заряд, а мраморный шлам в нейтральной и щелочной среде (рН 7,5–9) – отрицательный. При внесении мраморного шлама и фосфогипса в композицию происходит коагуляция с образованием новой структуры. Повышение прочности шпаклевки объясняется, вероятно, тем, что на поверхности кристаллов фосфогипса происходит взаимодействие частиц мраморного шлама с фосфорной кислотой, что приводит к образованию ди- и трикальцийфосфата (рН 6–7), которые со временем цементируют составляющие компоненты шпаклевки.

Поверхность природного мела также имеет отрицательный заряд в нейтральной и щелочной средах, но он содержит глинистые минералы, которые распределены равномерно и образуют пленки на поверхности и внутри зерен карбоната, что и объясняет большую вязкость и большее значение напряжения сдвига состава фосфогипс – мел – клей, чем состава фосфогипс – мраморный шлам – клей.

С целью замены костного клея на более дешевое сырье в качестве связующего был использован 6% раствор карбоксиметилцеллюлозы (КМЦ) с добавлением 0,4–0,7% ОТР.

Для изготовления шпаклевки навеску КМЦ в емкости заливали водой, тщательно перемешивали и оставляли на 3 ч для набухания. Перед использованием в массу добавляли ОТР, фосфогипс и мраморный шлам. Соотношение фосфогипс : мраморный шлам : раствор КМЦ в мас. ч. 3,5:2,5:3.

Физико-механические свойства шпаклевок состава фосфогипс – мраморный шлам – раствор КМЦ с добавлением различного количества ОТР через 2 ч и 25 сут приведены в табл. 3.

Из табл. 3 видно, что с увеличением ОТР в растворе карбоксиметилцеллюлозы от 0 до 0,7% вязкость через 24 ч увеличивается в 1,1 раза, напряжение сдвига – в 1,2 раза. Через 25 сут с момента изготовления шпаклевок масс они становятся более подвижными, что характеризуется глубиной погружения стан-

Таблица 3

Показатели	Концентрация ОТР в клее, %		
	0	0,4	0,7
Вязкость, Па·с	<u>182,3</u> 69,6	<u>59,2</u> 30,9	<u>202</u> 17,5
Напряжение сдвига, Па	<u>340,4</u> 314,9	<u>303,1</u> 122,1	<u>406,2</u> 29,8
Подвижность, см	<u>7,1</u> 8,9	<u>7,3</u> 9,4	<u>7</u> 9,8
Объемная масса, кг/м <sup>3</sup>	<u>1682</u> 1670	<u>1684</u> 1662	<u>1688</u> 1660

**Примечание.** Над чертой – через 2 ч после изготовления; под чертой – через 25 сут.

Таблица 4

№	Системы	Показатели				
		Вязкость, Па·с	Напряжение сдвига, Па	Подвижность, см	Плотность, кг/м <sup>3</sup>	Трещиностойкость, %
1	Фосфогипс – раствор КМЦ с жидким стеклом	84,6	252,7	6	1635	100
2	Фосфогипс – мраморный шлам – раствор КМЦ с жидким стеклом	16,8	203	6,6	1672	100
3	Фосфогипс – мел – раствор КМЦ с жидким стеклом	26,9	231,6	6,5	1688	100

дартного конуса Стрейчница в шпаклевоочную массу (см) в соответствии со СНИП Ш-21–73. В отсутствие ОТР вязкость и напряжение сдвига меньше соответственно в 2,6 и 1,1 раза, а подвижность увеличивается на 1,8 см. При внесении в КМЦ отработанного травильного раствора (0,4%) вязкость и напряжение сдвига уменьшаются соответственно в 1,9 и 2,5 раза. Еще более заметные изменения наблюдаются при внесении в раствор КМЦ 0,7% ОТР. Так, вязкость уменьшается в 11,5 раза, а напряжение сдвига – в 13,5 раза; подвижность увеличивается на 2,8 см. Плотность шпаклевок через 25 сут с момента изготовления уменьшилась, что объясняется более жидкой консистенцией полученных составов. Таким образом, полученная на основе фосфогипса, мраморного шлама и КМЦ шпаклевка может длительное время храниться, обладает необходимой жизнеспособностью, хорошо наносится, не отслаивается от поверхности, при высыхании усадочных трещин не образует и обладает достаточной прочностью, но при трении ладонью оставляет слабые следы. Для улучшения адгезионных свойств в композицию добавили от 0,5 до 1% жидкого стекла,

которое вносили непосредственно перед употреблением.

В табл. 4 приведены результаты физико-механических исследований фосфогипсовых систем различного состава с жидким стеклом.

Как видно из приведенных данных, состав фосфогипс – мраморный шлам – раствор КМЦ с жидким стеклом менее жесткий, вязкость этого состава в 5 раз ниже вязкости состава фосфогипс – раствор КМЦ с жидким стеклом и в 1,6 раза ниже, чем вязкость состава фосфогипс – мел – раствор КМЦ с жидким стеклом. Эти данные коррелируют со значениями напряжения сдвига. Для состава №2 напряжение сдвига в 1,24 раза меньше, чем для состава №1, и в 1,14 раза – чем для состава №3. Этот состав обладает хорошей удобоукладываемостью, достаточной прочностью и адгезией в соответствии с требованиями ГОСТ 15140–69.

Таким образом, на основе экспериментальных данных показана возможность получения шпаклевоочного материала на основе фосфогипса и мраморного шлама с использованием в качестве связующего раствора костного клея или карбоксиметилцеллюлозы с добавлением жидкого стекла.



Р.К. НИЗАМОВ, канд. техн. наук, Р.Р. ГАЛЕЕВ, инженер,  
Л.А. АБДРАХМАНОВА, д-р техн. наук, В.Г. ХОЗИН, д-р техн. наук,  
Казанский государственный архитектурно-строительный университет;  
Н.И. НАУМКИНА, канд. геол.-мин. наук, Т.З. ЛЫГИНА, д-р геол.-мин. наук,  
Центральный научно-исследовательский институт геологии  
нерудных полезных ископаемых (Казань)

## Обоснование эффективности наполнения ПВХ-композиций тонкодисперсными отходами металлургических производств

В поливинилхлоридных композициях для производства линолеума, пленок, профильных изделий кроме поливинилхлорида (ПВХ) как связующего содержатся пластификаторы, наполнители, стабилизаторы, пигменты, красители и ряд технологических добавок.

Задача поиска новых ресурсов для использования в качестве многофункциональных компонентов ПВХ-материалов является весьма актуальной. Среди них наиболее многотонажными являются наполнители.

В качестве наполнителей полимерных композитов в основном используют природные минеральные материалы в высокодисперсном состоянии. Однако их рациональному применению препятствуют некоторые ограничения как технико-экономического, так и технического плана.

Традиционно для производства различных строительных материалов используют техногенные отходы металлургических производств. Особенностью их является достаточно стабильный химический состав, связанный с тем, что они уже прошли высокотемпературную обработку. Кроме того, многие из них являются тонкодисперсными час-

тицами, не требующими дополнительного помола.

В качестве наполнителей пластифицированных и жестких материалов на основе ПВХ предлагаются:

- шлак чугунолитейный (ПЧЛ) – железосодержащие отходы Камского литейного завода (г. Набережные Челны, Республика Татарстан), который представляет собой материал с размером частиц до 10 мм, для применения в составе ПВХ-композиций предварительно подвергается тонкому помолу;
- отход электродугового переплава стали Камского завода в виде аспирационной пыли электропечей литейного производства, так называемая бегхаузная пыль (БП), которая может быть эффективно использована в составе рецептур ПВХ-профилей в качестве красящего компонента, обеспечивающего равномерное окрашивание материала от светло-бежевых до темно-коричневых тонов в зависимости от его содержания в композиции [1].

Для жестких и пластифицированных ПВХ-композиций эти продукты могут быть эффективными заменителями каолина, мела, известняко-

вой, доломитовой и кварцевой муки. Этому утверждению предшествует проведенный анализ химического и минерального состава отходов, их гранулометрического состава, и на основании полученной информации выдвинуты рабочие гипотезы о положительном влиянии металлургических отходов на комплекс технологических и эксплуатационных свойств ПВХ-материалов.

В таблице приведен химический состав отходов в процентах для абсолютно сухой навески. Сравнивали 2 пробы бегхаузной пыли, полученной в 2003 и 2004 гг. Химические составы отличаются постоянством: отклонение в содержании основных оксидов ( $\text{SiO}_2$ ,  $\text{CaO}$ ) не превышает 1%.

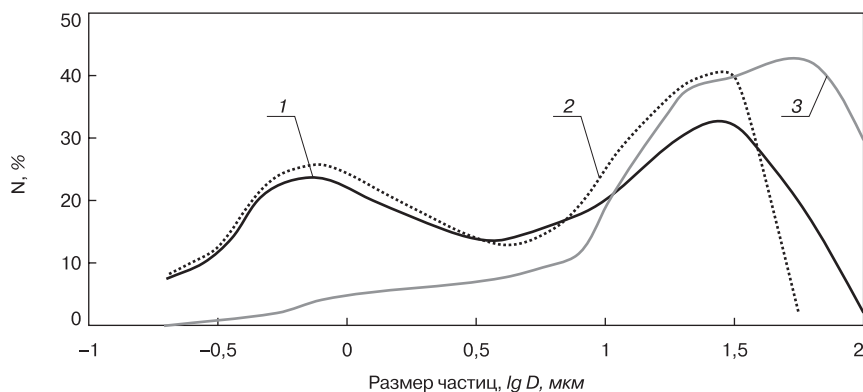
Анализ представленных в таблице данных показывает, что чугунолитейный шлак ПЧЛ по своему химическому составу более близок к традиционным наполнителям ПВХ-материалов – молотому кварцевому песку или известнякам. Бегхаузная пыль представлена в основном оксидами железа, что, естественно, должно привести к специфике ее модифицирующего действия на ПВХ.

Фазовые составы обеих проб бегхаузной пыли показывают их идентичность, где основной фазой является магнетит, кроме того, присутствуют гематит и кварц. По составу они близки к составу коричневого железоксидного пигмента, который отличается более высокой термостабильностью по сравнению с красными и черными пигментами. Кроме того, они предотвращают деструкцию полимерной основы окрашенных материалов.

Шлак ПЧЛ по своему минеральному составу более разнообразен. В большей степени присутствуют силикаты магния и кальция, оксид магния, что должно отразиться на стабилизирующих свойствах шлака в составе ПВХ.

Если химический и минеральный составы в основном могут влиять на такой показатель ПВХ-материалов, как термостабильность, то перерабатываемость расплавов по-

Оксиды	БП-1	БП-2	ПЧЛ
$\text{SiO}_2$	21,39	22,12	39,1
$\text{TiO}_2$	0,07	0,08	0,53
$\text{Al}_2\text{O}_3$	0,92	0,96	7,47
$\text{Fe}_2\text{O}_3$	49,58	49,59	0,79
$\text{FeO}$	7,74	8,83	7,48
$\text{CaO}$	3	2,9	14,17
$\text{MnO}$	2,02	1,99	1,47
$\text{MgO}$	8,41	8,88	26,43
$\text{Na}_2\text{O}$	0,53	0,49	26,43
$\text{K}_2\text{O}$	0,34	0,33	0,13
$\text{P}_2\text{O}_5$	0,08	0,08	0,05
$\text{SO}_3$	0,79	0,32	0,05
Прочие компоненты	4,44	2,89	1,8



Дифференциальные кривые распределения частиц по размерам (в логарифмических координатах): 1 – БП-1; 2 – БП-2; 3 – ПЧЛ. D – диаметр частиц; N – количество фракции в образце

лимера и механические свойства композитов в первую очередь будут определяться дисперсностью частиц наполнителя.

Методом лазерного микрофракционного анализа определены гранулометрический состав наполнителей и удельная поверхность частиц, построены кривые распределения частиц по размерам в диапазоне от 0,1 до 385 мкм. Кривые распределения по размерам частиц представлены на рисунке в логарифмических координатах ввиду большого диапазона размеров.

Для бегхаузной пыли выделяется два диапазона с преобладанием частиц размерами 0,5–1 мкм и


10–50 мкм. Во втором образце БП-2 кривая распределения в области 10–50 мкм более узкая. Это отражается на величине удельной поверхности, которая составляет 48400 см<sup>2</sup>/г, а для первого образца БП-1 величина удельной поверхности несколько ниже – 43300 см<sup>2</sup>/г. Образец шлака ПЧЛ представляет собой более грубодисперсный порошок с преобладанием частиц от 10 до 150 мкм, с максимальным содержанием частиц в диапазоне от 20 до 50 мкм. Его удельная поверхность составляет 7800 см<sup>2</sup>/г. Однако следует отметить, что по классификации минеральных наполнителей

все представленные отходы относятся к высокодисперсным, так как эти значения выше, чем 2300 см<sup>2</sup>/г. В связи с этим следует ожидать при использовании бегхаузной пыли в составе ПВХ-композиций значительного облегчения перерабатываемости. Следует отметить, что чрезмерно высокая дисперсность минеральных кремнеземистых и карбонатных порошков приводит к агрегации частиц, что сказывается отрицательно на свойствах полимерной композиции. Однако в случае бегхаузной пыли этого не наблюдается в силу химической природы поверхности частиц, которые в основном представлены железосодержащими минералами.

Таким образом, полученные данные позволяют рекомендовать рассмотренные техногенные отходы в составе рецептур ПВХ-композиций строительного назначения в качестве минеральных наполнителей. Предварительные исследования рецептур ПВХ-материалов подтвердили их высокий модифицирующий эффект.

#### Литература

1. Патент РФ № 2210579. Поливинилхлоридная композиция. Шакуров Ф.Г., Абдрахманова Л.А., Нагуманова Э.И., Хозин В.Г. Опубл. 20.08.2003.



**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 добелей.  
Максимальное усилие отрыва:  
ПСО-2,5МГ4.....2,45кН (250кгс)  
ПСО-5МГ4.....4,9кН (500кгс)  
ПСО-10МГ4.....9,8кН (1000кгс)

**Влагомер-МГ4У**

Измеритель влажности древесины, бетона, сыпучих по ГОСТ 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 дальномеры.**

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

В.П. ДОБРОСОЦКИЙ, генеральный директор, К.С. ГРОМОВ, инженер, А.В. МАЛИНОВ, канд. техн. наук, Г.В. КОЛЬЦОВ, заместитель директора по экономике и финансам, ПКФ ЗАО «Воронежский керамический завод»; М.И. ЧУБИРКО, д-р мед. наук, Центр Госсанэпиднадзора по Воронежской области; Ю.В. КРАСОВИЦКИЙ, д-р техн. наук, В.Г. ИВАНОВА, инженер, Воронежская государственная технологическая академия; Б.Г. КОЛБЕШКИН, М.Н. КУЗНЕЦОВА, инженеры, Воронежский вагоноремонтный завод им. Тельмана

## **Технологические пылевые выбросы и пути оздоровления условий труда при производстве строительной керамики**

В производстве изделий строительной керамики основными сырьевыми материалами являются пластичные материалы (глина, каолин) и отошающие добавки (кварцевый песок, шамот и др.). Предприятия керамической промышленности оснащены высокопроизводительным оборудованием и ежегодно расходуют около 3 млн т глины, свыше 170 т каолина, более 88 тыс. т кварцевого песка и других сырьевых материалов. Несмотря на то что в последние годы ведутся большие работы по обеспыливанию производственных процессов, суммарные выбросы пыли в атмосферу остаются большими и составляют около 14 тыс. т в год [1, 2].

Складирование исходного сырья и боя плиточного, растривание кусковых сыпучих материалов, загрузка шихты в шаровые и коллоидальные мельницы, молотковые или щековые дробилки, стругачи, подача части сырья в бассейн, помол всех компонентов в мельницах, дробилках или бегунах, классификация на виброситах и повторный помол, дозирование окончательно измельченных материалов и их подача в смесители, обезвоживание шликера и получение пресс-порошка в башенных распылительных сушилках, обжиг подсушенных подставок и изделий в туннельных печах, загрузка шихты во вращающуюся печь при варке фритты и ряд вспомогательных операций связаны с интенсивным выбросом пыли в окружающую среду. При этом широко используют шликерный способ приготовления масс с сушкой шликера в распылительных сушилках, полусухое прессование плиток на прессах, сушкой и обжигом на поточно-конвейерных линиях.

Основные источники пылевых выделений — загрузка материала в щековую, молотковую или комбинированную дробилку; выгрузка материала из дробилок на ленточный конвейер или в элеватор; перегрузка с ленточного конвейера в элеватор; выгрузка пресс-порошка из распылительной сушилки; загрузка шаровых мельниц; сита-бураты, вибросита, прессы, смесители шихты; загрузка фриттоварочных печей.

От каждого источника пылевых выделений при работе технологического оборудования массозаготовительного отделения аспирируется от 900 до 2000 м<sup>3</sup>/ч запыленного воздуха. Интенсивность образования пыли составляет от 1 до 15 кг/ч.

При тепловой обработке сырья и изделий наблюдается наибольшая интенсивность пылевых выделений при аспирации распределительной сушилки. При объеме отходящих от нее газов 10–15 тыс. м<sup>3</sup>/ч количество пыли достигает 300 кг/ч.

Концентрация пыли в воздухе зоны рабочих мест по переделам производства керамических изделий на отдельных предприятиях превышает ПДК (4–6 мг/м<sup>3</sup>) в 8–10 раз [2, 3].

Пылевые выбросы из сушилок и печей зависят не только от циркуляции горячих дымовых газов, но и от

вида топлива, выноса золы и выгорания примесей из сырьевых материалов. Установлено, что наибольших объемов достигают выбросы печей, работающих на угле.

Согласно оценкам [2], выбросы от операций сушки и дробления при отсутствии системы пылеулавливания достигают 40 кг на 1000 кг конечного продукта.

Неорганическая пыль глины, каолина, боя плитки (черепя), полевого шпата содержит до 70% оксидов кремния, пыли древесной, гипса, сварочного аэрозоля и пыли абразивной.

Весьма токсичная неорганическая пыль, имеющая удельную поверхность 3000–5000 см<sup>2</sup>/см<sup>3</sup> и средний медианный диаметр частиц 10–24 мкм, представляет реальную опасность для человека.

Уловленную пыль в керамической промышленности можно вернуть в производство. При сухом способе очистки это осуществляется путем разгрузки аспирационных коллекторов и бункеров от циклонов-пылеуловителей на транспортеры или в бассейны для роспуска массы. При мокром способе очистки воздуха от пыли (этот способ особенно эффективен при использовании его в качестве второй ступени очистки) шлам направляют в отстойники или резервуары запаса.

Степень загрязнения атмосферы и санитарно-гигиенические условия на рабочих местах определяются не только параметрами технологических процессов, но и соотношением мощности аспирационных систем проектным данным, наличием работоспособного и эффективно-го газоочистного пылеулавливающего оборудования и т. д.

Очистка отходящих газов и аспирационного воздуха происходит в основном в одну ступень (73,6% от общего числа технологического оборудования). Двухступенчатую очистку применяют на Ангренском, Дварченском, Армавирском комбинатах, Воронежском и Шекинском заводах. В качестве второй ступени на этих предприятиях используют рукавные фильтры, циклоны-промыватели СИОТ, пылеуловители вентиляторные ПВМ и гидродинамические пылеуловители ГДП [4].

Отрицательное влияние пылей керамического производства на человека определяется суммарным токсикологическим воздействием этих пылей на различные органы. Наибольшему влиянию пыли подвержены органы дыхания, в меньшей степени — кожа, глаза, кровь и пищеварительный тракт. При вдыхании этих пылей возникают пневмокониозы, связанные с отложением пыли в легких и реакцией ткани на ее присутствие. Наиболее распространенной формой пневмокониоза, типичной для керамического производства, является силикоз — заболевание, связанное с систематическим проникновением в легкие пыли, содержащей SiO<sub>2</sub>. Силикоз интенсивно развивается при систематической (более 5 лет) работе с производственной пылью, содержащей свыше 10% SiO<sub>2</sub> [4, 6–8].



При силикозе возникают одышка, кашель, боль в груди, по мере прогрессирования болезни — жесткое дыхание, влажные хрипы в легких, выделение гнойной мокроты. С течением времени при рентгенологическом обследовании обнаруживаются «гнезда» силикозных узелков в легких, которые затем сливаются в сплошные образования. Основное и наиболее часто возникающее осложнение силикоза — силикотуберкулез. В настоящее время нет эффективных средств для лечения силикоза, и поэтому борьба с пылью в производственных помещениях — наиболее эффективная мера для его профилактики.

К другим разновидностям пневмокониозов, встречающихся у работников керамического производства, относятся силикатозы, возникающие под воздействием пыли, содержащей  $\text{SiO}_2$  в связанном состоянии с алюминием, магнием, железом, кальцием; металлокониозы, связанные с воздействием пылей металлов — железа, алюминия, марганца (siderоз, алюминоз, манганокониоз); карбокониозы — результат воздействия углеродсодержащей пыли, графита, сажи.

Тяжелая разновидность пневмокониоза — siderоз, которым заболевают сварщики, работающие в атмосфере, содержащей  $\text{SiO}_2$ . Siderоз возникает от совместного действия паров расплавленных металлов и  $\text{SiO}_2$ , и клиника этого заболевания аналогична клинике силикатоза.

Производственная пыль вызывает заболевание глаз и кожи — развиваются конъюнктивиты, кератоконъюнктивиты и даже ожоги роговицы, вызывающие потерю зрения. Заболевания кожи, вызываемые контактом с пылями, проявляются в виде дерматитов, экзем, язв, различных форм псориазов, лечение которых занимает многие годы. Профессиональные кожные заболевания часто осложняются вторичной инфекцией, затрудняющей их диагностику в связи с неясной этиологией.

Законодательные, организационно-технические, экономические и технологические мероприятия позволяют существенно снизить распространение заболеваний кониологической этиологии и обеспечить оздоровление условий труда в керамическом производстве.

Общие положения по охране окружающей среды, система государственного и общественного контроля за охраной природы и организацией работы в промышленности, перечень важнейших мероприятий, а также правила, нормы и методики по защите воздушного бассейна приведены в справочной литературе [4, 5]. К со-

жалению, реальное положение и состояние воздушной среды вблизи предприятий керамического производства не всегда соответствуют правилам, нормативам и положениям, приведенным в законодательных актах.

Пристального внимания заслуживают законодательство, нормирование и организация защиты воздушного бассейна в США. Реальной основой проведения мероприятий по защите воздушного бассейна здесь является баланс между затратами на уменьшение загрязнения атмосферы и получаемым выигрышем. Методика анализа обобщенной концепции затраты — выигрыш для конкретного производства [3] позволяет установить оптимальное соотношение затрат и экономического эффекта от создания системы пылеулавливания. Выигрыш, обусловленный высокими стандартами качества атмосферного воздуха, реализуется для населения в виде снижения расходов, связанных с уменьшением смертности, заболеваемости и сокращением ущерба, наносимого материалам, а также в виде повышения комфорта, обусловленного более чистым воздухом. Для прогнозирования выигрыша используется формула [2]

$$B = \Delta x P E M, (1)$$

где  $B$  — прогнозируемый выигрыш;  $\Delta x$  — изменение концентрации  $x$  данного вредного вещества (пыли), выбрасываемого в атмосферу;  $P$  — объем воздействия при загрязнении атмосферы (численность населения, площадь плантации и т. д.);  $E$  — нормализующая эффект функция, например число потерянных рабочих дней на человека в год, приходящееся на единицу изменения  $x$ ;  $M$  — коэффициент перевода в денежные единицы (в рублях за потерянный рабочий день).

В общем случае  $E = f(x)$ .

Уравнение (1) можно использовать для прогнозирования совокупности пылевых выбросов (индекс  $i$ ), различных эффектов (индекс  $j$ ) и населения каждого географического региона (индекс  $k$ ). Тогда

$$B_{ij} = \sum_k B_{ijk}. (2)$$

Если эффекты разобщены или явно независимы, то

$$B_i = \sum_j \sum_k B_{ijk}. (3)$$

В настоящее время уровень умения анализировать выигрыш претерпевает быструю эволюцию, направленную на уточнение неопределенностей при расчете выигрыша в результате расширения банка данных.

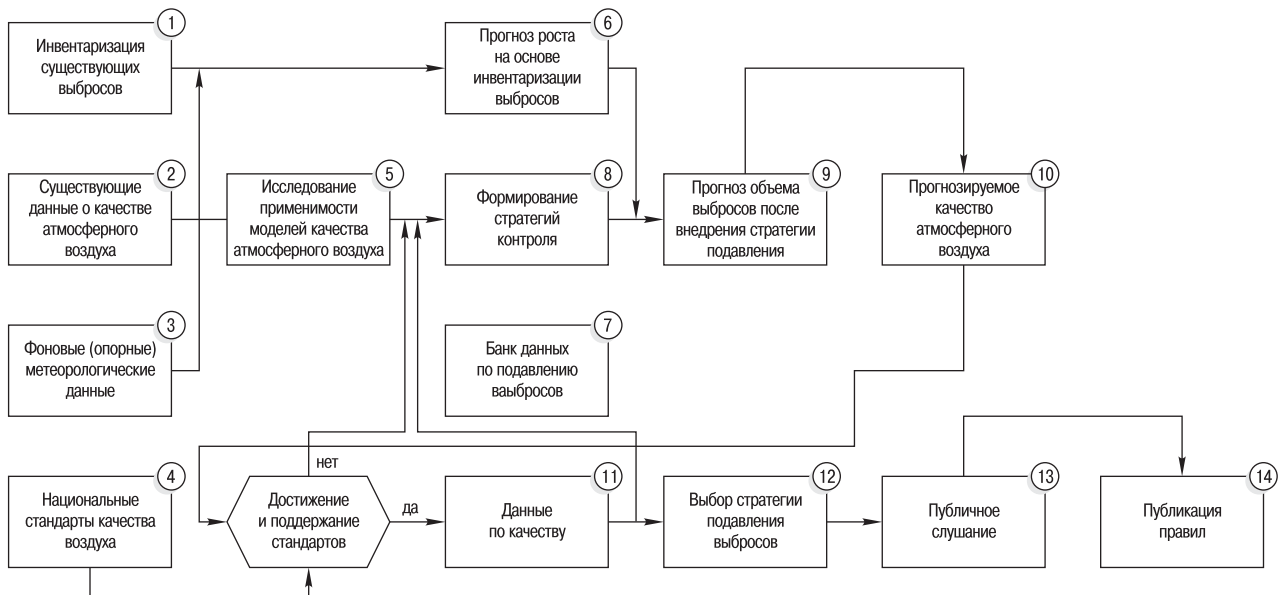


Схема разработки стратегии для достижения и сохранения современных стандартов качества воздуха в производстве керамики

## Ошибки и источники ошибок в процессе инвентаризации выбросов [2]

Ошибки	Потенциальные источники ошибок
Неучтенные предприятия	Системы инвентаризации и разрешения не согласуются по фазе; ошибки в оценке потенциальных источников выброса; потеря документов; проблемы с регистрацией данных для компьютера
Двойной учет одних и тех же предприятий или источников выброса	Изменение наименования; использование источников с одинаковыми данными с различной схемой нумерации для источников
Недостаток технологических или технических данных	Двусмысленная форма запроса данных; умышленное уничтожение данных служебным персоналом предприятия; неадекватное осуществление процедур; неадекватный контроль за проектом, т. е. отсутствие опытной проверки объема инвентаризации
Ошибочные технические данные	Ошибочная интерпретация инструкции о запросе данных; допущение о принятых единицах, ошибочные пересчеты и т. п.; умышленная ложная информация со стороны предприятия, неразборчивый почерк
Неточность данных о размещении предприятия	Регистрация координат административного корпуса предприятия вместо координат цехов предприятия; неспособность технических работников читать карту
Непоследовательная классификация на площадные и точечные источники	Неспособность разработать разграничения при инвентаризации
Ошибки в расчетах	Перестановка при округлении; ошибки, связанные с десятичной системой; неправильные входные данные для калькулятора; ошибочное использование данных об объеме выбросов
Ошибки в оценке объема выбросов	Неточные данные об объеме выбросов; ошибки в оценке используемого сырья; некорректная интерпретация комбинированных источников; ошибки в единицах измерения при переходе на другую систему
Ошибки при сообщениях о величине выбросов на порядок величины	Неправильная запись классификационного кода источника для последующих машинных расчетов, связанных с выбросами

Особый интерес представляет продуманная налоговая политика и право на торговлю выбросами. По мнению известного английского экономиста А.С. Пигу, система налогообложения выбросов в США позволяет устранить их неблагоприятные последствия. Такая система в условиях рыночной экономики позволяет реализовать концепцию ПЗН — предотвращение значительного нарушения качества атмосферного воздуха. Реализация этой концепции позволила США еще в 1987 г. принять закон о качестве воздуха, задача которого — защита и улучшение качества национального воздушного бассейна таким образом, чтобы поддержать здоровье населения, его благополучие и воспроизводительную способность популяции.

Реализация этого закона связана с предварительной инвентаризацией выбросов. По мнению американских специалистов [3], в процессе инвентаризации выбросов возникают серьезные ошибки. Характер этих ошибок и их источники, приведенные в таблице, весьма типичны и для наших условий и заслуживают тщательного анализа. После инвентаризации выбросов следует ясно представить стратегию достижения современных стандартов качества воздуха.

Для керамического производства весьма удобна схема разработки стратегии достижения и сохранения современных стандартов качества воздуха, представленная на рисунке.

Отметим некоторые организационно-технические и технологические мероприятия, обеспечивающие профилактику заболеваний и необходимое оздоровление условий труда [2]:

- герметизация оборудования и систем пневмотранспорта;
- применение надежных аспирационных систем;
- использование высокоэффективных средств пылеулавливания;
- хранение порошкообразного и пылевывделяющего сырья в вентилируемых помещениях;

- применение пневмоимпульсных и вибрационных устройств для предотвращения образования сводов пыли;
- обеспечение повышенного давления в «чистых» помещениях и разрежение в загрязненных цехах;
- внедрение и широкое использование индивидуальных методов защиты: респираторов, резиновых перчаток, спецодежды, скафандров с подачей чистого воздуха, марлевых повязок и т. д.;
- организация консультативной, контролирующей и профилактической функций учреждений здравоохранения с целью предотвращения, раннего распознавания и лечения профессиональных заболеваний.

### Список литературы

1. Государственный доклад о состоянии окружающей природной среды Российской Федерации в 1995 г. М., 1996. 456 с.
2. Красовицкий Ю.В., Малинов А.В., Дуров В.В. Обеспыливание промышленных газов в фаянсовом производстве. М.: Химия. 1994. 272 с.
3. Защита атмосферы от промышленных загрязнений. Справочник / Под ред. С. Калверта, Г.М. Инглунда: Пер. с англ. М.: Металлургия. 1988. Ч. 1. 760 с. Ч. 2. 712 с.
4. Систер В.Г., Николайкина Н.Е. Техника и технология защиты окружающей среды в городах. М.: МГУИЭ. 2001. 144 с.
5. Балтренас П. Б., Шпакаускас В. Методы и приборы определения физико-механических и химических свойств пылей и аэрозолей. Вильнюс: Техника. 1994. 240 с.
6. Kravets B.B., Barvitenko N.T., Anzheurov N.M., Kurolap S.A. Basic results of introduction of oncological researches in an industrial region // Section — Health and the Environment: Intern. ecological Congr. 22–28. Sept. 1996. Voronezh. St. academy of Techn. Voronezh. 1996. P. 24–25.
7. Артамонова В.Г., Шабалов Н.Н. Профессиональные болезни. М.: Медицина. 1982. 416 с.
8. Каспаров А.А. Гигиена труда и промышленная санитария. М.: Медицина. 1981. 368 с.

УДК 666.972.125

А. МЮЛЛЕР, д-р техн. наук, Университет Bauhaus (г. Веймар, Германия),  
В.И. ВЕРЕЩАГИН, д-р техн. наук, С.Н. СОКОЛОВА, канд. техн. наук,  
Томский политехнический университет

## Гранулированные материалы из природного и техногенного сырья

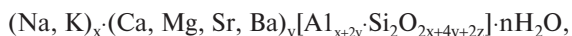
В связи с вступлением в силу Киотского протокола, который предусматривает снижение эмиссии  $\text{CO}_2$ , производство теплоизоляционных материалов, снижающих теплопотери в жилых и промышленных зданиях, приобретает особое значение. Важную роль в решении данной проблемы играют гранулированные материалы, которые могут использоваться не только в качестве легких заполнителей для бетонов, но и в качестве эффективной теплоизоляционной засыпки.

В последнее время наблюдается рост производства и использования теплоизоляционных материалов из ранее не использовавшихся сырьевых природных и техногенных источников. В рамках совместных исследований Томского политехнического университета (Российская Федерация) и Университета Bauhaus г. Веймара (Германия) были разработаны составы и технологии производства легких гранулированных материалов. В Томском политехническом университете в качестве сырьевых материалов использовались цеолитсодержащие породы, в Университете Bauhaus – бой кирпичной кладки и пенобетона.

### Гранулированные материалы из цеолитсодержащих пород

Цеолитсодержащие породы, месторождения которых имеются во многих регионах России, Англии, Италии и Нидерландах, способны при высоких температурах вспениваться и представляют собой эффективное минеральное сырье для производства легких гранулированных теплоизоляционных материалов.

Цеолиты – это каркасные алюмосиликаты, в структуре которых имеются сообщающиеся между собой полости, занятые катионами различных элементов (чаще щелочных и щелочно-земельных) и молекулами воды, способными свободно удаляться и поглощаться структурой, благодаря чему происходит ионный обмен и обратимая гидратация без разрушения структуры. Состав цеолитов в общем виде обычно выражают формулой:



где  $n$  – число молекул воды;  $x, y, z$  в зависимости от структуры принимает значения от 1 до 5.

Таким образом, особенностью строения цеолитов является их пористая структура, пронизанная системой каналов и полостей, возникновение которых объясняется замещением  $\text{Si}^{4+}$  на  $\text{Al}^{3+}$  и необходимостью компенсировать отрицательный заряд каркаса обменными катионами [1].

Исследования показали перспективность получения высококачественного гранулированного и блочного конструкционно-теплоизоляционного пеноцеолита из цеолитсодержащих пород, в том числе и пород со средней и низкой цеолитовой минерализацией с температурой вспенивания 1180–1200°C [2].

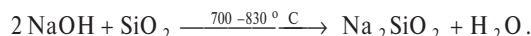
В данной работе была поставлена задача получения гранулированного пеноцеолитового материала из цеолитсодержащей породы Сахаптинского месторождения (Красноярский край) с температурой вспенивания 800–900°C. Минералогический состав цеолитсодержащей породы Сахаптинского месторождения представлен цеолитовым минералом (клиноптиллолитом), кварцем, полевыми шпатами и глинистым минералом (монтмориллонитом). Химический состав цеолитсодержащей породы представлен в табл. 1.

В цеолитовых породах основной цеолитовый минерал содержит только молекулярную воду (цеолитовая вода), заполняющую пустоты и полости каркаса и координированную в них различными катионами [3, 4].

С помощью ДТА- и ТГ-анализа была получена информация о поведении исходных материалов в интересующей температурной области. На рис. 1 приведены ТГ- и ДТА-диаграммы цеолитсодержащей породы. Для цеолита при нагревании характерно постепенное выделение воды без разрушения алюмосиликатного каркаса. Эндотермический эффект при 92°C (DTA) с потерей массы 7,7% (TG) обусловлен выделением свободной воды, эндотермический эффект при 180°C связан с выделением межпакетной воды из монтмориллонита и цеолитовой воды из клиноптиллолита. Процесс выделения цеолитовой воды заканчивается при температуре 400°C. Дальнейшие потери массы связаны с выделением воды, связанной катионами  $\text{Na}^+$  и  $\text{K}^+$ , из цеолита и конституционной воды – из структуры монтмориллонита; эндозффекты при 500 и 620°C.

Эндоэффект на кривой ДТА в интервале 850–900°C (максимум 860°C) не сопровождается потерей массы и связан с появлением расплава легкоплавких двойных ( $\text{Na}_2\text{O}-\text{SiO}_2$ ) и тройных ( $\text{Na}_2\text{O}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$ ,  $\text{Na}_2\text{O}-\text{CaO}-\text{SiO}_2$ ) эвтектик.

Анализ термограмм цеолитсодержащей породы показывает, что решение поставленной задачи возможно при введении раствора щелочи после предварительной термообработки породы при температуре 400°C. Это обеспечивает введение гидратной воды в виде гидроксидов натрия, который выделяется при образовании силиката натрия по обменной реакции:



При этом силикат натрия участвует в образовании расплава.

На термограммах смеси цеолитсодержащей породы с раствором NaOH (рис. 2) наблюдается совершенно иной характер выделения воды. При этом характерны два основных этапа: первый этап – выделение свободной и адсорбционной воды до 200°C и второй этап – в интервале 450–800°C. В интервале температуры от 750 до 800°C наблюдается совпадение процессов газовой выделенной расплава (плавление эвтектической смеси системы  $\text{Na}_2\text{O}-\text{CaO}-\text{SiO}_2$  при температуре 725°C).



Таблица 1

Содержание оксидов, мас. %								
SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	ППП
66,1	0,34	12,51	2,36	2,27	1,66	1,04	3,24	10,28

Таблица 2

Показатели	Температура обжига, °С		
	800	850	880
Насыпная плотность, кг/м <sup>3</sup>	356	320	311
Водопоглощение, %	15	14	14,8
Прочность, МПа	1,82	1,56	1,3

Таблица 3

Свойства пеноцеолита	Содержание щелочи, %			
	10,7	11,3	13,8	16,1
Насыпная плотность, кг/м <sup>3</sup>	450	340	320	260
Водопоглощение, %	18,6	14,7	14	11
Прочность, МПа	3,64	1,82	1,56	1,3

*Примечание.* Температура обжига гранул пеноцеолита 850°С.

Таблица 4

Вид отхода	Содержание оксидов, мас. %							
	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	ППП
Бой пенобетона	43,6	3,6	1,7	30,1	0,8	0,5	1,9	15,1
Кирпичная кладка	56,1	15,7	5,8	5	2,8	0,9	3,5	2,6

### Легкие заполнители из отходов строительных материалов

Исходной точкой отчета для развития данного направления является возникновение проблемы утилизации мелких фракций отходов строительных материалов, которые возникают при сносе или реконструкции зданий и сооружений. До сих пор не было найдено эффективного применения этих видов отходов. Перспективным направлением является их использование в технологии производства легких гранулированных материалов. Целью исследований группы ученых университета г. Веймара была разработка состава и технологии производства гранулята из боя стеновых материалов.

Для исследований использовали бой кирпичной кладки размером частиц 0–4 мм, предоставленный фирмой, занимающейся утилизацией и вторичным использованием строительных отходов. В качестве второго компонента использовали легкую фракцию боя пенобетона. Химический состав материалов, приведенный в табл. 4, показывает различие между двумя видами сырья. В бое кирпичной кладки максимальное содержание после SiO<sub>2</sub> имеет Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, в бое пенобетона доминирующим компонентом является CaO.

Поведение применяемых материалов при нагревании различно (рис. 3). Обращают на себя внимание значительные потери массы боя пенобетона 22,5%. При температуре 100°С происходит выделение адсорбционной воды, дальнейшие потери массы при более высоких температурах обусловлены разложением гидросиликатов кальция. ДТА- и ТГ-кривые кирпича не показывают значительных реакционных изменений.

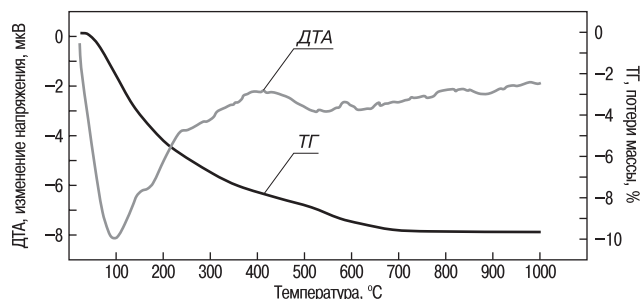


Рис. 1. ДТА- и ТГ-кривые цеолитсодержащей породы

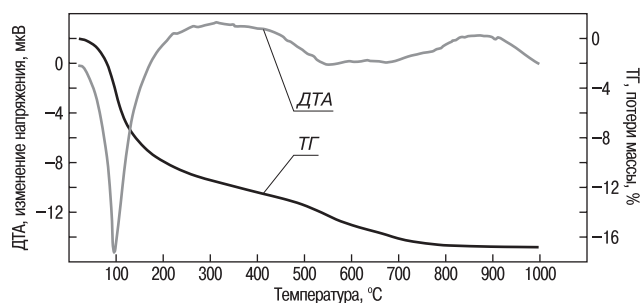


Рис. 2. ДТА- и ТГ-кривые цеолитсодержащей породы с добавкой 16,1% NaOH

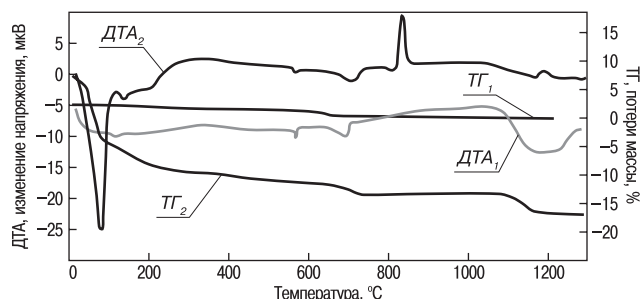


Рис. 3. ДТА- и ТГ-кривые сырьевых материалов: бой кирпичной кладки (1) и пенобетона (2)

Для подготовки сырьевой смеси цеолитсодержащая порода измельчалась в шаровой мельнице до прохождения через сито № 025, затем осуществлялась ее термopодготовка, при температуре 400°С в течение 40 мин. В результате термopодготовки происходит удаление физически связанной (молекулярной) воды в цеолите и глине, присутствующей в цеолитсодержащей породе в качестве примеси, что способствует более активному вспениванию смеси при обжиге.

Формование гранул осуществлялось на тарельчатом грануляторе, куда подавался раствор NaOH в количестве 13,8%. Отформованные гранулы сушились в лабораторной сушилке при температуре 100°С в течение 10 мин. Вспенивание высушенных гранул осуществлялось при температурах 800, 850 и 880°С, затем осуществлялся их отжиг. Полученный гранулированный пеноцеолит испытывали в соответствии с ГОСТ-9758–86. Результаты исследований свойств гранулированного пеноцеолита приведены в табл. 2. Данные табл. 2 показывают, что приемлемой температурой вспенивания гранул является 850°С. Дальнейшее увеличение температуры не приводит к существенному улучшению свойств.

Было исследовано влияние количества щелочного компонента на свойства гранулированного пеноцеолита. Содержание щелочи в сырьевой смеси варьировалось от 10,7 до 16,1%. Результаты исследований приведены в табл. 3.

Данные табл. 3 показывают, что количеством вводимой щелочи можно регулировать плотность и прочность поризованных гранул. Дальнейшее увеличение добавки приводит к оплавлению гранул, их деформации и слипанию.

Таблица 5

Класс по плотности, кг/м <sup>3</sup>	Водопоглощение, %	Прочность гранул, Н
400–500	5	103
500–600	4	159
600–700	4	173
700–800	3	251

Таблица 6

Вид легкого заполнителя	Прочность при сжатии*, МПа	Плотность бетона, кг/м <sup>3</sup>	Морозостойкость		Теплопроводность, Вт/(м·К)
			Потери массы на ед. площади, г/м <sup>2</sup>	Изменение E <sub>упр</sub> , %	
Керамзит	6,5	871	285	-67,9	0,24
Гранулят	12,5	1120	169	-2,6	0,35

\* Образцы 150×150×150 мм.

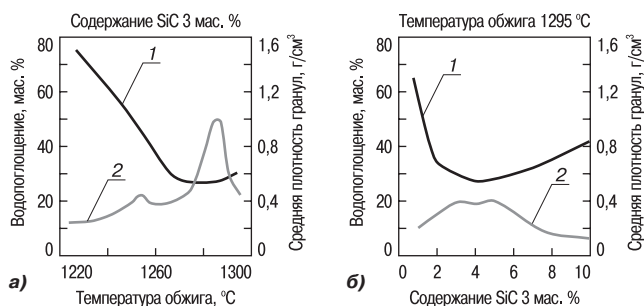


Рис. 4. Влияние температуры и количества добавки SiC на плотность (1) и водопоглощение (2) гранул

Исходные материалы сначала отдельно измельчали до размера частиц <100 мкм, а затем перемешивали. После этого смесь компонентов золеоли с добавкой газообразователя (SiC), гранулировали и обжигали.

В результате было установлено, что производство легких заполнителей из мелкой фракции боя кирпичной кладки и пенобетона возможно. Содержание боя кирпичной кладки может составлять до 100%, в то время как содержание боя пенобетона не должно превышать 30% [5].

Процесс обжига и вид, содержание, степень измельчения газообразователя являются определяющими в получении гранул с заданными свойствами. Необходимым условием для получения пористых гранул является течение процесса газообразования в той температурной области, при которой уже имеется достаточное количество расплава. Необходимым является предотвращение образования слишком большого количества расплава, так как это приводит к слипанию гранул.

На рис. 4 приведены зависимости свойств гранулированного материала от вышеперечисленных показателей.

На рис. 4а видно, что оптимальный температурный интервал 1260–1290°C. При температуре менее <1260°C не происходит полного разложения SiC и не образуется достаточного количества расплава. При более высокой температуре гранулы расплавляются, их плотность возрастает.

На рис. 4б отчетливо виден оптимум количества и степени измельчения добавки газообразователя. При недостатке газообразователя или при степени измельчения, меньшей, чем основных сырьевых материалов гранулы получаются с высокой плотностью. При увеличении содержания газообразователя и степени его измельчения процесс газообразования протекает более интенсивно, при этом образуется более пористая структура. При дальнейшем увеличении содержания газообразователя плотность гранул снова возрастает.

На рис. 5 представлены снимки гранул с различным содержанием газообразователя. С помощью добавки различного количества газообразователя можно получить гранулы с заданной плотностью.

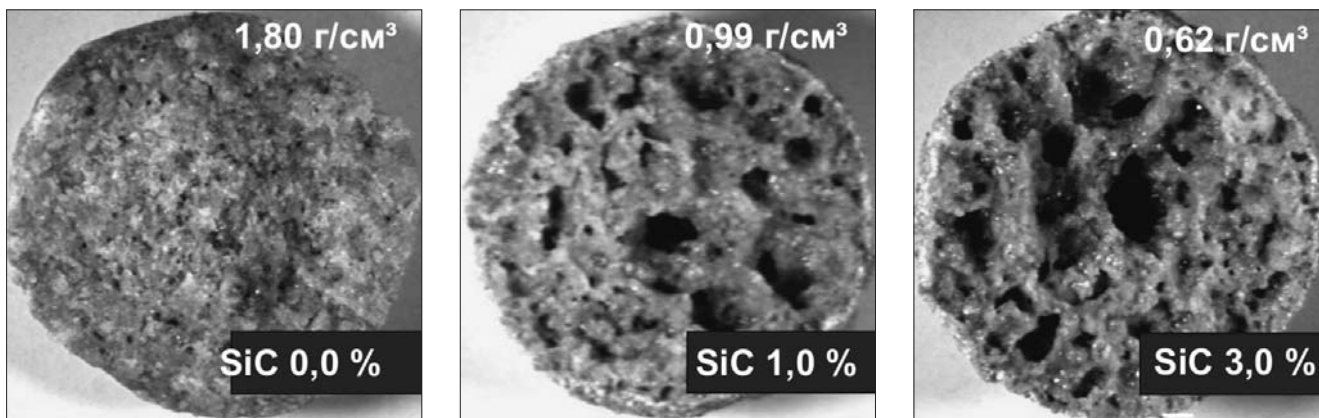


Рис. 5. Гранулы на основе боя кирпичной кладки и пенобетона

## Выводы

Получение эффективных пористых заполнителей из доступного и дешевого минерального сырья, а также из производственных и строительных отходов возможно.

Введение щелочных растворов обеспечивает низкотемпературное (820–850°C) вспенивание цеолитсодержащих пород и получение гранул пористого заполнителя плотностью менее 300 кг/м<sup>3</sup>. Это перспективно для исследования возможности утилизации щелочных отходов различных производств.

В странах Западной Европы и крупных городах России постоянно возрастает образование строительных отходов, в том числе боя кирпичной кладки и пенобетона. В основном эти отходы перерабатываются на щебень. Отсевы легких фракций, как правило, не используются. Производство пористого заполнителя позволит повысить эффективность утилизации строительных отходов и снизить потребление заполнителей из природного сырья.

### Список литературы

1. Годовиков АА. Минералогия. М: Недра. 1975. 519 с.
2. Овчаренко Г.И., Свиридов В.Л., Казанцева Л.К. Цеолиты в строительных материалах. Барнаул: Изд-во АлтГТУ. 2000. 320 с.
3. Брек Д. Цеолитовые молекулярные сита. М.: Мир. 1976. 781 с.
4. Белицкий И.А., Букин Г.В., Топор Н.Д. Термографическое исследование цеолитов // Материалы по генетической и экспериментальной минералогии. Новосибирск. 1972. Т. 7. С. 255–309.
5. Offenlegungsschrift DE 103 54 711 «Poröse Granulate aus Abfallstoffen» vom 22.11.2003.

ООО «Ассоциация делового сотрудничества СОВБИ»



**Монолитный  
пенобетон**

**Оборудование  
для производства  
пенобетона**

**Заливка на месте**

[www.sovbi.spb.ru](http://www.sovbi.spb.ru)

Россия, 191123 Санкт-Петербург,  
ул. Рылеева 25, офис 1

Телефоны: (812) 337-68-14, 337-68-15

Факс: (812) 272-85-61

e-mail: [sovbi@mail.wplus.net](mailto:sovbi@mail.wplus.net)

**ТЕХНО  
НИКОЛЬ**

**ВСЯКАЯ ПОГОДА  
БЛАГОДАТЬ**



**ТЕХНОЭЛАСТ-ВЕНТ**

**материал класса  
«ПРЕМИУМ»**

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

**ТЕХНОЭЛАСТ-ВЕНТ – битумно-полимерный материал для устройства «дышащих» кровель**  
Встроенная система микровентиляции кровли! Специальные полосы битумного вяжущего на внутренней стороне материала – предотвратят образования пузырей:

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

Продлевает срок службы утеплителя

**СБС-модифицированный, кровельный и гидроизоляционный материал**

ООО "ТехноНИКОЛЬ-Москва", тел. (095) 101-46-16,

ООО "Кровля и Изоляция", тел. (095) 783-80-12,

ООО "Ремстройкомплект", тел. (095) 105-04-70

**WWW.TN.RU**

С Д Е Л А Н О В Р О С С И И

Техсер.сертификат № 001



И.Ф. ШЛЕГЕЛЬ, директор, Г.Я. ШАЕВИЧ, зам. директора, Л.А. КАРАБУТ, канд. техн. наук, начальник отдела, В.М. ТОНКИХ, инженер-химик, А.В. НОСКОВ, инженер-физик, А.Г. ШИШКИН, инженер-физик, Е.Б. ПАШКОВА, инженер-технолог, Институт новых технологий и автоматизации промышленности строительных материалов (ООО «ИНТА-СТРОЙ», Омск)

## Перспективы производства и применения легкого пористого заполнителя

Повышенные требования строительной теплотехники вызывают необходимость применения для ограждающих конструкций материалов с пониженной плотностью и высоким коэффициентом термического сопротивления. При традиционной кладке стен из таких материалов на обычном тяжелом растворе неизбежны потери тепла через так называемые мостики холода. Поэтому является актуальным вопрос разработки составов теплых кладочных растворов. Отсутствие природных легких заполнителей в Омском регионе послужило причиной создания искусственного пористого заполнителя.

На сегодняшний день известен способ производства легких гранул — стеклопора [1,2]. Технологический процесс получения состоит из следующих основных операций: приготовления смеси из раствора жидкого стекла и технологических добавок, частичной дегидратации полученной смеси, ее грануляции и вспучивания гранулята.

Специалистами Института новых технологий и автоматизации промышленности строительных материалов разработаны опытная установка (рис. 1) и оригинальная технология получения легкого пористого заполнителя (ЛПЗ), который является продуктом термического вспучивания гидратированного растворимого стекла. Основные технические характеристики гранул в сравнении с существующими легкими заполнителями представлены в табл. 1.

Конструктивные особенности установки, а также совмещение процесса получения гранул и набора первоначальной прочности в одной технологической операции способствуют получению монофракции (рис. 2), что является достоинством предлагаемого способа.

Низкая водостойкость пористых заполнителей на основе жидкого стекла не позволяет пока реализовать промышленное производство. Однако специальные добавки уже дают обнадеживающие результаты.

В настоящее время себестоимость ЛПЗ составляет около 1350 р/м<sup>3</sup>. (Для сравнения: стоимость вермикулита от 1342 р/м<sup>3</sup>; стоимость перлита 920–1900 р/м<sup>3</sup>).

При решении вопроса снижения стоимости сырья путем получения жидкого стекла в едином технологическом процессе становится реальным промышленный выпуск заполнителя и его широкое применение для производства сухих строительных смесей, теплых кладочных и штукатурных растворов. Результаты экспериментальных работ по определению свойств теплых кладочных растворов приведены ниже.

Водоудерживающая способность, %	.....	97–98
Прочность сцепления с основанием, МПа	.....	не менее 0,5
Коэффициент теплопроводности, Вт/(м·°С)	.....	не более 0,1
Прочность при сжатии, марочная	.....	M25–M50
Плотность, кг/м <sup>3</sup>	.....	550–700
Сорбционная влажность, %	.....	6,5
Подвижность растворной смеси, ОК, см	.....	8

Необходимо отметить, что благодаря хорошей адгезии гранул с цементным камнем при испытании образцов теплых растворов разрушение происходит по самой грануле, а не по границе контакта заполнителя с цементной матрицей.

Особенности взаимодействия ЛПЗ с водой повлияли на условия хранения образцов-кубов теплых растворов. Способность гранул поглощать воду в начальный момент с постепенной отдачей в ходе гидратации цементного вяжущего требует своей методики подбора состава и приготовления растворов.

Большой интерес вызвали исследования влияния вермикулитового песка на свойства битумов и асфальтобетонов [3]. Казалось невероятным, что 3% вермикулита могут оказать существенное влияние. Поскольку ЛПЗ является аналогичным материалом, возникает вопрос о



Рис. 1. Установка для производства ЛПЗ



Рис. 2. Гранулометрический состав ЛПЗ

Таблица 1

Показатели	Гранулы ЛПЗ	Перлит	Вермикулит	Пеностекло	Биспор / стеклопор
Насыпная плотность, кг/м <sup>3</sup>	150–450	75–600	60–200	100–700	40–200
Коэффициент теплопроводности, Вт/(м·°С)	0,04–0,06	0,047–0,093	0,055–0,065	0,055–0,085	0,028–0,065
Предел прочности при сжатии в цилиндре, R <sub>сж</sub> , МПа	0,6–3,18	0,17–1,2	Относительно хрупкий	1–1,5	0,1–0,4
Водопоглощение за 1 ч, %	117–130	25–500	300	14–100	60–300
Зерновой состав, мм	0,5–5	5–20	0,6–10	3–25	0,01–5
Температура вспучивания, °С	400	850–1200	700	850–950	400–500

Таблица 2

Свойства	Битум БНД 40/60	Битум + ЛПЗ				Требования к вязким битумам ГОСТ 22245–90
		1%	2%	3%	4%	
Вязкость, усл. град. 25°С	58	58	58	60	61	40–60
Вязкость, усл. град. 0°С	32,5	31	30	25	21	Не менее 13
Температура размягчения по КиШ Т <sub>р</sub> , °С	51,3	51,5	52,3	53,3	54,1	Не ниже 51
Температура хрупкости Т <sub>хр</sub> , °С	–12	–12,2	–14,4	–14,9	–15,6	Не выше 12

Таблица 3

Показатели	Исходный асфальтобетон	3% ЛПЗ
Плотность, г/см <sup>3</sup>	2,39	2,31
Водонасыщение, %	1,3	3,44
Водостойкость (15 сут), К <sub>вд</sub>	2,92	4,67
Предел прочности при сжатии при 20°С (R <sub>20</sub> ), МПа	3,62	5,5
Предел прочности при сжатии при 50°С (R <sub>50</sub> ), МПа	1,01	2,3
Предел прочности при сжатии при 0°С (R <sub>0</sub> ), МПа	11,8	9,33
Коэффициент теплостойкости K <sub>т</sub> = R <sub>20</sub> /R <sub>50</sub>	3,58	2,39
Коэффициент трещиностойкости K <sub>тр</sub> = R <sub>0</sub> /R <sub>50</sub>	11,68	4,06

возможности его применения для модификации органических вяжущих веществ и асфальтобетонов.

Результаты предварительных экспериментов по модификации органических вяжущих веществ, проведенных в лаборатории института, представлены в табл. 2.

В качестве исходного использовался битум марки БНД 40/60, в который для приготовления битумо-минеральной композиции вводился ЛПЗ. Как следует из приведенных данных, показатель вязкости соответствует требованиям ГОСТ № 22245–90 при концентрации ЛПЗ от 1 до 3%, при этом оптимальное количество составляет 3%.

Снижение температуры хрупкости и увеличение температуры размягчения свидетельствуют о расширении рабочего температурного интервала, повышении теплоустойчивости органического вяжущего вещества.

Механизм этого явления пока не изучен, однако по нашим представлениям он состоит в следующем. Взаимодействие пористых минеральных материалов с битумом сопровождается избирательным фракционированием компонентов битума; низкомолекулярная часть битума проникает через мелкие поры в глубь гранул. Вследствие этого битумные слои на поверхности минеральных зерен оказываются более обогащенными асфальтенами [4].

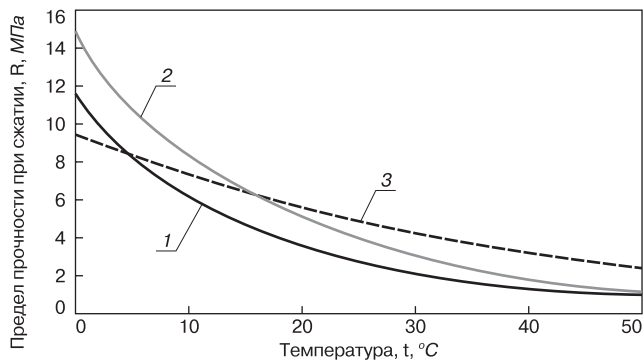
Таким образом, в случае применения пористых материалов адсорбционные слои битума на поверхности частиц несколько обедняются смолами и маслами. Битум ста-

новится более вязким по сравнению с исходным. Подобный эффект прослеживается при 0°С и может быть связан с особенностями строения минерального материала.

Задача, связанная с получением асфальтобетонов, способных одинаково хорошо противостоять образованию сдвиговых деформаций при высоких температурах и трещинообразованию при низких, достаточно сложна. Эта сложность обусловлена прежде всего тем, что применяемые в настоящее время асфальтобетоны способны в большей степени изменять свои свойства с изменением температуры. В связи с этим придание рассматриваемым материалам необходимых свойств при высоких температурах часто сопряжено с ухудшением их свойств при низких температурах. Поэтому одной из важнейших задач повышения качества асфальтобетонов является повышение его термостабильности [4]. Эта противоречивая задача успешно решается добавкой 3% ЛПЗ.

В табл. 3 представлены результаты испытания асфальтобетона, модифицированного этой добавкой. Испытания проводились на горячей мелкозернистой асфальтобетонной смеси типа Б с битумом БНД 40/60 на минеральных материалах (гранитный щебень фракции 5–15 мм, кварцевый песок, известняковый минеральный порошок, ЛПЗ), на стандартных цилиндрических образцах асфальтобетона по ГОСТ 9128–97.

Наилучшие результаты получены при добавлении легкого заполнителя в минеральную часть, так как в этом



**Рис. 3.** График зависимости предела прочности при сжатии образцов (R) от температуры (t) при добавлении ЛПЗ в битум и минеральную часть: 1 – исходный асфальтобетон; 2 – 3% гранул в нагретый битум; 3 – 3% гранул в минеральную часть

случае в процессе перемешивания с минеральными компонентами происходит более равномерное распределение заполнителя в асфальтобетоне. Наблюдается закономерное изменение плотности и водонасыщения асфальтобетона, модифицированного минеральной добавкой.

На рис. 3 показана зависимость предела прочности при сжатии образцов асфальтобетона от температуры при добавлении ЛПЗ в битум и минеральную часть. Добавление заполнителя в минеральную часть асфальтобетона способствует повышению трещиностойкости, что подтверждается понижением коэффициента трещиностойкости ( $K_{тр} = R_0 / R_{50}$ ) [2]. По нашим предположениям и в соответствии с экспериментальными и теоретическими исследованиями [4] при объединении битумов с карбонатными и основными минеральными компонентами в результате хемосорбционных процессов на границе раздела битум–минеральный материал

возможно образование новых химических соединений, нерастворимых в воде. Об этом свидетельствует повышение длительной водостойкости образцов асфальтобетона, модифицированного ЛПЗ.

Следует согласиться с авторами [5], что в случае использования вспученного минерального компонента в составе асфальтобетона присутствует демпфирующий эффект за счет заземленного воздуха.

Общепризнано, что взаимодействие битума и минеральных материалов является решающим фактором структурообразования как в асфальтобетоне, так и в битумо-минеральных системах. Необходимо более глубокое изучение данного вопроса.

Таким образом, легкий пористый заполнитель является перспективным материалом для использования в различных областях строительной индустрии. Особая эффективность в составе асфальтобетона делает ЛПЗ незаменимым инструментом повышения качества дорожных покрытий.

#### Список литературы

1. Федоров В.А. О некоторых свойствах стеклопора как теплоизоляционного материала // Строит. материалы. 1982. № 5. С. 25–26.
2. Горлов Ю.П. Технология теплоизоляционных и акустических материалов и изделий. М.: Высшая школа. 1989.
3. Агейкин В.Н. Исследование влияния вспученного вермикулитового песка на свойства битумных композиций и асфальтобетона // Строит. материалы. 2003. № 7. С. 40–42.
4. Гезенцев Л.Б. Дорожный асфальтобетон. М.: Транспорт. 1985.
5. Свинтицких Л.Е. Влияние дисперсности вспученного вермикулита на свойства битумного вяжущего и асфальтобетона // Строит. материалы. 2004. № 9. С. 32–33.

**ИНТА-СТРОЙ**  
www.inta.ru

**Институт  
новых технологий  
и автоматизации  
промышленности  
строительных  
материалов**

Россия, 644113, Омск-113,  
ул. 1-я Путевая, 100  
Тел.: (3812) 440-471,  
440-472, 420-593  
Факс: (3812) 420-608  
E-mail: info@inta.ru

- **КОМПЛЕКТНЫЕ ЗАВОДЫ ПО ВЫПУСКУ ЛИЦЕВОГО КЕРАМИЧЕСКОГО КИРПИЧА «ПОД КЛЮЧ»**
- **КОМПЛЕКТЫ ОБОРУДОВАНИЯ ПО ВЫПУСКУ ПЕНОБЕТОНА**
- **СЕРИЯ ВЫСОКОЭФФЕКТИВНЫХ ПЕРИСТАЛЬТИЧЕСКИХ НАСОСОВ «ПОМПАЖ» ДЛЯ ПЕРЕКАЧКИ ПЕНОБЕТОНА И ДРУГИХ ПОДОБНЫХ ПРОДУКТОВ**
- **СЕРИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ УСТАНОВОК «КАСКАД» ДЛЯ ВЫСОКОЭФФЕКТИВНОЙ ПЕРВИЧНОЙ ПЕРЕРАБОТКИ ГЛИНЫ**
- **СЕРИЯ СЕРТИФИЦИРОВАННЫХ СОСТАВОВ «УНИСОЛЬ» ДЛЯ УДАЛЕНИЯ ВЫСОЛОВ С КИРПИЧНОЙ КЛАДКИ**
- **ОРГАНИЧЕСКИЙ ПЕНОКОНЦЕНТРАТ ДЛЯ ПРИГОТОВЛЕНИЯ ЛЕГКИХ ПЕНОБЕТОНОВ. ПОСТАВКА, ОТЛАДКА ТЕХНОЛОГИИ И ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ЕГО ПРОИЗВОДСТВА**



Б.П. МОКРЯКОВ, заведующий научно-конструкторским отделом ОАО «НИИСтроммаш»,  
В.К. ГЛАДКИЙ, генеральный директор ЗАО «ЭТАЛОН» (Ленинградская обл.)

## **Комплекс автоматизированного оборудования резки и укладки кирпича-сырца для модернизации действующих заводов**

В России и странах СНГ довольно большой объем кирпича производится на малых кирпичных заводах с высоким уровнем ручного труда или оснащенных автоматами-укладчиками, разработанными ранее силами местных оргтехстромов или самих заводов.

ОАО «НИИСтроммаш» много лет совершенствует и внедряет автоматы резки и укладки сырца.

Изучение опыта работы различных автоматов резки и укладки сырца позволило разработать, изготовить и внедрить в производство две модели оборудования резки и укладки сырца на консольные сушильные вагонетки СМК-110:

- автомат СМ-1242Б, являющийся модификацией и модернизацией автоматов СМ-1242 и СМ-1242А (на гидроприводе);
- комплекс оборудования резки, укладки и загрузки кирпича-сырца АРЗ-99, являющийся модернизацией автоматов СМК-349, СМК-349А, СМК-349Б и укладчика 321Н Арутюнова–Антокольского (на электромеханическом приводе).

В настоящей статье мы остановимся на комплексе АРЗ-99. Несколько слов об истории его создания.

В 1982 г. на одном из заводов Производственного объединения строительных материалов (ПОСМ) им. Свердлова в Ленинграде был введен в эксплуатацию автомат-укладчик СМК-349, разработанный ВНИИСтроммаш в процессе модернизации автомата СМК-169. Он работал на деревянных рейках совместно с имеющимся на заводе автоматом-укладчиком 321Н Арутюнова – Антокольского. После его годичной эксплуатации было установлено еще четыре таких автомата.

Дальнейшая модернизация этих машин привела к созданию автоматов СМК-349А и СМК-346Б. Последняя модификация, так называемый саморез, не имеет отдельного привода на отрезку мерного бруса. В общей сложности в республиках СССР и странах СНГ за 80–90-е гг. было поставлено и введено в эксплуатацию более 25 автоматов различной модификации марки

СМК-349. Успешный опыт их эксплуатации и назревшая необходимость автоматизации технологических процессов на этом участке привели к дальнейшей модификации этих автоматов, а затем в 2001 г. к созданию на базе СМК-349Б и 321Н автоматизированного комплекса оборудования резки, укладки и загрузки кирпича-сырца на сушильные вагонетки АРЗ-99 (см. рисунок).

Вся рабочая документация была разработана ОАО «НИИСтроммаш», в том числе система автоматического управления, выполненная на базе микропроцессорной техники. В резательном автомате комплекса также заложена схема двухстадийной резки с облоем и возможностью многострунной резки по схеме брус в брус. Привод всех механизмов комплекса – электромеханический, общей мощностью 12 кВт (базовый вариант).

Различные исполнения механизмов комплекса позволяют обеспечить работу для выпуска обыкновенного и утолщенного кирпича или камня керамического с укладкой на рейки (рамки) длиной от 1020 до 1500 мм с производительностью 10 тыс. шт. кирпича в час, могут использоваться как 5-, так и 6-полочные сушильные вагонетки СМК-110 с шагом полок 250 мм. Имеются специальные исполнения для работы с сушильными вагонетками с шагом полок 230 и 240 мм.

Комплекс оборудования АРЗ-99 предназначен для приема сформированного прессом глиняного бруса, отрезки мерного бруса, разрезки его на кирпичи, укладки группы изделий на рейки (рамки) с образованием сушильных зазоров, удваивания групп, накопления парных групп в объеме сушильного пакета, перегрузки пакетов на сушильную вагонетку и выдачи груженой сушильной вагонетки на пути участка сушки изделий. Все операции выполняются в автоматическом режиме с помощью системы автоматического управления, поддерживающей режим работы механизмов в зависимости от темпа поступающего от пресса глиняного бруса.

По разработанной в 1999 г. документации были изготовлены два образца. После проведения наладочных и доводочных работ в экспериментальном цехе института в г. Гатчине они были поставлены, смонтированы и введены с 2003 г. в промышленную эксплуатацию на ЗАО «Эталон» (Ленинградская обл.), созданном в 1998 г. на базе одного из кирпичных производств ПОСМ им. Свердлова, на котором в 1982 г. был смонтирован один из первых автоматов СМК-349.

Вышеописанный автоматизированный комплекс удобен в эксплуатации, надежен в работе и может быть вписан в помещения большинства действующих кирпичных заводов.

Комплекс позволяет высвободить рабочих на операциях подачи порожних и груженных вагонеток. За счет того, что технологическая оснастка (рейки, рамки) остается на вагонетке до момента ее подачи в зону автомата, высвобождаются рабочие на операции складирования и подачи рамок (реек).

Внедрение комплекса позволило высвободить на участке трех человек.



И.А. ЛУНДЫШЕВ, исполнительный директор  
ООО «Ассоциация делового сотрудничества СОВБИ» (Санкт-Петербург)

## Малоэтажное строительство с комплексным использованием монолитного неавтоклавного пенобетона

В настоящее время наблюдается большая потребность в дешевом и быстром строительстве малоэтажных жилых домов с хорошими показателями долговечности, теплозащиты, пожаро- и сейсмостойчивости и комфортности проживания. Такие дома востребованы для обеспечения жильем военных, в районах стихийных бедствий и др.

Возможным решением проблемы является технология «СОВБИ», совмещающая технологию каркасного строительства на деревянном, бетонном или металлическом каркасе с монолитным неавтоклавным конструкционным и теплоизоляционным пенобетоном.

Основные этапы новой технологии загородного каркасного домостроения по технологии «СОВБИ».

**Изготовление каркаса здания.** Для каркаса используется оцинкованный профиль толщиной 1,2 или 1,5 мм или деревянный брус, обработанный антисептиком.

**Облицовка ограждающих конструкций** снаружи традиционными способами — облицовочным кирпичом, ЦСП, АЦЛ, СЦП, ГВЛ, ГКЛ с последующей отделкой их сайдингом, плитными материалами или оштукатуриванием всего фасада здания. Облицовку из ЦСП или ГКЛ необходимо защищать от атмосферных осадков до заливки пенобетона и обеспечить вентиляционные отверстия из-за слабой паропроницаемости данных материалов. СЦП дополнительно защищается гидрофобной, паропроницаемой краской.

Поэтапная по высоте **внутренняя облицовка** плитами ЦСП, АЦЛ, ГВЛ, ГКЛ с заливкой изнутри наружных стен монолитным неавтоклавным теплоизоляционным пенобетоном плотностью от 200–250 кг/м<sup>3</sup>. Заливку желательно производить с помощью коротких шлангов (до 20 м).

**Заливка теплозвукоизоляционного пенобетона** плотностью 600 кг/м<sup>3</sup> в межэтажные перекрытия, теплоизоляционного пенобетона плотностью 220–250 кг/м<sup>3</sup> на чердаки и основание пола первого этажа с последующей заливкой стяжки из пенобетона плотностью 600 кг/м<sup>3</sup>, а при наличии мансарды заливка теплоизоляционного пенобетона между ЦСП, ГКЛ или другими листовыми материалами.



Технология возведения малоэтажных домов «СОВБИ» из пенобетона позволяет проводить работы при отрицательной температуре

Основными достоинствами технологии являются возможность вести быстрое строительство каркасно-щитовых дешевых комфортных домов в районах стихийных бедствий и населенных пунктах, не имеющих предприятий по производству стройматериалов.

Использование пенобетона обеспечивает капитальность и долговечность каркасно-щитовых домов. Кроме того, пенобетон — пожаробезопасный материал — защищает несущий каркас из дерева или тонкого металлического профиля. Проведенные испытания показали, что предел огнестойкости подобного каркаса не менее R 120, а предел огнестойкости стены не менее E150. При этом обеспечиваются:

- достаточно высокие прочностные свойства конструкции несущего каркаса, позволяющие строить здания высотой до трех этажей, в том числе и в сейсмоопасных районах;
- уменьшение толщины стен и расхода стройматериалов до 250–300 мм, что соответствует теплозащите кирпичной кладки толщиной 1,5–2 м;
- возможность строительства на слабых и заболоченных грунтах, в условиях вечной мерзлоты, так как применение теплоизоляционного пенобетона в отсыпке позволяет защитить землю от промерзания или оттаивания;
- сокращение расходов за счет отказа от применения грузоподъемной техники.

Для получения пенобетона разной плотности непосредственно на объекте используется мобильная установка фирмы «АДС СОВБИ», которая доставляется на объект. Производительность установки 30–40 м<sup>3</sup> в смену. В ее состав входит установленный на колесах смеситель емкостью 1 м<sup>3</sup>, пеногенератор с компрессором и героторный насос.

Для получения 1 м<sup>3</sup> пенобетона требуется 2 кВт электроэнергии, 200–300 кг цемента, 0,8–1 л пеноконцентрата, 70–120 л воды и при необходимости фибра, песок, зола, молотый шлак и др. Для обслуживания установки необходимо два человека.

Обычно себестоимость производства теплоизоляционного пенобетона на стройплощадке не превышает 500–600 р/м<sup>3</sup>. Особенности технологии позволяют вести работы в зимних условиях до –15°C.

Новая технология малоэтажного домостроения обеспечивает возведение дома площадью 150–200 м<sup>2</sup> за 1–1,5 месяца, при этом себестоимость 1 м<sup>2</sup> стены не превышает 20–25 USD, а 1 м<sup>2</sup> дома, подготовленного под чистовую отделку, включая фундамент, — 80–110 USD, что позволяет решать социальные проблемы обеспечения жильем различных категорий граждан. Существенное снижение стоимости строительства возможно за счет использования типовых проектов домов, предварительной промышленной подготовки элементов каркаса или сборки его фрагментов и др.

По такой технологии фирма «АДС СОВБИ» с 1999 г. возводит коттеджные поселки в Ленинградской области (Порошкино, Сестрорецк, Репино, Гатчина и др.).

## Технологии сухих строительных смесей

С середины 50-х годов XX в. в технологии отделочных работ все чаще применяются смесительные насосные машины для приготовления штукатурных составов непосредственно на строительной площадке. При этом количество компонентов измерялось приблизительно, что часто приводило к проблемам с качеством. После появления готовых сухих смесей строители очень быстро оценили их преимущества. Сухие смеси, произведенные промышленным способом на заводе, имеют высокий уровень надежности и проверенное качество, вследствие чего происходит постепенное вытеснение смесей, приготовленных на стройке.

### Механизированное нанесение

Переработка сухих смесей вручную или с применением мешалок и насосов, предназначенных только для смешивания материалов на стройке, не позволяла полностью использовать весь потенциал качества и эффективности сухих смесей. Изобретение и появление на рынке в середине 60-х годов машины, которая точно дозировала необходимое для сухой смеси количество воды и перемешивала ее, а также подавала насосом перемешанный продукт нужной консистенции на стену, является началом механической переработки сухих смесей.

Задолго до того как были разработаны сухие строительные смеси, в Европе с успехом применялись вяжущие композиции, состоящие из цемента, извести и добавок, которые можно назвать предшественниками сухих строительных смесей. К этим составам на стройплощадке примешивали влажный песок. Полученный материал использовался как кладочный строительный

раствор и штукатурка, для нанесения которых можно было использовать даже машины. Тогда для механизированного нанесения материалов на стройплощадке появилась машина СО-MIX, которая точно дозирует и смешивает необходимое количество вяжущего и влажного песка и насосом подает к месту нанесения (рис. 1).

### Оборудование для производства сухих смесей

Проектирование и строительство технологической линии для производства сухих смесей должно производиться с особой тщательностью, так как ошибки можно исправить только со значительными финансовыми затратами. Приобретения отдельных видов машин недостаточно: оборудование должно быть изначально предназначено для производства качественной продукции.

При проектировании завода большое внимание необходимо обращать на пригодность установки для дальнейшего расширения и мо-

дернизации производства. Оборудование должно гарантировать высокую степень надежности, так как простой обходится дорого.

Низкий уровень износа и, как следствие, низкие затраты на ремонт, так же как и невысокий расход электроэнергии, снижают производственные затраты.

Обычно завод по производству сухих строительных смесей состоит из трех основных узлов:

- установка для хранения и дозирования исходных материалов;
- смесительная установка;
- упаковочная установка (упаковочная машина и укладчик мешков на палеты или бестарная погрузка).

Наиболее оптимальными конструкциями заводов средней и высокой производительности являются конструкции башенного типа (рис. 2). Башенная конструкция обеспечивает оптимальное продвижение материала сверху вниз, причем сырье подается вверх только один раз и под действием гравитации проходит технологический цикл. При этом значительно сокращаются износ оборудо-



Рис. 1. Машина СО-MIX позволяет точно дозировать и смешивать необходимое количество вяжущего и влажного песка и подавать смесь к месту нанесения



Рис. 2. Завод башенного типа высокой производительности





Рис. 3. Специальный силос для сухих строительных смесей можно транспортировать автомобилем к месту строительства

вания и энергозатраты на транспортирование материалов по технологической цепочке.

Обычно изначально производственная установка монтируется с малым количеством силосов, а после увеличения производства (расширения ассортимента продукции) может дополняться ими.

Дозирование, взвешивание и смешивание образуют единую систему и регулируются автоматически. Элементы системы должны работать согласованно, несмотря на различные условия окружающей среды — жару, холод, вибрацию, пыль и др.

#### Транспортные системы и перерабатывающая техника для сухих строительных смесей

Первые сухие строительные смеси упаковывались исключительно в мешки и транспортировались в таком виде к строительной площадке для дальнейшей переработки.

Этот процесс требовал значительных расходов, трудовых затрат и к тому же загрязнял окружающую среду из-за использования и утилизации бумажных мешков. Следствием этого стало развитие транспортных и подающих систем, которые позволяли отказаться от использования мешков. Около 35 лет назад была разработана конструкция специальных силосов для сухих строительных смесей, в которых они транспортируются на строительные площадки (рис. 3).

Транспортные силосы хорошо защищают сухие смеси от влаги, исключают проблему растраривания и утилизации упаковочных мешков. Конструкция позволяет не только перевозить их к строительной пло-

щадке заполненными, но и заполнять пневматически под давлением 1–2 атм непосредственно на стройке при помощи цементовоза. Также бывают силосы, конструкция которых рассчитана только на атмосферное давление, но их нельзя использовать на строительном объекте. Таким образом, выбор вида силосов для ССС зависит от того, какая система применяется для последующей переработки сухих строительных смесей.

Раствор на строительной площадке необходимо подавать к месту использования на разные этажи здания. Рациональным методом транспортировки является пневматическая подача, при которой раствор непрерывно и без расслаивания подается по шлангу-пневморукаву к штукатурной машине или к месту нанесения вручную.

#### Эффективность использования сухих строительных смесей при транспортировании современным способом

Выполнение работ вручную включает транспортировку песка и вяжущих веществ на место строительства, перемешивание и выполнение строительных работ без применения машин. Дневная производительность одного рабочего в этом случае составляет 10 м<sup>2</sup>, которую примем за 100%.

При частичной модернизации транспортировка приготовленной на заводе смеси в мешках к месту строительства, перемешивание смеси с водой вручную и нанесение раствора нужной консистенции вручную увеличивает производительность до 200% (дневная производительность 1 рабочего — 20 м<sup>2</sup>).



Рис. 4. Современная штукатурная машина DUO-MIX PLUS может готовить раствор из смесей, упакованных в мешки или доставленных на стройку в силосах

Следующий шаг на пути повышения производительности — изобретение штукатурной машины (рис. 4). Материал транспортируется на место строительства в мешках, автоматически перемешивается с водой и наносится на стену при помощи разбрызгивателя. Это увеличило производительность до 400%, что соответствует производительности 40 м<sup>2</sup> на одного рабочего.

Транспортировка сухих строительных смесей в силосах позволяет поднять производительность до 600% (60 м<sup>2</sup> на 1 рабочего).

Значительная экономия времени за счет использования современной машины влечет за собой экономию расходов на 25%. При расчете экономии расходов учтена только экономия непосредственных издержек, таких как зарплата штукатуров, и не учтена экономия за счет более быстрого завершения строительства здания и ввод его в эксплуатацию.

Таким образом, высокотехнологические установки по выпуску сухих строительных смесей, современные системы транспортирования их на строительные объекты и оборудование для нанесения растворов из готовых сухих смесей позволяют обеспечить высокое качество строительства.

Компания «M-tec» — известный в странах Западной Европы разработчик и производитель оборудования для производства, транспортирования и переработки сухих строительных смесей предложит рациональные решения в вопросах проектирования и строительства заводов ССС, поставит высокопроизводительные штукатурные машины и транспортные силосы.

## Полимерно-битумный рулонный кровельный материал «Бистерол»

Первое упоминание об использовании каучука в битумных материалах появилось в 1813 г. в британских патентах. В нашей стране исследования модифицированных битумов были начаты в 1946 г. На сегодняшний день уже не представляется возможным перечислить все разработки и публикации, посвященные исследованию полимерно-битумных вяжущих (ПБВ). Однако только в 80–90-е гг. удалось систематизировать накопленный материал и применить его не только в дорожном строительстве, но и в промышленном производстве кровельных материалов.

Современные рулонные кровельные материалы производятся по новейшим технологиям, позволяющим противостоять двум главным причинам разрушения кровельных покрытий – старению с охрупчиванием битума, а также деформации в ходе эксплуатации кровли.

Фирма ООО «Альтея» с момента своего возникновения специализируется на производстве высококачественных кровельных материалов на основе битумов, модифицированных термоэластопластами типа СБС. Вот уже пять лет фирма выпускает рулонный кровельный и гидроизоляционный полимерно-битумный материал «Бистерол». Этот материал на практике показал свои высокие эксплуатационные свойства: прочность и долговечность, водонепроницаемость и устойчивость к резким перепадам температуры, легкость и быстроту укладки.

Высококачественное сырье, современное технологическое оборудование, тщательный контроль качества, а также накопленный опыт позволили выпускать мягкую кровлю, отвечающую самым высоким стандартам и использовать ее в любых климатических зонах – от южных районов до Крайнего Севера. Для обеспечения комплекса показателей, позволяющих эксплуатировать кровельный материал в широком диапазоне рабочей температуры (– 25 – +110°С), необходимо получение высококачественного ПБВ. Определяющие факторы – совместимость битума и модификатора, их оптимальное соотношение и обеспечение однородности вяжущего.

Для совмещения, то есть набухания и растворения полимера в мальтенах битума, важное значение имеет соотношение в нем мальтенов и асфальтенов, химический состав мальтенов и химическая структура полимера. Битум, содержащий большое количество масел ароматической природы, лучше совмещается с полимерами, которые содержат ароматические или ненасыщенные звенья, в частности с термоэластопластами типа СБС. Анализ кровельного неокисленного битума марки БНК 40/180, используемого в производстве полимерно-битумного

вяжущего, позволил на качественном уровне утверждать, что в составе битума содержится высокое количество масел ароматической природы (19,4%), вполне достаточное для хорошего совмещения битума и СБС на молекулярном уровне. Из приведенных результатов видно, что битум БНК 40/180 близок к структуре II типа битумов по принятой классификации и представляет собой стабилизированную суспензию асфальтенов в структурированной смолами дисперсной среде.

Асфальтены в такой среде не связаны между собой и адсорбируют смолы. Образующиеся на поверхности асфальтенов пленки смол обладают повышенной прочностью и вязкостью.

Состав битума марки БНК 40/180 приведен ниже:

Масла, %	38,65
в том числе	
парафинафтеновые	19,25
ароматические	19,4
Смолы, %	42,51
Асфальтены, %	18,84

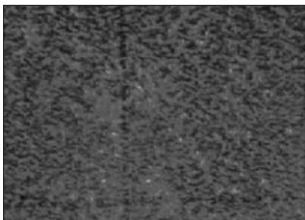
Максимальное количество вводимого полимера, при котором система находится уже в критическом состоянии, то есть когда асфальтены начинают коагулировать, приводя к расслоению системы, можно определить по эмпирической зависимости [2]:

$$[\Pi] = \frac{\sum [M] - a_A [A]}{a_{\Pi}}$$

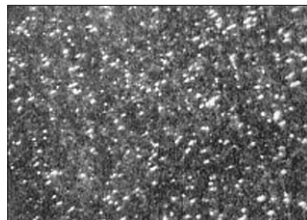
где  $[\Pi]$  – массовая доля полимера;  $[M]$  – массовая доля масел в битуме;  $[A]$  – массовая доля асфальтенов;  $a_A$ ,  $a_{\Pi}$  – эмпирические коэффициенты, соответствующие степени сольватации асфальтенов и степени набухания полимеров.

Если принять, что коэффициенты  $a_A$ ,  $a_{\Pi}$  для СБС и битума равны единице, то максимально возможное количество вводимого полимера, при котором система будет находиться в критическом состоянии, окажется

Показатели	Результаты испытаний материала «Бистерол-КТ5»	Требования ГОСТ 30547–97
Масса 1 м <sup>2</sup> , кг	5,4	3,5–6
Масса вяжущего с наплавляемой стороны, кг/м <sup>2</sup>	2,4	не менее 2
Разрывная сила при растяжении, кгс (Н)	107 (10,7)	не менее 30 (основа – стеклоткань)
Теплостойкость в течение 2 ч	Отсутствие вздутий и перемещения кровного состава при T = 110±2°С	Отсутствие вздутий и перемещения кровного состава при T = 85±2°С
Гибкость на брусе	Отсутствие трещин на поверхности при T = –25°С. Радиус закругления бруса R = 10±0,2 мм	Отсутствие трещин на поверхности при T не выше –15°С. Радиус закругления бруса R = 25±0,2 мм
Температура размягчения по КиШ, °С	115	–
Водопоглощение в течение 24 ч, %	0,1	не более 2
Водонепроницаемость при давлении 0,001 МПа в течение 72 ч	Водонепроницаем	Отсутствие воды на поверхности



**Рис. 1.** Фотография, полученная с помощью поляризационного микроскопа ПОЛАМ-212Л в проходящем свете при увеличении в 250 раз



**Рис. 2.** Фотография с применением ультрафиолетового осветителя ОИ-18 в отраженном свете при увеличении в 120 раз

близким к 20 мас. %. Таким образом, в неокисленный битум без ущерба его коллоидной структуре можно ввести значительное количество модификатора (8–12%). Даже при изменении компонентного состава в ходе старения битума в условиях эксплуатации кровли («выпотевание» или экссудация масел) система будет сохранять термодинамическую и агрегативную устойчивость [3, 4].

Для приготовления качественного полимерно-битумного вяжущего используется система гомогенизации, позволяющая обеспечить высокую степень перемешивания битума и полимера. Переработка в гомогенизаторе приводит к частичному распрямлению молекул каучука, что увеличивает поверхность контакта каучука с битумом и образование не только физических, но и химических связей. Фотографии структуры однородного полимерно-битумного вяжущего, полученного с использованием гомогенизатора, представлены на рис. 1 и 2.

Как видно из снимков оптической микроскопии, пробы характеризуются равномерным распределением ПБВ. Такой уровень однородности смешения обеспечивает достаточно хорошие физико-механические характеристики материала.



Производство и реализация рулонных кровельных и гидроизоляционных полимерно-битумных материалов «Бистерол»

Благодаря накопленному опыту мы сможем предложить оптимальное решение по устройству вашей кровли

Приглашаем к сотрудничеству дилеров

ООО «Альтея»

Россия, 420034 Казань, а/я 142,  
ул. Проточная, 8, офис 711  
Телефон/факс: (8432) 18-12-09, 18-12-19, 91-00-91  
e-mail: [info@alteya.ru](mailto:info@alteya.ru)

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

Характеристики рулонного кровельного и гидроизоляционного материала «Бистерол-КТ5» приведены в таблице.

Как известно, кровельное покрытие в течение всего срока эксплуатации подвергается воздействию различных климатических факторов: света, влаги, повышенной и пониженной температуры. Оценка срока службы материала «Бистерол» проводилась в аппарате искусственной погоды (АИП) в соответствии с ГОСТ 18956–73 по первому режиму, предусматривающему большое число циклических перепадов температуры и приближенному ко II климатическому району России. Испытания показали, что после климатических воздействий материал не претерпел разрушений даже по первому этапу разрушения. Исходя из количества циклов, необходимых для изменения одного из показателей (в данном случае это относительное удлинение при разрыве) до критического предела (0%), определялся потенциальный срок службы материала «Бистерол», который составил 18 лет для марок «Бистерол (СТ)» и 25 лет для марок «Бистерол». Однако это еще не означает, что материал разрушится по истечении этого срока. Срок службы кровельных покрытий во многом зависит от качества кровельных работ и условий эксплуатации.

#### Список литературы

1. Колбановская А.С., Михайлов В.В. Дорожные битумы. М.: Транспорт. 1973 г. С. 210.
2. Зельманович Я.И., Андронов С.Г. Критерии качества СБС-модифицированных битумно-полимерных материалов // Строит. материалы. 2001. № 3. С. 12.
3. Кисина А.М., Куценко В.И. Полимербитумные кровельные и гидроизоляционные материалы. М.: Стройиздат. 1983.
4. Розенталь Д.А., Таболина Л.С., Федосова В.А. Модификация свойств битумов полимерными добавками. Тематический обзор. Вып.6. М: ЦНИИТЭнефтехим. 1988. С. 2–8.



УПРАВЛЕНИЕ ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ



### Оборудование для производства нерудных строительных материалов ЗАО «УГМК-Рудгормаш»

(анализ использования выпускаемого и перспективы создания нового оборудования)

14–15 сентября 2005 г.

Воронеж

#### Организаторы

РНТО строителей, Ассоциация «Недра», ЗАО «УГМК-Рудгормаш», ФГУП «ВНИПИИСтромсырье»

#### Программа семинара

Ознакомление с продукцией «УГМК-Рудгормаш»

Доклады, выступления

Производственная экскурсия на ОАО «Павловскгранит»

#### Информация

«УГМК-Рудгормаш»

Телефон: (0732) 44-71-58

Факс: (0732) 49-37-24, 49-43-15

E-mail: [market@rudgor.vsi.ru](mailto:market@rudgor.vsi.ru)

Ассоциация «Недра»

Телефон: (095) 915-31-02, 915-22-56

Факс: (095) 915-22-31



# VI Международная конференция «Инженерия окружающей среды»

26–27 мая в Вильнюсе (Литва) проходила шестая международная конференция «Инженерия окружающей среды» (*Environmental Engineering*). Организаторами ее выступили Вильнюсский технический университет им. Гедиминаса, Академия наук Литвы, Международная федерация маркшейдеров, Международная академия наук экологии и безопасности жизнедеятельности, Ассоциация балтийских дорог, Литовская ассоциация водопользователей.



Участников конференции приветствует председатель Сената Вильнюсского технического университета им. Гедиминаса д-р Д. Чигас

Инженерия окружающей среды является одной из областей общей инженерии, требующих пристального внимания в связи с ее комплексностью и междисциплинарностью.

Основными целями конференции были:

- углубление взаимодействия между исследователями, инженерами и целевой аудиторией: университетами, промышленными предприятиями-партнерами и муниципалитетами;
- создание условий для развития партнерских отношений и традиций плодотворного сотрудничества;
- обсуждение дальнейших направлений прикладных исследований развития и интеграции в прогресс современной науки.

Международная конференция «Инженерия окружающей среды» имеет многолетнюю традицию, первая конференция состоялась в 1994 г. За эти годы значительно увеличилось число участников и расширилась география стран-участниц. В работе VI Международной конференции «Инженерия окружающей среды» участвовали исследователи из 23 стран мира. Из 318 присланных заявок для участия в конференции Международным научным комитетом было отобрано 256 докладов, из которых 186 опубликовано в сборнике трудов.

С историей Вильнюсского технического университета им. Гедиминаса, программами подготовки студентов познакомил участников проректор по науке д-р **Р. Курвайтис**.

На пленарном заседании были представлены доклады по основным направлениям инженерии окружающей среды: «Влияние стран с переходной экономикой на инженерию окружающей среды, расширение исследований в этом направлении» (д-р **К.Д. Фрохнер**, Германия), «Концепция развития города Вильнюса» (д-р **Д. Бардаускас**, Литва), «Основные направления финансирования развития дорожной инфраструктуры» (д-р **В. Подзукас**, Литва), «Управление водными ресурсами» на примере бассейнов основных рек Литвы» (д-р **А. Маргерене**, Литва). Весьма любопытным и познавательным был доклад д-ра **Ж.Г. Аффхолдера** и д-ра **Ф. Шири** из Национального института географии (Франция), в котором была приведена методика и расчет географического центра Европы. Как было показано докладчиками, географический центр Европы находится на территории Литвы в 25 км от Вильнюса.

Вопросы модернизации транспортной системы, конструирования и эксплуатации автомобильных и железных дорог рассматривались на секции «Автомобильные и железные дороги».



Д-р Д. Жилионене (Литва)

Как отметила в своем докладе д-р **Д. Жилионене** (Литва), более 40% всех национальных дорог и 60% региональных дорог в Литве имеют гравийное покрытие и не могут гарантировать ни интенсивного, ни скоростного режима движения транспорта. Докладчик показала, что даже в том случае, когда возможно асфальтирование гравийных дорог, необходимо учитывать влияние стоимости реконструкции гравийной дороги на изменение дорожного плана; построить математическую модель, которая позволит определить правильность выравнивания дороги с учетом перспективы интенсификации дорожного движения; провести технико-экономическое обоснование подбора соответствующего асфальтобетонного покрытия с учетом параметров реконструируемой дороги и ее частичного спрямления.

Возможности применения местного сырья для производства щебня для дорожных оснований были рассмотрены в докладе д-ра **С. Скрипскаса** (Литва). За последние 15 лет применение местного сырья – песка, дробленого гравия и доломита для дорожного строительства значительно сократилось. Только начиная с 2003 г. применение местного сырья начало увеличиваться и достигло 1/3 прежнего объема. Сравнение качественных параметров асфальтобетон-



Начальник Каунасского ж.-д. узла О. Слепаковас (Литва)

ных покрытий на доломитовом и гранитном щебне по тесту Маршалла показало лишь незначительные их отличия. Таким образом, применение более дешевого местного сырья позволяет на 10–15% снизить затраты на строительство дорог.

Вопросы долговечности железнодорожного полотна и уменьшения его износа в кривых рассматривались в докладе **О. Слепаковаса** (Литва). Результаты исследования показали, что износ рельсов в кривых может быть уменьшен путем лубрикации и разделения движения грузовых и пассажирских поездов.

Современные условия хозяйствования требуют гарантированного выполнения качества производимой продукции и выполняемых услуг и подтверждения качества. В настоящее время в мире практикуется эффективная и результативная система качества, основанная на философии тотального менеджмента качества (TQM). Отправной точкой TQM является положение, что каждое предприятие и его поставщики, потребители, проектировщики и другие подрядные организации должны функционировать как интегральная единица. В докладе д-ра **Ю. Кристаускаса** (Литва) были изложены результаты социологического исследования, которое показало необходимость и возможность внедрения принципов TQM на предприятиях дорожной индустрии Литовской Республики. Такие исследования проводились впервые и показали, что попытки внедрения TQM зачастую терпят неудачу из-за того, что топ-менеджеры не сосредотачивают внимание на контроле всего процесса, не взаимодействуют между собой и со своими партнерами для достижения наилучших результатов.

На секции «*Охрана окружающей среды*» обсуждались вопросы контроля и минимизации загрязнения окружающей среды; тенденции



Д-р Ю. Кристаускас (Литва)

развития современных систем газоочистки; применение методов математического моделирования в управлении процессами загрязнения окружающей среды с целью снижения количества выбросов; нормативная база защиты окружающей среды. Об основных тенденциях в развитии современных систем очистки газов рассказал д-р **А.Ю. Вальдберг** (Россия). Повышение рабочей температуры фильтра — одно из актуальных направлений развития систем пылеулавливания. Высокотемпературная очистка газов позволит, с одной стороны, упростить технологическую схему пылеулавливания, а с другой — обеспечит возможность рекуперации тепла технологических газов, очищенных от взвешенных частиц.

В докладах секции «*Водные ресурсы и гидравлика*» освещались проблемы подготовки и управления качеством питьевой воды, очистки сточных вод и утилизации шламов, экономики водопользования, мониторинга и защиты водных ресурсов, моделирования гидравлических процессов, гидроэлектростанций и др.

Секция «*Городская транспортная система*». Опыт создания дорож-



Д-р Л. Чернаускайте (Литва)

ной инфраструктуры европейских городов поделились представители Германии, Италии, Великобритании, Голландии, Литвы и др. Одной из общих проблем является необходимость развития существующей системы городских дорог при одновременном сохранении исторических центров городов, создание комфортных и безопасных условий движения пешеходов и автомашин различного назначения. В докладах были рассмотрены вопросы организации движения городского транспорта, мобильного управления транспортным потоками. Важной проблемой остается контроль качества дорожных покрытий и повышение безопасной эксплуатации транспортных магистралей и городских улиц.

На заседаниях секции «*Технологии геодезии и кадастра*» были рассмотрены современные методы картографии, измерения земной поверхности, мониторинга и применения станций GPS. Также обсуждались вопросы создания геодезических сетей, землеустройства и государственного кадастра.

Плодотворной работе конференции способствовала праздничная атмосфера, созданная организаторами, которые познакомили участников с национальным фольклором, организовав выступление студенческого хора «Габия» и танцевального ансамбля «Вингис». Документальный фильм «*Полет над Литвой*» наглядно продемонстрировал заботу государства об окружающей среде.

Редакция журнала «*Строительные материалы*»<sup>®</sup> благодарит заведующего кафедрой дорог Вильнюсского технического университета им. Гедиминаса д-ра **А. Лауринавичюса** и доцента кафедры дорог д-ра **И. Подагелюса** за приглашение на конференцию сотрудника редакции в качестве почетного гостя.

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



Студенческий хор «Габия» исполнил для участников народные литовские песни

## КОЛЛЕГИ

### Назначен новый глава Росстроя

Новым руководителем Федерального агентства по строительству и жилищно-коммунальному хозяйству (Росстрой) назначен Сергей Иванович Круглик, ранее занимавший должность директора департамента строительства и жилищно-коммунального хозяйства Министерства промышленности и энергетики.

Прежний глава Росстроя В.А. Аверченко назначен на должность заместителя министра регионального развития.

С.И. Круглик родился 14 марта 1955 г. в Иркутске. В 1977 г. он окончил Иркутский политехнический институт. С 1977-го по 1980 г. работал начальником партии геолого-разведочной экспедиции. В 1980–1989 гг. — старшим гидрогеологом в Управлении геологии Лат-

вийской ССР. В 1989–1994 гг. занимал различные руководящие посты в производственном управлении жилищно-коммунального хозяйства Риги. В 1995 г. С.И. Круглик переехал в Новгород, где вскоре стал заместителем главы администрации города. В 1998 г. его назначили заместителем министра по земельной политике, строительству и жилищно-коммунальному хозяйству. В июне 1999 г. назначен первым заместителем председателя Госстроя России. В марте 2004 г. стал директором Департамента строительства и жилищно-коммунального хозяйства Минпромэнерго РФ.

По материалам  
ФАС ЖКХ (Росстрой)

## НОВОСТИ КОМПАНИЙ

### Победа ЛСР на кирпичном рынке беспрецедентна

Кирпичные заводы Санкт-Петербурга ЗАО НПО «Керамика», ОАО «Ленстройкерамика», ЗАО «Победа», входящие в финансово-промышленный холдинг Группа ЛСР, объединены в предприятие «Победа ЛСР», которое стало крупнейшим в России с общим объемом выпуска кирпича 290 млн усл. шт. кирпича в год. Доля рынка керамического кирпича «Победа ЛСР» в Санкт-Петербурге и Ленинградской области составляет 75%.

Производство товаров народного потребления «Ленстройкерамика» преобразовано в отдельное предприятие ООО «Ленстройкерамика».

Генеральным директором нового объединения назначен С.А. Бегоулев, ранее занимавший аналогичную долж-

ность на ЗАО НПО «Керамика». Объединение всех кирпичных предприятий соответствует стратегии развития Группы ЛСР, предполагающей укрупнение бизнес-единиц холдинга. Целью объединения кирпичных заводов является оптимизация управленческой структуры и устранение внутрикorporативной конкуренции. Руководство Группы ЛСР и «Победа ЛСР» считает главной задачей не увеличение мощностей, а внедрение новых технологий, которые позволят конкурировать на строительном рынке с товарами-заменителями.

Одним из первых результатов объединения стало снижение цен на строительный пустотелый и полнотелый кирпич на 7–15%.

По материалам  
Группы ЛСР

### ОАО «Дробмаш» подвел итоги работы за первое полугодие 2005 г.

За шесть месяцев 2005 г. на ОАО «Дробмаш» выпущено 48 дробильно-сортировочных агрегатов, 50 дробилок, 133 конвейера, 18 питателей, 9 грохотов, 519 шлюзовых питателей, 1455 т литья и др. видов продукции, что на 2,3% выше аналогичных показателей первого полугодия 2004 г.

Объемы реализации готовой продукции и услуг за этот же период выросли на 30%, а экспортные поставки — на 77,7% по сравнению с аналогичным периодом 2004 г.

Для повышения объемов и качества выпускаемой продукции на предприятии продолжается реконструкция литейного производства. Ввод новых мощностей

обеспечит увеличение объемов производства литья с 3,5 до 10 тыс. т в год.

На ОАО «Дробмаш» начала работать лаборатория надежности и наладки оборудования. Новое подразделение входит в состав заводской службы сервиса. В задачи лаборатории входит проведение исследований исходного и получаемого после переработки сырья, диагностика и испытания техники на этапе подбора оптимальной технологии переработки и согласования технического задания и др. функции.

По материалам  
ОАО «Дробмаш»

### Глебычевский керамический завод открыл вторую очередь модернизированного производства

ОАО «Глебычевский керамический завод» (Выборгский р-н Ленинградской обл.) приступил к выпуску агломератной плитки под торговой маркой «ЕвроСтоун» на основе натурального камня. Технологическая линия Breton Terastone System по производству агломератной плитки поставлена компанией Breton (Италия). Технология производства включает подготовку гранитного или мраморного сырья, формование плит с применением цементного вяжущего на машинах вакуумного виброуплотнения, шлифование и полирование поверхности.

Проектная мощность линии — 1000 м<sup>2</sup> плитки в смену. Общий объем капиталовложений в проект составил 270 млн р.

Завод является градообразующим для поселка Глебычево, его возрождение и вновь появляющиеся рабочие места имеют большое социальное значение.

Глебычевский керамический завод основан в 1944 г. на базе Маклахтинского завода огнеупоров. С 1954 г. завод выпускал огнеупорный кирпич и крупноформатные фасадные блоки, а с 1957 г. — керамические фасадные плитки с глазурованной поверхностью.

По материалам  
ОАО «Глебычевский керамический завод»



**Усть-Ижорский фанерный комбинат увеличил мощность**

На ОАО «Усть-Ижорский фанерный комбинат» (УИФК), Санкт-Петербург, входящем в группу компаний СВЕЗА, запущен модернизированный цех, что стало результатом крупного инвестиционного проекта, реализуемого компанией СВЕЗА в 2003–2006 гг.

В ходе реализации очередного этапа данного проекта на УИФК был полностью переоборудован один из цехов, где установлен новый комплект оборудования, включая линии ламинирования «Raute» (Финляндия); обрезки «ИМА» (Германия); сортировки и покраски «Kraft» (Гер-

**«Самарский Стройфарфор» увеличил мощность по выпуску керамического гранита GRASARO**

На заводе «Самарский Стройфарфор» введен в эксплуатацию второй пресс на линии по производству керамогранитной плитки. Это позволило повысить стабильность производства и увеличить объем выпускаемой продукции на 7 тыс. м<sup>2</sup> в месяц.

Пресс для производства керамогранитной плитки торговой марки GRASARO изготовлен фирмой SACMI (Италия) – мировым лидером в производстве оборудо-

**На Украине введен в эксплуатацию завод по производству керамических масс**

В г. Славянске (Украина) запущен в эксплуатацию завод по производству керамических масс мощностью 60 тыс. т в год. Для строительства и эксплуатации завода крупнейшим в мире производителем комовых глин английской компанией «Watts Blake Bearn» (12% акций), украинской компанией «Южно-Октябрьские глины «ЮГ» (12% акций) и их совместным предприятием ЗАО «А/Т Глины Донбасу» (75% акций) было создано ЗАО «Керамические массы Донбасса». Сумма инвестиций для реализации первой очереди проекта составляет 40,6 млн гривен. Создано 65 рабочих мест. Срок окупаемости проекта – 4,5 г.

**Компания «ТехноНИКОЛЬ» провела международную сертификацию кровельных материалов PRIMA и MIDA**

Международная сертификация рулонных кровельных материалов PRIMA и MIDA, специально разработанных для экспорта в Финляндию, Польшу, Болгарию, Чехию, Словакию, Румынию и Венгрию, подтвердила соответствие материалов требованиям европейских стандартов и строительных норм.

Рулонные кровельные покрытия PRIMA и MIDA будут поставляться в европейские страны с заводов компании

**Качество производства и управления на Рязанском картонно-рубериодном заводе подтверждено**

ЗАО «Рязанский картонно-рубериодный завод» успешно прошел сертификацию системы менеджмента качества на соответствие требованиям международного стандарта ИСО 9001:2000, которую провел орган по сертификации систем качества «Союзсерт».

Система менеджмента качества была разработана и внедрена на заводе менее чем за год. Дополнительно к началу строительного сезона на заводе проведены мероприя-

тия, ориентированные на улучшение работы с потребителями: изменено время работы, дополнительно введен в строй склад для хранения наплавленных материалов, позволяющий одновременно отгружать до двух вагонов и пяти автомобилей с эстакады. Это значительно сократило время погрузки и позволило избавиться от очередей.

Руководство завода планирует продолжить работу по улучшению качества предоставляемых материалов и услуг.

Руководство завода планирует продолжить работу по улучшению качества предоставляемых материалов и услуг.

мания); упаковки фанеры «Swedish Branch» (Швеция). Все линии являются последними разработками ведущих производителей деревообрабатывающего оборудования. Их установка и наладка проводилась в тесном сотрудничестве с экспертами компаний-разработчиков.

В новом цехе будет производиться ламинированная фанера формата 1525×3050 мм. Новое производство соответствует всем стандартам и требованиям, предъявляемым к ламинированной фанере в России и за рубежом. Процесс производства сертифицирован на соответствие стандарту EN ISO – 9001:2000.

По материалам группы компаний СВЕЗА

По материалам ООО «Самарский Стройфарфор»

По материалам информационного портала «Украина промышленная»™

Оборудование поставили фирмы Италии и Германии. На предприятии установлена одна мельница сухого помола производительностью 11 т/ч и три мельницы мокрого помола общей производительностью 7 т/ч. ЗАО «Керамические массы Донбасса» будет производить сырье для фарфорофаянсовой промышленности, электроизоляционных изделий, строительной и технической керамики в виде сухого порошка для литья, гранулированного порошка для изостатического прессования, влажные массы – для пластического формования. Кроме производства масс предполагается создание исследовательского центра, где будут разрабатываться рецептуры и новые технологии производства.

«ТехноНИКОЛЬ», расположенных в Гаргжду (Литва), Виборге (Ленинградская обл.), Нижнем Новгороде, Рязани, Воскресенске (Московская обл.), которые имеют международные сертификаты качества ISO 9000:2000, подтверждающие соответствие системы качества компании и всех этапов производства международным стандартам.

В настоящее время материалы PRIMA и MIDA уже направлены на сертификацию в Германию и планируется сертификация в Турции.

По материалам компании «ТехноНИКОЛЬ»

По материалам ЗАО «Рязанский картонно-рубериодный завод»

По материалам ЗАО «Рязанский картонно-рубериодный завод»



## Непрерывное архитектурно-строительное образование как фактор обеспечения качества среды жизнедеятельности

стало главной темой научной части годовой сессии Российской академии архитектуры и строительных наук, состоявшейся в Воронеже 25–27 мая 2005 г.

В работе общего собрания приняли участие действительные члены, члены-корреспонденты, советники, почетные и иностранные члены РААСН, представители администрации Воронежа и Воронежской области, ведущие преподаватели Воронежского государствен-

ного архитектурно-строительного университета, архитекторы и строители Воронежа из городов Воронежской области и других областей Центрального федерального округа.

В рамках сессии были проведены круглые столы, где обсуждались следующие темы:

- Болонская декларация и ее влияние на развитие российского образования;
- инженерное образование архитекторов и архитектурное образование инженеров-строителей;
- непрерывное образование архитекторов: школа – вуз – послевузовское образование – повышение квалификации;
- непрерывное образование инженеров-строителей: школа – вуз – послевузовское образование – повышение квалификации.

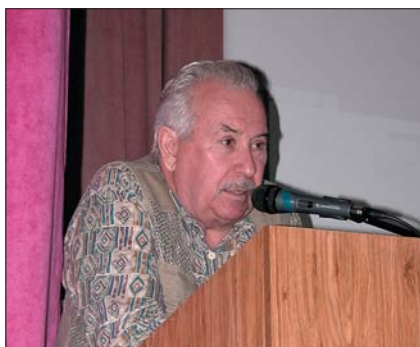
В работе круглых столов приняли участие более 200 специалистов. Состоялось заседание Координационного совета РААСН по взаимодействию с ведущими вузами архитектуры и строительства России, где обсуждались проблемы реформирования вузовского образования и академической науки. В заседании Координационного совета приняли участие ректоры и проректоры 25 ведущих вузов страны.

За прошедший год в нашей стране были предприняты меры по реформированию образования, вызвавшие огромный общественный и профессиональный резонанс. Введение в средних школах единого го-

сударственного экзамена (ЕГЭ), а в вузах – системы ГИФО, предложения по введению в высшее образование принципов Болонской декларации стали предметом многочисленных обсуждений.

Особую актуальность теме придает положение профессионального образования архитекторов и строителей. Принятие Федерального закона «О техническом регулировании» кардинально изменило существующую нормативную базу. Государственное нормирование и стандарты, ответственность за их выполнение и контроль будут заменены на новую систему, разработка которой в настоящее время находится в зачаточном состоянии. Возникает опасение, что в сфере проектирования и строительства может быть существенно снижен уровень профессионализма при решении важнейших вопросов качества, прочности и долговечности зданий и сооружений, а значит, и безопасности населения. Положение осложняется и тем, что принятый в 2001 г. Федеральный закон «О лицензировании отдельных видов деятельности» отменил лицензирование архитектурной деятельности в Российской Федерации.

Таким образом, Россия оказалась единственной среди развитых стран, где архитектурная деятельность не подлежит лицензированию. И это произошло в то время, когда было принято Соглашение в области регистрации (лицензирования) архитектурной практики Международным



На заседании круглого стола «Болонская декларация и ее влияние на развитие российского образования» выступает зав. кафедрой АПП МАДИ д-р техн. наук В.А. Воробьев



Ректор МГСУ В.И. Теличенко



Ректор ВГАСУ И.С. Суворцев



Проректор по научной работе ТГАСУ Л.С. Ляхович



Ректор ННГАСУ В.В. Найденко





Всегда есть что обсудить А.П. Прошину (слева) и Ю.М. Баженову



В перерыве между заседаниями: У.Х. Магдеев, Ю.Г. Иващенко, В.Т. Ерофеев, Р.З. Рахимов

союзом архитекторов, объединяющим более 120 стран мира.

В этих условиях особенно актуальна проблема непрерывного профессионального образования архитекторов и инженеров строительных специальностей, проблема качества архитектурно-строительного образования, интеграция вузовского образования и науки с наукой академической.

Современное состояние в сфере архитектурно-строительного образования в России характеризуется следующими явлениями:

- разрушается связь между высшим и средним образованием из-за отставания школьного образования от современных требований подготовки учащихся как творческих личностей, овладевших необходимыми знаниями и навыками, готовых к дальнейшей работе и образованию;
- высшее архитектурно-строительное образование, являясь стратегическим потенциалом государства, базовым ресурсом его конкурентоспособности и независимости, не вполне удовлетворяет потребностям общества в обеспечении профессиональными кадрами архитекторов, градостроителей, инженеров-строителей и технологов;
- внедрение унифицированных систем образования может оказать негативное влияние на отечественную практику образовательной деятельности, снизить ее эффективность и конкурентоспособность;
- обеспеченность профессорско-преподавательскими кадрами и уровень материально-технической базы вузов резко отстают от требований современного образовательного процесса в условиях динамичного развития общества;
- разрушилась система послевузовского повышения квалификации архитекторов и инженеров-строителей, снизилась требовательность в периодическом обновлении уровня знаний, что ведет к негативным последствиям в условиях непрерывного усложнения техно-

логии проектирования и строительства, а также инженерного оборудования зданий и сооружений.

За последние годы воспроизводство кадрового состава в области высшего архитектурного и строительного образования не позволяет позитивно оценить процесс развития научных и творческих школ. Преподаватели образовательных учреждений теряют интерес к совершенствованию педагогического мастерства. По экономическим причинам не работает система повышения квалификации преподавателей. Значительное число работников высшей школы из-за низкой оплаты труда вынуждены искать дополнительный заработок. Устаревает учебно-лабораторная и материально-техническая база образовательных учреждений.

Не менее важной нерешенной проблемой остается подготовка специалистов для промышленности строительных материалов и строительной индустрии, развитие которой призвано обеспечить градостроителей, архитекторов и дизайнеров материалами и конструкциями по номенклатуре, качеству и цене отвечающим потребностям современного строительного рынка. Такая материальная база должна обеспечиваться специалистами как традиционных, так и новых специальностей.

Не секрет, что определенные успехи последних лет в развитии отечественной базы строительной индустрии в значительной мере связаны с импортом западного комплектного оборудования и технологий. Одной из причин этого является недостаточное развитие отечественной машиностроительной базы для строительного комплекса как по объемам производства, так и по уровню производительности труда, автоматизации, энергопотреблению и другим показателям. Если в Германии на 1 млн населения приходится 3–4 предприятия по производству такой техники, то в России этот показатель несравнимо ниже. За последние 15 лет производство техники для строительства и произ-

водства строительных материалов снизилось в сотни раз.

Уровень развития техники, который зависит в том числе и от подготовки квалифицированных специалистов, определяет уровень развития любой отрасли. Анализ номенклатуры специальностей выпускников западно- и восточноевропейских вузов показал, что в большинстве вузов, связанных с подготовкой специалистов строительных специальностей, ведется подготовка кадров по разработке, конструированию, производству и эксплуатации машин, оборудования, приборов, оснастки и инструментов для строительной отрасли. В нашей стране подготовка таких специалистов ведется всего в нескольких вузах.

Если положение не изменится, то Россия будет вынуждена и дальше ввозить импортное оборудование, в том числе морально и физически устаревшее, и соответственно не сможет конкурировать на мировом рынке строительных материалов и техники.

На пленарных заседаниях общего собрания РААСН 26–27 мая были заслушаны доклад вице-президента РААСН В.Н. Белоусова, содоклады ректора ВГАСУ И.С. Суровцева, проректора МАРХИ А.В. Степанова, ректора МГСУ В.И. Теличенко и первого проректора Томского ГАСУ Л.С. Ляховича. По результатам дискуссии общее собрание приняло итоговый документ научной части собрания.

На общих собраниях отделения архитектуры и отделения строительных наук состоялись выборы на вакансии членов РААСН. Избраны действительные члены РААСН по отделению архитектуры Ю.П. Григорьев и А.В. Степанов (Москва), члены-корреспонденты по отделению строительных наук Л.Н. Губанов (Нижегород) и В.С. Федоров (Москва). Вице-президентом РААСН избран академик А.В. Степанов.

Принято решение провести следующую сессию общего собрания РААСН в Санкт-Петербурге в мае 2006 г., ее научной темой станет «Проект и реализация — гаранты безопасности среды жизнедеятельности».





## Стратегия кадрового сопровождения регионального архитектурно-строительного комплекса с учетом демографических процессов

Доклад ректора ВГСУ В.С. Суровцева на годовом собрании РААСН в Воронеже,  
печатается с сокращениями.

Изменение концептуальных условий реализации программ высшего профессионального образования в контексте интеграции России в мировое образовательное пространство (Болонская конвенция) требует принципиально новых подходов к формированию не только традиционной исходной среды (студенческого контингента), но и всего состава обучающихся и обучаемых.

В строительном комплексе в настоящее время ощущается острый дефицит именно высококвалифицированных рабочих. Например, на рынке труда Воронежской области более 80% незаполненных вакансий относятся к массовым рабочим профессиям. Вузы, по своему статусу являясь высшей ступенью в системе непрерывного многоуровневого профессионального образования, призваны осуществлять координацию инновационной деятельности по качественному воспроизводству кадров всех уровней. С учетом непрекращающихся реформаторских усилий со стороны федерального центра особенно важной становится консолидация усилий вузовского сообщества по участию в выработке стратегии развития образовательной системы государства.

В настоящей работе проанализированы некоторые составляющие профессионального образования как в целом по России, так и на примере Воронежской области.

В России к 2003 г. молодежь в возрасте от 14 до 30 лет составляла 23,3% от всего населения страны (33,5 млн человек). По сравнению с 1995 г. число государственных вузов выросло на 15%, а негосударственных — в 2 раза. По данным Рособразования, всего деятельность в сфере высшего профессионального образова-

ния ведет свыше 3200 вузов и их филиалов (в последние годы СССР их было около 600).

Например, в Воронежской области число вузов увеличилось с 14 до 45 (включая филиалы и негосударственные), а число студентов выросло с 65 тыс. до 130 тыс. человек. Это соответствует и общероссийской динамике: за 1990–2003 гг. ежегодный прием в российские вузы вырос более чем в 2 раза, и в 2004 г. на первый курс было принято 995 тыс. студентов, в том числе 45,5% на места, финансируемые из средств федерального бюджета. При этом общее число студентов превысило 6 млн человек [1]. Если сравнить ситуацию с известным законодательным нормативом — 170 студентов на 10 тыс. населения, то сейчас по стране в целом на те же 10 тыс. населения уже 390 студентов, из них 229 студентов обучаются на бюджетных местах.

При формировании стратегии развития вузовской среды и конкретного университета в первую очередь необходимо учитывать, что *Россия находится в состоянии демографического сжатия*.

Ежегодная убыль населения в стране нарастает и уже достигла 800 тыс. человек в год. Только для поддержания популяции требуется так называемый «рейтинг рождаемости» не ниже 2,1 ребенка на семью. У нас же за последние годы этот показатель не превышал 1,3 ребенка на семью. В России за последние годы 13 тыс. населенных пунктов осталось без людей и почти столько же с «доживающим населением» менее 10 человек.

С 2006–2007 гг. начнется необратимое сокращение численности, и именно трудоспособного населения. Фактически речь идет о системном кризисе, спровоцированном реформами 90-х годов прошлого века.

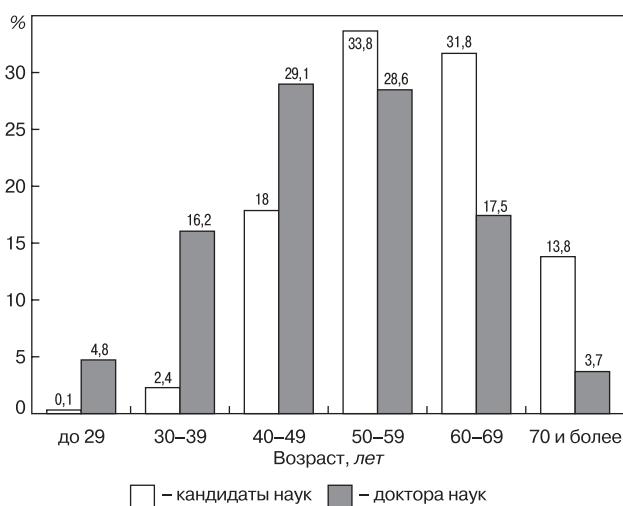


Рис. 1. Возрастной состав кадров высшей научной квалификации

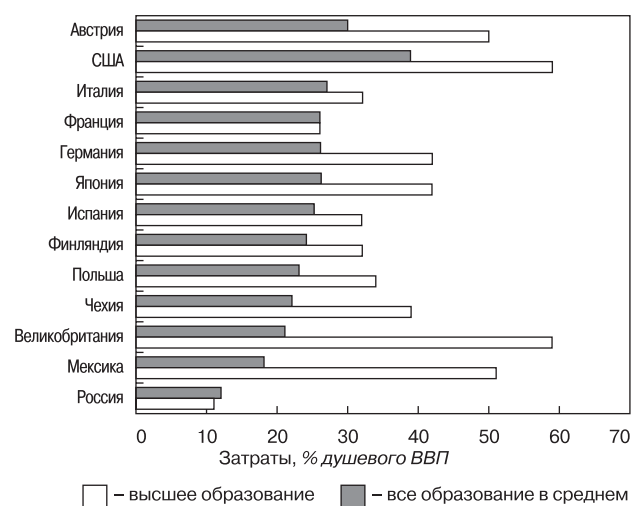


Рис. 2. Затраты на одного учащегося в 2002 г., в % душевого ВВП [1]

Численность занятых в экономике по уровню образования (тысячи человек)

Специалисты	1992 г.			2003 г.		
	Всего	Мужчины	Женщины	Всего	Мужчины	Женщины
<b>Занято в экономике</b>	<b>71068</b>	<b>37145</b>	<b>33923</b>	<b>64664</b>	<b>33435</b>	<b>31229</b>
В том числе имеют образование:						
высшее профессиональное	11469	5561	5907	15407	7215	8192
неполное высшее профессиональное	1234	674	559	1595	796	800
среднее профессиональное	22458	9821	12637	20107	9059	11048
начальное профессиональное	нет достоверных данных			7619	4844	2775
среднее (полное) общее	23388	13419	9969	14754	8325	6429
основное общее	10275	6296	3979	4573	2821	1751
не имеют основного общего образования	2245	1273	872	610	375	234

В Воронежской области только за 2004 г. реальное сокращение населения региона составило 40 тыс. человек. Смертность превышает рождаемость в 3–4 раза, и регион переходит в разряд демографически депрессивных. Вымирают целые поселения: так, с 1989 по 2002 гг. исчезло 41 село, еще 125 населенных пунктов обезлюдело. По прогнозу численность населения области к 2016 г. уменьшится еще не менее чем на 300 тыс. человек.

Дальнейшая депопуляция населения грозит области серьезными социальными и экономическими проблемами. Сокращается количество первых классов и число школ в целом. На предприятиях и в строительном комплексе уже остро не хватает квалифицированных рабочих, инженерно-технических кадров.

В 2005 г. в учреждениях начального, среднего и высшего профессионального образования суммарное количество бюджетных мест составляет около 36 тыс., но к 2010 г. число выпускников 9-х классов в целом не превысит 20 тыс. человек.

При отмеченном бурном росте числа вузов и филиалов произошел соответствующий рост численности профессорско-преподавательского состава с 1990 г. по 2003 г. на 55%, то есть до 340 тыс. человек. При этом количество студентов на одного преподавателя достигло среднеевропейских значений и теперь составляет 18:1.

В настоящее время в России 28 тыс. профессоров и 130 тыс. кандидатов наук, однако анализ возрастного состава показывает, что через 5–7 лет нас ожидает серьезный кадровый разрыв (рис. 1), а наметившийся «бум» по количеству защит диссертаций, по сведениям ВАКа, относится в основном к экономическим и педагогическим наукам.

Если не предпринять радикальных шагов по увеличению уровня оплаты труда и иных мотиваций к повышению профессионального уровня, трудно ожидать восполнения кадров педагогов высшей квалификации.

При этом наблюдается проявление мер, прямо противоположных ожидаемым. Так, количество выделяемых для приема в аспирантуру бюджетных мест ежегодно сокращается. Аргументируется это тем, что в целом по России лишь 28 человек из 100 заканчивают аспирантуру с защитой диссертации, но не учитывается, что большая часть аспирантов уже имеют семьи и при существующей стипендии им приходится работать. По наблюдениям автора, серьезную сумятицу в умы молодых ученых вселили утверждения федеральных руководителей о том, что Болонская двухуровневая система не предполагает существования степени доктора наук.

При этом наиболее подготовленные специалисты покидают Россию, а восполнение, в основном из стран СНГ, идет по большей части низкоквалифицированными кадрами. Президент России В.В. Путин на заседании Совета безопасности по миграционной политике 17 марта 2005 г. заявил, что «за период с 1989 по 2001 год Россию покинули более ста тысяч ученых, занятых в таких традиционно сильных для России областях, как математика, химия, физика, биология».

Социальные последствия реформы высшего образования может существенно осложнить реализация предложения Минобрнауки РФ сократить число вузовских специальностей с 670 существующих до 50 в бакалавриате и до 200 в магистратуре. Если учесть, что бакалавр (по направлению) – это законченное высшее образование, то для получения диплома магистра (по специальности) по действующему законодательству гражданину придется платить. Все эти шаги свидетельствуют о том, что правительство явно преследует цель сократить долю расходов федерального бюджета на образование, при том что сравнение показателей обеспеченности образования финансовыми ресурсами (рис. 2) никак не подтверждает слова Министра финансов РФ А. Кудрина о «перекормленности» образования федеральными деньгами.

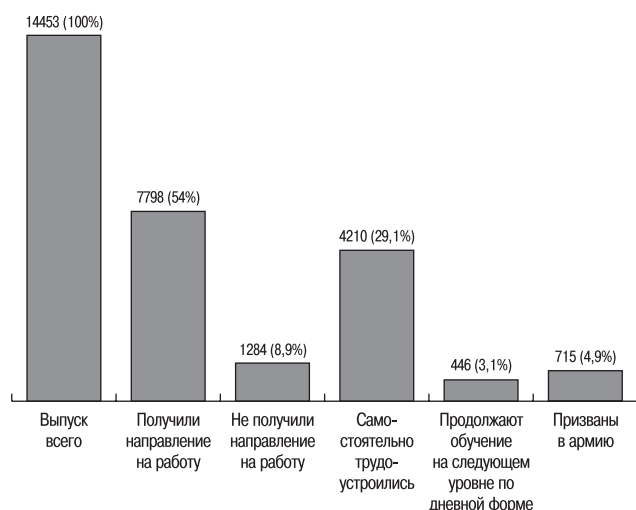


Рис. 3. Трудоустройство выпускников, окончивших вузы в 2002 г. по дневной форме обучения (группа 270000), по данным Госстроя РФ

*Как же выглядит сейчас рынок труда и каковы прогнозы его развития, в том числе для архитектурно-строительного комплекса?* На российском рынке труда явно продолжается рост спроса на персонал. По разным оценкам, рынок труда в 2005 г. вырос на 20–40%. В последние годы отчетливо наблюдается и процесс роста занятости дипломированных специалистов в реальном секторе экономики (см. таблицу).

Что же касается потребности в специалистах строительной направленности, то перспективы тут прорисовываются достаточно ясно.

Жилой фонд страны в настоящее время превышает 3 млрд м<sup>2</sup>, но как бы ни завораживала подобная цифра, на самом деле это очень мало. По данным Госстроя РФ, первоочередная потребность в увеличении жилого фонда оценивается в 1,8 млрд м<sup>2</sup>, а к 2012 г. он нуждается как минимум в удвоении. Но наряду с введением нового жилья, а в 2004 г. в России было построено 40 млн м<sup>2</sup>, в том числе в Воронежской области — 688 тыс. м<sup>2</sup>, требуется капитальный ремонт жилого фонда и реконструкция инфраструктуры. При нормативной потребности в 4–5% в среднем ежегодно ремонтируется не более 1% жилья. Около 300 млн м<sup>2</sup> нуждаются в неотложном капитальном ремонте, около 40 млн человек проживает в неблагоустроенных квартирах, а более 5 млн — в ветхом и аварийном жилье.

Шагнув в XXI век, Россия и сегодня имеет 40% населенных пунктов, официально числящихся городами, а на самом деле имеющих сельское обустройство, без канализации и очистных сооружений.

Таким образом, потребность в инженерах и специалистах строительного профиля очевидна, при этом не менее важно восстановить необходимое количество архитекторов и проектировщиков, так как за последнее десятилетие выпуск архитекторов сократился с 2,6 тыс. человек в 1989 г. до 1,3 в 2003 г.

Что касается трудоустройства выпускников строительных вузов и факультетов (рис. 3), то ситуация здесь выглядит явно благополучнее, чем по выпускникам, например, со специальностями «экономист» и «юрист». Например, в ВГАСУ благодаря налаженным связям с работодателями в 2004 г. было трудоустроено 85% выпускников, в том числе по прямым договорам с предприятиями и по полученной специальности 74%.

*Как же в описанной ситуации может выглядеть среднесрочная стратегия развития архитектурно-строительного университета в целях сбалансированности кадрового сопровождения регионального отраслевого комплекса?*

Разработанная во ВГАСУ концепция многоуровневого непрерывного профессионального образования на базе отраслевого корпоративного университетского комплекса дает возможность осуществлять вертикальную (по уровням) образовательную траекторию, включающую различные по содержанию и времени освоения схемы: начальное — среднее — высшее; среднее — высшее профессиональное образование и другие карьерные маршруты, в том числе на базе общего и неполного общего образования. Причем с каждого образовательного уровня обучаемый может включиться в производственную деятельность и совершенствовать свою профессиональную подготовку по различным программам данного образовательного горизонта [2].

Изменение демографической ситуации привело к существенному пересмотру социальных и возрастных характеристик обучаемых. Здесь имеется в виду реализация известной парадигмы «обучение для всех и в течение всей жизни».

В первую очередь актуализируется деятельность вуза по формированию контингента обучаемых, предполагающая обеспечение положительной динамики основных показателей:

- количественного роста, подтвержденного объективными возможностями вуза;
- диверсификации по социально-возрастным группам;
- повышения качественного уровня абитуриентов.

К сожалению, приходится констатировать наметившуюся негативную тенденцию снижения качества подготовки абитуриентов независимо от формы приемных испытаний, что требует от вуза серьезного внимания и разработки системы мер по ее преодолению.

Нельзя не отметить ряд проблем, обусловленных введением ЕГЭ. В связи с предоставлением абитуриентам права подачи заявлений в любое количество вузов большие трудности возникают не только в работе приемной комиссии. ЕГЭ существенно влияет на систему довузовской подготовки, затрудняя участие вуза в формировании испытательных материалов и предъявлении необходимых требований к содержанию и уровню знаний абитуриентов. Объективным становится факт формализации обучения в школах, нацеленного главным образом на сдачу ЕГЭ.

Одним из важных и востребованных механизмов расширения образовательного пространства университета является развитие дополнительного образования, в том числе дистанционного. Это программы различных форм, уровней и продолжительности, реализуемые параллельно и последовательно с получением высшего образования, а также целевые региональные образовательные программы, например по заказам областной администрации или Союза строителей области (в частности, подготовка кадров для управления жилищным фондом).

В рамках университетского комплекса существенно сокращается временной интервал от научных исследований до создания технологий и их трансфера в производство. Интеграция потенциала образовательных учреждений и предприятий отрасли не только активизирует научно-исследовательскую деятельность, но и способствует повышению эффективности реального сектора экономики региона. По инициативе ВГСУ и при поддержке администрации области были сформированы программы по развитию строительного комплекса и реконструкции зданий и сооружений, в рамках которых успешно работают университет, АНТЦ РААСН и предприятия стройиндустрии.

Многоаспектная деятельность вуза в новой интеграционной структуре определяет формирование новой генерации высококвалифицированных специалистов, обладающих нестандартным мышлением, умело сочетающих исследовательскую, проектную и предпринимательскую деятельность, обеспечивая возможность реализации креативного начала каждой личности.

Таким образом, в условиях конкурентной борьбы за ограниченные бюджетные и внебюджетные ресурсы и реального прогноза на уменьшение числа абитуриентов вследствие демографического кризиса формирование контингента обучаемых из населения различных возрастных групп и уровней подготовки, становится стратегической задачей для обеспечения поступательного устойчивого развития как вуза, так и строительного комплекса региона.

#### Список литературы

1. Муханов Д. Загадки реформы (Развитие системы образования в России: состояние и перспективы) // Экономика и образование сегодня. № 12. 2004. С. 28–29.
2. Суровцев И.С., Перевозчикова Л.С. Диверсификация деятельности вуза по формированию контингента студентов // Труды международного симпозиума «Формирование контингента инженерно-технического вуза: мировой опыт и основные тенденции совершенствования». М., 21–22 декабря 2004 г. С. 92–95.





## К вопросу внедрения принципов Болонской декларации в российскую систему высшего образования

В последнее время обострились дискуссии о реформе высшего образования, подготовке специалистов разного уровня для различных видов деятельности. Одно из центральных мест в этих дискуссиях занимает так называемый Болонский процесс. Как же совместное заявление министров образования из 29 стран Европы, подписанное летом 1999 г. в старинном итальянском университетском городе Болонье, влияет на отлаженную и весьма высоко оцененную в мире систему высшего технического, в частности строительного, образования в России?

Процесс объединения европейского экономического и политического пространства объективно не мог не затронуть систему высшего образования объединяющихся стран, так как создание единого европейского пространства высшего образования является одним из ключевых факторов усиления международной конкурентоспособности европейского высшего образования и обеспечения передвижения граждан с целью трудоустройства.

В совместном заявлении (декларации) от 19 июня 1999 г. министры образования большинства европейских государств сформулировали шесть первостепенных целей, достижение которых планировалось к 2010 г. Кратко они изложены ниже.

1. Принятие системы сопоставимых степеней, в том числе через введение приложения к диплому.
2. Принятие двухступенчатой системы обучения. При этом *степень, присуждаемая после первого цикла, также должна быть востребована на европейском рынке труда* как квалификация соответствующего уровня.
3. Внедрение зачетных баллов по типу ECTS – европейской системы пересчета экзаменов при переводе из одного вуза в другой, обеспечивающей студенческую мобильность.
4. Содействие эффективной реализации свободы передвижения как для студентов, так и для преподавателей, исследователей, административного персонала без ущерба их правам, установленным законом.
5. Содействие европейскому сотрудничеству для разработки сопоставимых критериев и методологий в целях обеспечения качества обучения.
6. Продвижение европейских идей, способствующих развитию: межинституционального сотрудничества, учебных планов, совместных программ обучения, практической подготовки и научных исследований.

Короткий декларативный документ не сопровождался ни программным докладом, содержащим доказательный или информационный материал, ни проектами или схемами взаимодействия между странами Европейского союза в вопросах высшего образования.

Подписание Болонской декларации всколыхнуло научно-педагогическую и студенческую общественность. По Европе прошла серия семинаров, конференций и совещаний, посвященных различным аспектам этого неоднозначного процесса. Россия подписала Болонскую декларацию в 2003 г. К этому времени в процессе участвовали уже 33 европейские страны.

Некоторые итоги Болонского процесса, коррективы целей и задач были сделаны в сентябре 2003 г. в Берлине, на Третьей конференции европейских министров, ответственных за высшее образование. Результатом

конференции стало коммюнике «Создание европейского пространства высшего европейского образования».

Приоритетными направлениями дальнейшей деятельности министры определили повышение качества образования, повышение эффективности двухступенчатой системы обучения и совершенствование порядка признания ученых степеней и учебных периодов. Было подчеркнуто, что *приверженность принципам университетской автономии и изначальной ответственности за качество образования должна лежать в основе каждого учебного заведения*, обеспечивая, таким образом, реальную ответственность образовательной системы в рамках национальной системы качества.

Было также решено, что каждая страна-участница разработает структуру сопоставимых квалификаций, описываемых по учебной нагрузке, условиям и результатам обучения, специализации. Затем будет разработана единая квалификационная система для европейского пространства высшего образования. В ее рамках присужденные степени должны будут предоставлять выпускникам определенные возможности и соответствовать потребностям рынка труда. Была также подчеркнута важность заграничного обучения по общим программам и необходимость соответствующего изучения языков для достижения студентами полной реализации потенциала.

Учитывая потребность в более тесных связях между пространствами высшего образования и научно-исследовательской деятельностью, министры, ответственные за высшее образование, пришли к выводу о *необходимости включить докторский уровень в качестве третьей ступени в Болонский процесс*. В коммюнике особо подчеркивается, что для этого необходима финансовая поддержка со стороны национальных правительств и европейских организаций.

В России реформа образовательной системы протекает на фоне широкомасштабных социально-экономических преобразований, являющихся, по сути, сменой общественно-политической формации. В этих условиях революционные изменения в сфере образования, характеризующейся высокой инерционностью и отдаленностью последствий воздействия, не просто опасны, но могут оказаться катастрофическими. Особенности современной отечественной «эпохи перемен» являются: кратковременное пребывание чиновников высшего эшелона у кормила власти, широкие полномочия и практически полное отсутствие преемственности курса и ответственности за негативные последствия деятельности. Горе-реформаторам уготовано повышение по службе, кратковременное пребывание в резерве номенклатуры или им удастся и вовсе плавно переместиться в коммерческие структуры на тщательно подготовленные должности.

С высокой степенью вероятности можно утверждать, что силовой перевод отечественного высшего образования на болонскую модель, изоляция профессионального сообщества от принятия стратегических решений в этом вопросе, игнорирование развития и запросов российской промышленности может существенно ухудшить качество самого образования и нанести непоправимый урон всей системе подготовки кадров высшей квалификации.

В современных условиях, когда Россия теряет позиции во многих сферах экономики и политики, высшее архитектурно-строительное и техническое образование является стратегическим потенциалом государства, базовым ресурсом его конкурентоспособности. Поэтому оно должно быть в первую очередь ориентировано на внутренний рынок страны.

Объективная реальность такова, что те студенты, преподаватели, специалисты и ученые, которые хотят продолжать образование или работать за рубежом, находят возможность уехать, сдать необходимые экзамены и реализовать себя в другой стране. С другой стороны, *талантливые ученые, высококвалифицированные преподаватели, перспективная молодежь* так или иначе попадают в поле зрения заинтересованных структур за рубежом, от которых часто исходит инициатива привлечения этих людей для работы за границей. Массовая миграция российских специалистов вряд ли входит в планы Европейского сообщества, а молодые люди, чьи родители могут себе позволить дорогое зарубежное образование своих детей, уже давно там учатся, невзирая ни на какие болонские декларации.

Практически во всех развитых странах мира совершенствованию национальной системы высшего образования придается первостепенное значение. Множество факторов указывает, что в XXI веке центр тяжести конкурентной борьбы сместится в сторону высшего образования. В настоящее время во многих странах расходы на образование растут стремительными темпами и уже превышают оборонные расходы. Результатом таких инвестиций является **высоколиквидный товар — высшее образование**. Бесспорным лидером по производству и реализации этого товара являются США, где обучается около 65% всех иностранных студентов. Англия, Германия и Франция занимают в общей сложности немногим более 25% рынка образовательных услуг. В России с каждым годом становится все меньше зарубежных студентов. А те, что еще приезжают, хотят учиться по программам подготовки полноценных специалистов. Как правило, дипломы бакалавра и магистра их не интересуют.

Учитывая, что во все времена во всех странах важнейшей составляющей образования являлась идеология, получение поистине огромных денег за платное образование не единственная выгода государств — лидеров на этом рынке; они получают опосредованную возможность влиять на экономику и политику тех стран, граждане которых были студентами. Ведь вероятность того, что политик или бизнесмен, получивший образование, например, в США, будет ориентироваться на Россию, крайне мала.

Все это дает основание предполагать высокую политическую и экономическую «нагруженность» Болонской декларации, использование ее в качестве инструмента в борьбе между Европой и США за освоение образовательных рынков третьих стран и последующее влияние на них.

Россия в настоящее время хоть и перегружена внутренними проблемами, но пока имеет тщательно выстроенную и отлаженную систему высшего образования индустриального общества. Система образования в России складывалась почти 150 лет, со времен отмены крепостного права, когда были введены новые требования к гимназиям, реальным и коммерческим училищам, усилено преподавание естественных наук. Рос-

сийские специалисты, особенно в технических областях, высоко ценятся за рубежом, в том числе и в США. Практически в каждом американском университете, а их более двух тысяч, есть русские преподаватели, которые на очень хорошем счету.

Устранение России как сильного игрока с рынка высшего образования не только существенно расширяет рынок сбыта этих услуг, но и полностью открывает путь в восточные страны, где придается очень большое значение образованию молодого поколения. Результаты международных олимпиад по точным и естественным наукам показывают, что такие страны, как Южная Корея, Китай, Тайвань, Грузия, стали занимать более высокие позиции.

Как показывает практика, страны, активно продвигающие идеи и принципы Болонской декларации, сами не спешат ломать сложившуюся систему высшего образования. Например, в Норвегии и Франции по одноуровневой системе продолжают готовить архитекторов за 5,5 и 6 лет, в Италии и Португалии, где реализована многоуровневая система, первый уровень обучения архитектора составляет 5 лет, второй уровень — еще 2 года, а получить докторскую степень можно только через 8 и 9 лет обучения соответственно. В России инженер учится 5 лет, архитектор-специалист — 6 лет. Для подготовки кандидатской и докторской диссертаций требуется еще минимум 4–7 лет.

В России искусственное насаждение принципов Болонской декларации административными методами вызывает обоснованную тревогу и множество вопросов как у профессионального сообщества (профессорско-преподавательского состава, ученых и исследователей), так и у других категорий населения, прямо или косвенно участвующих в процессе высшего образования (будущие студенты и их родители, работодатели).

*Используя простую логику, никак не удастся ответить на вопрос, можно ли повысить качество образования при уменьшении сроков обучения и снижении расходов на него.*

Многих волнует вопрос, не снизится ли доступность высшего образования для широких слоев населения. Ведь по Конституции России каждый гражданин имеет право на одно бесплатное высшее образование. Учитывая, что бакалавр считается ступенью высшего образования с соответствующими правами на рынке труда, продолжать образование придется за деньги. На чем в этом случае будет базироваться ценообразование, будут ли приняты налоговые льготы, разработана система кредитования и др.? Таким образом, широкое внедрение принципов Болонской декларации в систему российского высшего образования может сделать его не массовым, а элитным. В понимании значительной части населения России, которому присущ менталитет субъекта великой державы, такой путь представляется поправимым достигнутых социальных достижений.

Не стоит вдаваться в обсуждение целесообразности широкомасштабного внедрения принципов Болонской декларации в сферу гуманитарного образования, но будут ли бакалавры трех- и даже четырехлетки востребованы промышленностью строительных материалов и строительным комплексом страны? Ведь с решением сугубо технических задач успешно справляются выпускники техникумов.

Очевидно, что без мониторинга и прогнозирования потребностей рынка труда, учета экономического и социального развития регионов в целом и по подотраслям, без дифференциации подготовки специалистов на основании вышеперечисленных и множества других данных целесообразность коренных изменений системы высшего образования России требует серьезных доказательств.

*По материалам Общего собрания РААСН*



## Какие кадры нужны строительному комплексу?

**Доклад А.М. БОЛДЫРЕВА, д-ра техн. наук, председателя попечительского совета Воронежского государственного архитектурно-строительного университета на заседании круглого стола по теме «Болонская декларация» и ее влияние на развитие российского образования». Согокладчики – В.М. БУТЫРИН, советник РААСН, председатель совета Союза строителей Воронежской области, А.Д. НИКУЛИН, ген. директор Союза строителей Воронежской области.**

Наметившееся в нашей стране экономическое оживление отразилось в первую очередь на строительном комплексе. В Воронежской области за период 2001–2004 гг. число строительных организаций выросло с 950 до 1910, ежегодно регистрируется 400–500 новых организаций. В строительной отрасли области занято около 50 тыс. человек, в том числе 6,5 тыс. человек с высшим и 1,6 со средним техническим образованием. Эти показатели приближаются к аналогичным показателям второй половины 80-х годов прошлого века.

По данным Центрально-Черноземного филиала Федерального лицензионного аттестационного центра, только в 2004 г. было выдано 902 лицензии, из них 725 – на строительство, 145 – на проектирование и 32 – на изыскательские работы. В 105 случаях в выдаче лицензий было отказано из-за отсутствия в лицензируемой организации профессиональных кадров и соответствующей производственной базы.

Известно, что в советский период в стране сформировалась и успешно функционировала система подготовки кадров для строительной отрасли. Рабочие проходили подготовку в профессионально-технических училищах, работников среднего звена готовили техникумы, а проектировщики, линейный инженерно-технический персонал получали высшее образование в инженерно-строительных институтах. В стране была сформирована и успешно действовала хорошо отлаженная система повышения квалификации в виде факультетов и институтов повышения квалификации при инженерно-строительных вузах. Все работники среднего звена и более высокого ранга в обязательном порядке не менее одного раза в пять лет пополняли свои знания последними достижениями науки и техники в той отрасли, где работали. Отлажено работала при государственной поддержке система заочного обучения в вузах и средних специальных учебных заведениях, что позволяло многим производственникам без отрыва от производства повышать не только свою квалификацию, но и статус.

Воронежский инженерно-строительный институт (ныне Воронежский государственный архитектурно-строительный университет) за 75 лет своего существования подготовил более 40 тыс. инженеров-строителей. Подавляющее большинство из них показали себя на стройках, в проектных и научных институтах с самой лучшей стороны.

Характерными чертами выпускников прошлых лет были глубокая теоретическая и хорошая практическая подготовка. Студенты получали основательную практику в крупных строительных трестах, проектных институтах и студенческих строительных отрядах на проектировании и возведении реальных объектов под руководством опытных наставников. Это позволяло молодым специалистам после окончания института быстро адаптироваться к работе, которую они получали в соответствии с государственным распределением.

Социально-экономические преобразования перестроечных лет не могли не отразиться и на качестве под-

готовки кадров. Резко сократилось число баз практики, за проведение которой строительные, проектные и производственные организации стали требовать оплату. Мелкие строительные фирмы, ведущие в основном строительство коттеджей, вряд ли могут научить решению сложных технологических конструкторских и организационных задач. Ушли в прошлое студенческие строительные отряды, служившие отличной производственной школой для студентов строительных вузов. Отмена государственного распределения выпускников вузов на работу и сокращение объемов строительства привели к тому, что многие молодые специалисты стали работать не по специальности. Вернуть их теперь в строительную отрасль вряд ли возможно и не имеет смысла, так как они скорее всего утратили знания и квалификацию, полученные в вузе.

Существенное сокращение числа ведущих проектных и исследовательских институтов привело к утрате целого поколения высококлассных проектировщиков, расчетчиков, конструкторов и научных работников, прервало цепочку преемственности опыта и знаний. Перепрофилирование некоторых профессионально-технических училищ, готовящих рабочих для строительного комплекса, привело к дефициту рабочих строителей. А перевод этих училищ из федерального подчинения в ведение региональных администраций с прекращением федерального финансирования может окончательно уничтожить систему подготовки рабочих кадров.

В результате в строительном комплексе наметился возрастной кадровый разрыв. Фактически потеряно два поколения рабочей и инженерной молодежи. Выпускникам вузов 70–80-х годов прошлого века, получившим образование и практическую подготовку до начала так называемой перестройки, сейчас более 50 лет. Очень многие тридцати–тридцатипятилетние выпускники 90-х годов занимаются непрофильными видами деятельности, никак не связанными со строительством.

Замены стареющим кадрам нет. Например, по данным Воронежского городского отделения Союза строителей, только в 27 обследованных строительных организациях, где работают более 6 тыс. человек, вакансии крановщиков, каменщиков, электриков и др. составляют 686 рабочих мест, а недостаток инженерно-технических работников – 504.

Вышеизложенное дает нам основание заявить, что в настоящее время надо говорить не о предлагаемой реформе системы образования, которая на самом деле уничтожает эту систему, а о необходимости сохранения русской школы и возрождении непрерывного образования.

Конечно, в настоящее время из стен вузов выходят выпускники, не по всем параметрам отвечающие современным требованиям. Это в значительной мере обусловлено слабой практической подготовкой, недостаточным владением вычислительной техникой, устаревшим лабораторным и технологическим оборудованием, а главное, недостаточной мотивацией к по-



лучению специальности строителя из-за отсутствия необходимых социальных гарантий молодому специалисту. Но это не вина образовательной системы, а последствия экономической несостоятельности.

В течение последних 15 лет российская высшая школа и система образования в целом пережили неоднократные попытки реформирования. Ректоры строительных вузов, научная и инженерная общественность аргументированно противодействовали предлагаемым реформам, которые могли не просто подорвать, но и практически уничтожить нашу образовательную систему. В связи с присоединением России в 2003 г. к Болонской декларации реформаторы от образования без серьезного обсуждения с научно-педагогической общественностью всерьез взялись за внедрение двухуровневого высшего образования. При этом предполагается массовая подготовка бакалавров (4 года обучения) и штучная — магистров (5 лет обучения) для научно-педагогической работы.

По нашему мнению, подготовка бакалавров оправдана для гуманитарно-социальных и экономических специальностей. Что касается подготовки бакалавров по направлению «Строительство», по мнению членов Союза строителей Воронежской области и Воронежского отделения РОИС, переход на эту систему чреват многими негативными последствиями.

Во-первых, переход к массовой подготовке бакалавров-строителей за 4 года неизбежно приведет к сокращению фундаментальных теоретических курсов, и строительная отрасль будет получать не то переучившихся техников, не то недоучившихся инженеров. А ведь выпускники строительных вузов проектируют и возводят объекты, которые должны служить не один десяток лет, и от их надежности зависит жизнь людей. Следовательно, с приходом в строительство недоучившихся инженеров неизбежно возрастет вероятность аварий.

Во-вторых, сокращение количества и длительности учебных и производственных практик резко ухудшит практическую подготовку бакалавра. Кроме того, в предлагаемой реформе никак не отражена судьба выпускников строительных техникумов, которые, как правило, имеют необходимую теоретическую и хорошую практическую подготовку. Они служат хорошим резервом для подготовки высококвалифицированных специалистов с высшим инженерным образованием.

Мы убеждены, что существующая система подготовки кадров для строительной отрасли ПТУ — техникум — вуз при совместной работе учебных заведений по модернизации и согласованию учебных планов, проведению практик, привлечению студентов для работы на производстве вполне удовлетворит строительную отрасль.

Хорошая фундаментальная общая теоретическая подготовка необходима и проектировщикам, и специалистам, непосредственно возводящим объекты. Такая подготовка позволяет инженеру хорошо разбираться не только в вопросах строительства, но и в смежных областях науки и техники.

Мы не сторонники замораживания существующей системы образования. Жизнь не стоит на месте. Изменение формы собственности в материальном производстве, бурное развитие науки и производства в области строительства, активное применение информационных технологий несомненно требуют модернизации (именно модернизации, а не ломки) существующей системы подготовки кадров для строительной отрасли.

Стратегическим направлением модернизации образовательной системы, по нашему мнению, должно быть привлечение работодателей к подготовке кадров путем создания комплексов: профессионально-техническое училище — техникум — вуз — работодатели. Работодатели должны выступать как равноправные компаньоны в процессе обучения кадров и как заказчики, потребляю-

щие эти кадры. Стереотипное мнение работодателей, что кадры можно получать бесплатно, безвозвратно устарело. В рыночной экономике за все надо платить. Заказчик должен участвовать в учебном процессе на всех его стадиях и уровнях: это практическое обучение на рабочих местах, привлечение средств работодателя к модернизации мастерских, учебных и научных лабораторий вуза, привлечение специалистов производственных предприятий и строительных организаций к обучению студентов. Такое взаимодействие в рамках учебно-производственного комплекса требует законодательной базы, где должны быть четко оговорены права и обязанности каждого участника комплекса. Разработкой такой базы, по нашему мнению, в первую очередь и должно заняться Министерство образования и науки.

Затраты на подготовку инженера, отвечающего современным требованиям, с каждым годом возрастают. В США, например, за последние 15 лет средняя ежегодная стоимость обучения в высшем учебном заведении выросла в три раза и в настоящее время составляет около 100 тыс. USD. В России согласно утвержденному Федеральному бюджету планируется затратить на одного обучающегося в вузе 21,5 тыс. р в год. И при этом Министерство образования и науки считает главной задачей модернизации образования «расширение доступности и достижения высокого уровня образования при максимальном снижении необходимых для этого финансовых, материальных, кадровых и иных расходов».

Как отмечалось выше, инженер-строитель должен иметь широкую фундаментальную подготовку, позволяющую ему ориентироваться в современном море информации, усваивать новые достижения науки и техники. Поэтому мы считаем, что для специалистов строительной отрасли достаточно основных традиционных специальностей, таких как «Промышленное и гражданское строительство», «Производство строительных материалов, изделий и конструкций», «Теплогоснабжение и вентиляция», «Водоснабжение и водоотведение», «Механизация и автоматизация строительства». Остальные специальности по направлению «Строительство» надо перевести в разряд специализаций на базе вышеуказанных специальностей. На наш взгляд, не следует строго регламентировать количество и название специализаций. Эта часть подготовки кадров должна быть мобильной и чувствительной к запросам времени и заказчиков. Поэтому следует каждому вузу предоставить право за счет региональной составляющей учебного плана определять направление и содержание подготовки специалистов в соответствии с запросами потребителей.

При нынешней интенсивности развития науки и техники специалист должен учиться всю жизнь. Поэтому в настоящее время стоит задача быстрее создания системы послевузовского периодического обучения специалистов строительной отрасли, которая должна базироваться в строительных вузах, имеющих соответствующую кадровую, материальную и информационную базу.

Воронежский союз строителей и Воронежское отделение РОИС приняли решение включиться в систему непрерывного профессионального образования и аттестации специалистов. Принято также решение о создании на базе Воронежского государственного архитектурно-строительного университета регионального Центра аттестации. Для того чтобы эта система начала функционировать, по нашему мнению, необходимы отраслевые документы, обязывающие руководителей строительных организаций следить за своевременной переподготовкой и периодической аттестацией своих специалистов. Это повысит личную ответственность руководителей строительных организаций, качество выполнения строительных работ, и как следствие, конкурентоспособность на рынке строительных услуг.



## Николай Анатольевич Попов (1899–1964)

Еще будучи студентом Московского института инженеров путей сообщения в тяжелые для нашей страны годы (1917–1922), Николай Анатольевич Попов начал свою трудовую деятельность десятником на стройке, а после окончания института работал инженером треста «Теплобетон», осуществляющего ряд крупных строек в Москве и Закавказье. Очень скоро молодой инженер увлекся исследованиями в области технологии и проектирования легких бетонов. Эта область строительства оставалась основным направлением работ Николая Анатольевича до последних лет жизни.

В период 1929–1939 гг. на основе работ, проведенных в тресте «Теплобетон», и дальнейших исследований в СтройЦНИЛе и ЦНИПСе им написано 13 монографий, среди которых была книга «Производственные факторы легких бетонов» (1933). Эта работа «представляет собой первое в мировой практике изложение теории легкого бетона... которая должна сыграть такую же роль, какую в свое время сыграла теория Абрамса для обычного бетона» — так охарактеризовал эту книгу Б.Г. Скрамтаев. Дальнейшее развитие теории и практики легких бетонов нашло отражение в одной из последующих монографий Н.А. Попова «Новые виды легких бетонов. Керамзитобетон. Газобетон» (1939).

С середины 30-х гг. Н.А. Попов параллельно с исследованием легких бетонов занимается проблема-

ми строительных растворов, работая с 1935 г. научным руководителем СтройЦНИЛа и заместителем директора по науке ЦНИПСа. Деятельность в этом направлении нашла отражение в классической монографии «Смешанные растворы» (1939), за которую Николаю Анатольевичу была присвоена ученая степень доктора технических наук. Результаты этих исследований разрешили предубеждение строителей против использования глины в цементных растворах и легли в основу многих нормативных документов.

Практически с начала производственной деятельности Николай Анатольевич наряду с научными исследованиями занимается педагогической работой. С 1931 г. он преподавал курс технологии бетона в Промакадемии, а затем в МХТИ им. Д.И. Менделеева, где в 1933 г. получает звание профессора. С 1934 г. начинает свою работу в МИСИ на кафедре строительных материалов. С 1937 по 1960 год он был бессменным заведующим кафедрой. В эти годы он создает учебник по строительным материалам для техникумов (1941), участвует как соавтор с Б.Г. Скрамтаевым в ставшем классическим и выдержавшем шесть изданий учебнике «Строительные материалы», выпускает два справочника для строителей.

В годы Великой Отечественной войны Н.А. Попов интенсивно работает над проблемами использования местных материалов Западной Сибири, в частности горелых пород. За участие в строительстве оборонных предприятий он в 1942 г. был награжден орденом «Знак Почета». Исследования грунтобетонов, проведенные им в этот период, нашли отражение в монографии «Грунтотериалы в строительстве зданий» (1944).

Являясь активным сторонником и пропагандистом сборного строительства еще с 30-х гг., Н.А. Попов стал одним из инициаторов организации в строительных вузах принципиально новых строительнотехнологических факультетов. В МИСИ такой факультет открылся в 1944 г., а позже и в других вузах.

Именно на этих факультетах начали готовить инженерные кадры для предприятий индустриального домостроения.

Много сил и времени Н.А. Попов отдавал подготовке научных кадров высшей квалификации. Им создана школа специалистов, докторов и кандидатов наук в области строительного материаловедения, многие из которых и до сих пор занимают ведущие позиции в строительной науке.

В 1947 г. Николай Анатольевич был назначен главным редактором первой части Урочного положения, проект которого был опубликован в 1952 г. и утвержден в качестве «Строительных норм и правил» (СНиП ч. 1 «Строительные материалы, изделия и детали») в 1954 г. Это, пожалуй, самая главная работа Н.А. Попова, впитавшая в себя его идеи и опыт, опыт школы его последователей и ставшая фундаментом сборного строительства в СССР.

В том же 1947 г. Николай Анатольевич был избран членом-корреспондентом, а в 1950 г. действительным членом Академии архитектуры СССР. Впоследствии, когда Академия архитектуры была преобразована в Академию строительства и архитектуры, он был назначен в числе других крупнейших ученых академиком-выборщиком.

Работая в АСИА СССР, Н.А. Попов был куратором Института новых строительных материалов, руководил перспективными работами в области пористых заполнителей для легких бетонов, декоративных растворов и теплоизоляционных материалов. Понимая большие перспективы полимерных материалов в строительстве, он был одним из инициаторов перехода ВНИИНСМ на полимерную тематику. Эта идея в дальнейшем была реализована, что нашло отражение в названии института — ВНИИстройполимер.

*Память о Николае Анатольевиче Попове — ученом и педагоге сохранилась не только в его трудах, но и в работах многочисленных учеников и последователей.*

М.Г. ГАБИДУЛЛИН, канд. техн. наук, Р.З. РАХИМОВ, д-р техн. наук, А.В. ТЕМЛЯКОВ, инженер, Казанский государственный архитектурно-строительный университет

## **Исследование пор керамических строительных материалов с использованием программного комплекса «Структура»**

В последние годы увеличилось число публикаций, посвященных разработке особо легких керамических стеновых материалов, которые обладают высокой пористостью и низкой теплопроводностью. Однако их производство не развивается по причине отсутствия кондиционного сырья, общей концепции развития, нормативных требований к основным свойствам, четкой классификации способов производства и непроработанности технологии изготовления.

В свете реализации этих практических целей актуальной задачей является исследование структуры высокопористых керамических материалов, определение соотношения структурных составляющих, ибо знание структуры материала позволит найти математические зависимости, а затем на их основе моделировать материалы с оптимальными свойствами и ускорить внедрение ячеистой керамики.

Одной из важнейших характеристик структуры пористой керамики являются параметры порового пространства, так как даже незначительные изменения количества пустот в материале приводят к резкому изменению физико-механических и эксплуатационных свойств. Несмотря на то что накоплен значительный экспериментальный и научный материал о структуре порового пространства различных строительных материалов, в том числе и керамики, при практическом его использовании часто возникают методические трудности, связанные с тем, что в зависимости от принятого способа определения пористости выявляется только определенная часть объема пор и капилляров, имеющих в исследуемом материале. При определении пористости исследователи рассматривают интегральные и дифференциальные параметры поровой структуры. При изучении последних и построении моделей структуры материала условно принимается, что пора представляет собой прямой цилиндрический капилляр. Так как реальные поры имеют произвольную форму, то параметры пористости, рассчитанные по этим моделям, условны.

Традиционно пористость строительной керамики определяется методами ртутной порометрии, изотерм адсорбции азота или паров воды, электронной микроскопией. В последние годы с развитием компьютерного моделирования появились дополнительные инструменты для определения пористости различных материалов, использование которых значительно упрощает обработку и анализ структуры, но эти методы несовершенны, требуют определенных навыков и доработки.

Цель настоящей работы – разработка новых подходов к моделированию структуры пористого черепка и методологии ее исследования для различных эффективных керамических материалов с использованием нового программного комплекса (ПК) «Структура»,

предназначенного для автоматического определения параметров пористости различных строительных материалов [1].

Отличительной особенностью ПК «Структура» является возможность компьютерной обработки изображений поверхности шлифов, приготовленных из контрольных образцов материалов различного состава. Алгоритм программы позволяет рассматривать изображение фотоснимка пористой поверхности шлифа в виде массива точек различной яркости от 0 до 255, представляющих собой различные уровни глубины пор: 0 – минимальная яркость, 255 – максимальная. Программа позволяет с высокой точностью выбирать уровень яркости границы раздела поры и материала. В данной работе программа использовалась для оценки порового пространства черепка на основе кирпично-черепичных глин и выгорающих добавок. Изображения шлифов получены путем цифровой съемки через микроскоп прозрачных и непрозрачных шлифов, приготовленных стандартными способами.

После установки границ анализируемой площади изображения дается команда на автоматическое почтучное считывание размеров пор, общей пористости черепка, количества пор на единицу площади, дифференциальной пористости, усредненного количества пор на одной горизонтальной строке толщиной в один пиксель, количества пор на одной строке единичной длины, однородности распределения пор, определения дисперсии и ошибки расчета. Программа позволяет формировать результаты считывания в удобной для анализа табличной и графической форме. Интерфейс включает: меню, масштаб, полное изображение шлифа, увеличенное изображение выделенного участка, закладки для регулирования параметров анализа, строку статуса.

Основная часть ПК «Структура» – это блок алгоритма и команд, а вторая часть – «База-Структура 1.0» включает обширную дифференцированную базу данных, сформированных на основании результатов автоматизированного считывания параметров порового пространства черепка исследованных образцов (рис. 1). База данных включает пять блоков. Первые два блока – это базы данных изображений образцов: первый в виде общего плана реального изображения шлифа; второй в виде выделенного для исследования квадратного или прямоугольного участка изображения, преобразованного (конвертированного и инвертированного) в заданном оператором масштабе.

В третьем блоке базы размещены табличные данные автоматизированного считывания параметров порового пространства: дифференциация пор по размерам, размеры пор, их доли от общего количества, характеристики пор на единицу анализируемой площади, однород-



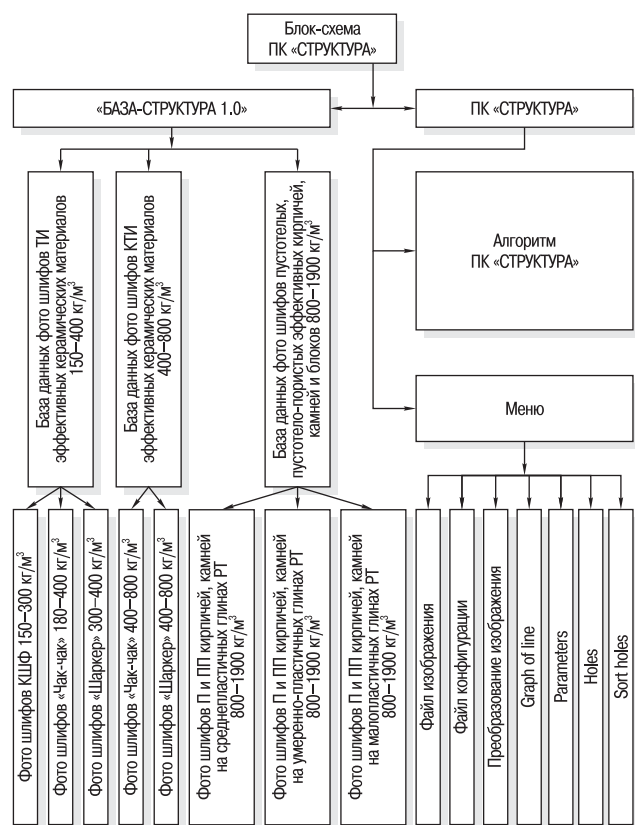


Рис. 1. Блок-схема программного комплекса «Структура»

ность их распределения, статистические параметры, данные расчета на единицу анализируемой площади изображения, ошибка считывания и т. д. Всего определяется двенадцать параметров.

В четвертом блоке базы размещаются кривые дифференциального распределения пор по размерам, построенные на основании обработки табличных данных блока 3. В пятом – новые схемы моделей структуры черепка, построенные на основании табличных данных из блока 3 и дополнительных результатов тонких методов исследований по определению кристаллических новообразований и стеклофазы черепка. Модели учитывают соотношения структурных составляющих: пор, стеклофазы, кристаллических новообразований и реликтов глинистых минералов.

В течение двух последних лет проведена лабораторная апробация программы на более чем 300 образцах различных видов пористой керамики плотностью от 150 до 1400 кг/м<sup>3</sup>. В данной статье изложены только результаты исследования структуры эффективного пустотелого и пустотело-пористого кирпича и камня, полученных путем введения в состав шихт выгорающих добавок, а также новые подходы к моделированию структуры.

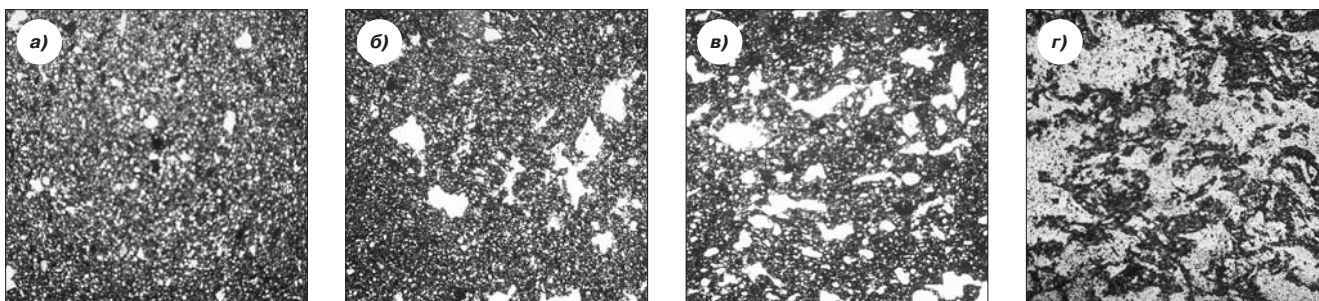


Рис. 2. Изменение характера поровой структуры черепка контрольных образцов кирпича на основе красногорской глины при введении в шихту древесных опилок: а – 0%; б – 9%; в – 33%; г – 60%

В качестве основного сырья в исследованиях использовались типичные легкоплавкие кирпично-черепичные высокочувствительные полиминеральные средне-, умеренно- и малопластичные глины Красногорского, Сарай-Чекурчинского, Шеланговского, Коцаковского и Калининского месторождений (Республика Татарстан). Особенности минералогии и гранулометрии глин показали их высокую чувствительность к сушке и, как следствие, низкую трещиностойкость. Поэтому в шихты вводились грубодисперсные добавки в виде древесных опилок (далее ДО), древесной пыли (ДП) и шелухи гречихи (ШГ), соответственно отобранных в цехах деревообработки КУП «Казметрострой», Казанского мебельного комбината и цехе по переработке отходов шелухи гречихи (п. Буинск, Республика Татарстан). Основные характеристики глин, добавок и составы шихт были исследованы и опубликованы [2–5]. Добавки вводились в количестве от 0 до 60% от объема глины.

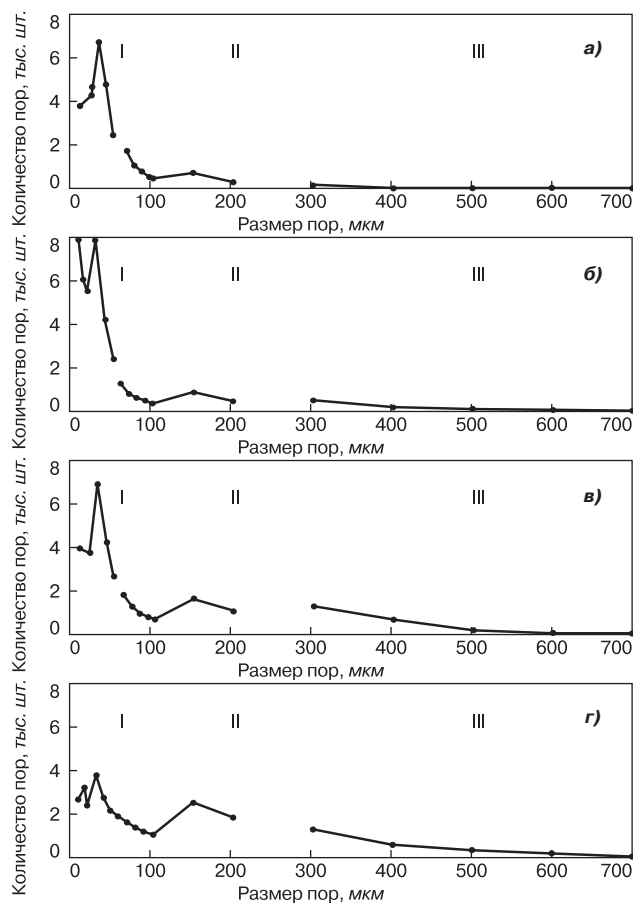
За критерий формуемости принят нижний предел показателя пластичности, равный 7.

Была проведена серия экспериментов путем формирования контрольных образцов-кубиков размером 50×50×50 мм из шихт различных составов. В процессе формирования, сушки и обжига при 950°C определяли основные свойства образцов. Получены зависимости изменения основных свойств сырья, полуфабриката и обожженных образцов при увеличении количества вводимых добавок. По эффективности снижения средней плотности черепка добавки располагаются следующим образом: шелуха гречихи, древесная пыль, древесные опилки.

Пористость черепка изучали путем фотографиярования через микроскоп поверхности шлифов, изготовленных из обожженных образцов-кубиков. Изображения шлифов (рис. 2) направляли в базу данных ПК «Структура», где осуществляли их обработку.

На основании полученных данных автоматизированного считывания параметров пористости построены кривые дифференциальной пористости. В качестве примера на рис. 3 приведены зависимости изменения количества пор в черепке при увеличении в шихте древесных опилок (для древесной пыли и шелухи гречихи не приводятся). Для удобства анализа все поры были разделены по размерам на три группы: микропоры размером менее 50 мкм, средние 50–200 мкм и макропоры 200–700 мкм. Для наглядности кривая разбита на три ветви: I – для микро-, II – для средних и III – для макропор.

Анализ характера изображений шлифов, приведенных на рис. 3 для черепка на основе красногорской глины, показывает, что практически на всех шлифах основную долю пор составляют **микропоры размером менее 50 мкм**. Так, для состава без ДО таких пор около 86,22% от общего количества пор; при введении ДО в количестве 9% – 77,95%; при 24% – 61,94%; при 60% – 57,48%. Если заменить ДО на ДП, то картина несколько меняется: при 9% – 86,16%; при 33% – 73,28% и при 60% –



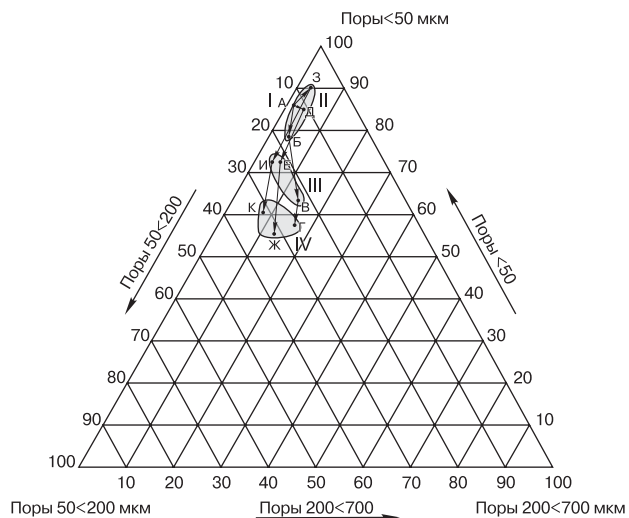
**Рис. 3.** Зависимости изменения количества пор в черепке на основе красногорской глины при увеличении объема в шихте выгорающей добавки в виде древесных опилок: а – 0% добавки; б – 9%; в – 33%; г – 60%; I – ветвь кривой для микропор; II – то же для средних пор; III – то же для макропор

56,82%. Видно, что с увеличением в шихте объема добавок от 0 до 60% доля микропор по отношению к общему количеству пор снижается для ДП на 50%, для ДО на 51,74%.

Это подтверждается и изменением характера I ветви кривых (рис. 3) дифференциальной пористости, так как его экстремум уменьшается с 7149 (рис. 3а) для состава без добавок до 3502 (рис. 3г) для 60% добавки.

Несколько иная картина перераспределения микропор происходит при увеличении в шихте с 0 до 50% добавки в виде ШГ. При ее введении в количестве 9% доля микропор равна 89,73%, при 24% – 71,99%, при 50% – 60,19%, то есть в данном случае четкой зависимости между количеством пор и вводимых добавок не прослеживается. Тем не менее при увеличении добавки с 0 до 50% происходит снижение количества микропор на 49,1%.

Противоположная тенденция распределения пор наблюдается с увеличением выгорающих добавок в области макропор (200 < 700 мкм). При увеличении в шихте ДП от 9 до 60% количество крупных пор увеличивается с 0,4 до 13,41%, или более чем в 33,52 раза, а мелких пор уменьшается только в 1,5 раза. При тех же условиях для шихт с ДО доля крупных пор увеличивается от 0,4 до 10,32%, или в 25,8 раза, а для мелких уменьшается в 1,52 раза. Этот вывод подтверждается повышением уровня III ветви кривых с увеличением вводимых добавок. Так, количество пор размером 300 мкм при нулевом содержании опилок равно 117, а при 60% – 1435. Для составов с ШГ доля макропор в черепке возрастает от 0,4 до 7,91% с увеличением ее объема в шихте с 0 до 50%, или в 19,78 раза, а микропор снижается всего в 1,49 раза.



**Рис. 4.** Миграция областей расположения микро-, макро-, средних пор и траектории перемещения их фигуративных точек на диаграмме «Поры<sub><50</sub> : поры<sub>50<200</sub> : поры<sub>200<700</sub>» с увеличением содержания в шихте выгорающей добавки: I – область пор для черепка с добавкой в количестве 0%; II – то же для 9%; III – то же для 24–33%; IV – то же для 50–60%; А-Б-В-Г – траектория для составов с древесной пылью; А-Д-Е-Ж – то же с древесными опилками; А-З-И-К – то же с шелухой гречихи

Для средних пор (50 < 200 мкм) характер их изменения с увеличением добавки несколько отличается от изменения количества микро- и макропор. Для ДП с увеличением ее количества в шихте от 0 до 9%; 24% и 60% доля средних пор увеличивается от 13,3% до 18,71%; 24,27% и 28,33% соответственно. Для составов с ДО наблюдается аналогичная картина: при увеличении добавки от 0% до 9%; 33% и 60% доля средних пор соответственно составляет от 13,3% до 11,79%; 22,44% и 32,31%, то есть наблюдается их увеличение. Это подтверждается и изменением уровня II ветви кривой на рис. 3. Для черепка с ШГ порядок цифр несколько иной: при количестве добавок 0%; 9%; 24% и 50% доля средних пор составляет соответственно 13,3%; 8,4%; 13,21% и 23,97%, а общее увеличение пор средних размеров – в 1,8 раза.

Графическое изображение расположения «поровых облаков» черепка для исследованных образцов представлено на диаграмме «Поры<sub><50</sub> : поры<sub>50<200</sub> : поры<sub>200<700</sub>» (рис. 4), по которым можно установить траектории перемещения фигуративных точек, соответствующих соотношению указанных пор в черепке с увеличением количества выгорающих добавок в шихте. Так, для черепка, изготовленного из состава без добавки, фигуративная точка располагается в верхней зоне диаграммы (А), так как для нее доля микропор (< 50 мкм) от общего количества всех пор составляет 86,22%, средних (50 < 200 мкм) – 13,37% и макропор – 0,41%.

При введении в шихту ДП до 9% расположение фигуративной точки перемещается в положение с координатами: 77,95%, 18,71% и 3,34% (Б), а при дальнейшем увеличении добавки до 24% и 60% координаты представлены соответственно точками В и Г. Следовательно, с увеличением в шихте ДП от 0% до 60% траектория перемещения фигуративной точки будет А-Б-В-Г.

Аналогичным образом установлена траектория перемещения точек на треугольной диаграмме для пористого черепка на основе ДО при увеличении добавки до 9%; 33% и 60% (А-Д-Е-Ж). Для материала на основе ШГ с ее увеличением до 9%; 24%; 33% и 50% траектория пройдет по линии А-З-И-К.

Если выделить (оконтурить) области порового пространства, присущие черепку из шихты с определенной дозировкой выгорающих добавок, например равной 0%; 9%; 24% и 60%, и пронумеровать их римскими циф-



рами I, II, III и IV, то видно, что область «порового облака» перемещается в нижнюю часть диаграммы с увеличением добавки. При этом, несмотря на различие добавок, общая траектория перемещения фигуративных точек проходит в сравнительно узком коридоре. Это подтверждает факт, что при введении добавок перераспределение пор происходит за счет уменьшения доли микропор при одновременном увеличении пор средних размеров и макропор.

Таким образом, на основании результатов компьютерной обработки изображений шлифов пористого черепка различных составов с помощью ПК «Структура» можно установить основные параметры их порового пространства. При этом впервые установлены области миграции «порового облака» и траектории перемещения фигуративных точек, отвечающих за размер и количество пор в черепке, при изменении количества выгорающих добавок в шихте.

**Анализируя результаты исследований, можно сделать следующие выводы:**

- новый программный комплекс «Структура» позволяет рассчитывать по изображениям шлифов контрольных образцов параметры их порового пространства;
- разработан расчетно-графический метод представления характера порового пространства черепка керамических материалов;
- показана возможность целенаправленного регулирования порового пространства путем увеличения доли в шихте выгорающих добавок.

Полученные результаты имеют важное практическое значение, так как знание характера порового пространства позволяет точно установить долю остальных (стеклофазы, кристаллических новообразований, реликтов глинистых минералов) структурных составляющих высокопористого черепка, на основании которых можно прогнозировать его теплопроводность и термическое сопротивление.

#### Список литературы

1. Габидуллин М.Г., Киямов И.Х. «Структура» // Свидетельство об официальной регистрации программы для ЭВМ № 20046611087 от 29.04.2004 г. в Роспатенте по заявке № 2003612545 от 4.12.2003 г.
2. Габидуллин М.Г., Рахимов Р.З., Темляков А.В., Валиуллин Р.Г. «База-Теплопрогноз 1.0.» // Свидетельство об официальной регистрации базы данных № 2004620058 от 25.02.2004 г. в Роспатенте по заявке № 2003620297 от 25.12.2003 г.
3. Габидуллин М.Г., Рахимов Р.З., Морозов В.П. Моделирование структуры черепка эффективной стеновой керамики, полученной путем регулирования ее пористости введением выгорающих добавок // Сб. трудов годичного собрания РААСН «Ресурсо- и энергосбережение как мотивация творчества в архитектурно-строительном процессе». Москва–Казань, 2003. С. 362–366.
4. Рахимов Р.З., Габидуллин М.Г., Морозов В.П. Исследование влияния выгорающих добавок растительного происхождения на характер пористости керамического черепка на основе красногорской глины // Сб. научных трудов XXXII Всероссийской науч.-техн. конф. «Актуальные проблемы современного строительства. Ч. 1. Строительные материалы и изделия». Пенза, 2003. С. 39–43.
5. Габидуллин М.Г. Новые виды пористой керамики и моделирование их структуры / Материалы междунар. конгресса «Современные технологии в промышленности строительных материалов и стройиндустрии», посвященного 150-летию В.Г. Шухова. Ч. 2 // Вестник БелГТАСМ. 2003. № 5. С. 67–73.



**ПЕРМСКАЯ ЯРМАРКА**  
ВЫСТАВОЧНЫЙ ЦЕНТР

**Официальная поддержка:**  
 комитет строительства, архитектуры и градостроительства Пермской области; администрация г. Перми; пермская организация Союза архитекторов России; пермское отделение Союза дизайнеров России

**Пермь / 18-22 октября 2005**

**ОТДЕЛКА  
ИНТЕРЬЕР. ДИЗАЙН**

**2-я выставка**  
 отделочных материалов, инструментов, оборудования, технологий и услуг для работ по отделке и ремонту жилых, офисных и производственных помещений, а также дизайна интерьеров

**ЗАГОРОДНЫЙ ДОМ  
ЛАНДШАФТНЫЙ ДИЗАЙН**

**2-я выставка**  
 строительства и благоустройства коттеджей, загородных построек, бань, а также ландшафтной архитектуры и дизайна

614077, г. Пермь, б-р Гагарина, 65,  
 Т. (3422) 62-58-58, www.fair.perm.ru

**ВЕРТОЛ**  
ВЫСТАВОЧНЫЙ ЦЕНТР **ЭКСПО** **Ростов-на-Дону**

**19-22  
ОКТАБРЯ**

**СТРОИТЕЛЬНО-АРХИТЕКТУРНЫЙ  
ФОРУМ**

**ВЫСТАВКИ**

○ СТРОИТЕЛЬСТВО И АРХИТЕКТУРА  
 ○ СТЕКЛО. ОКНА. ДВЕРИ. ФАСАДЫ  
 ○ ЛАНДШАФТНАЯ АРХИТЕКТУРА И ДИЗАЙН.  
 КАМЕНЬ. КЕРАМИКА ○ КОТТЕДЖ  
 ○ ГОРОД ЖКХ ○ ВОДА. ТЕПЛО-2005

Информационные спонсоры:

  
 Стройка

  
 Стиль жизни

  
 строительная архитектура

**ВЦ "ВертолЭкспо"**  
 г. Ростов-на-Дону  
 пр. М. Нагибина, 30  
 Тел./факс: (863) 292-40-85, 237-25-62  
**E-mail: stroyexpo@vertolexpo.ru, www.vertolexpo.ru**



Т.П. КОЧНЕВА, инженер-технолог, ООО «Богословский кирпичный завод» (г. Краснотурьинск Свердловской обл.), И.Д. КАЩЕЕВ, д-р техн. наук, Е.А. НИКОНЕНКО, канд. хим. наук, М.П. КОЛЕСНИКОВА, канд. техн. наук, Уральский государственный технический университет – УПИ (Екатеринбург)

## Анализ кирпичных глин Северо-Песчанского месторождения

Основным сырьем для производства керамического кирпича традиционно являются глины. На Богословском кирпичном заводе используется шихта следующего состава: 20% глина Брусничного месторождения, 60% аргиллиты Волчанского бурогоугольного месторождения, 20% отходов обогатительной фабрики Турьинского медного рудника. Низкое качество глины Брусничного месторождения не позволяет использовать ее в большом количестве без снижения марочности кирпича и увеличения количества брака. С целью обеспечения завода более качественным сырьем проведены геолого-разведочные работы на территории, подчиненной МО г. Краснотурьинск. Расстояние до кирпичного завода по существующим автодорогам 17 км. Месторождение выявлено в 1998 г. геолого-маркшейдерской службой Богословского алюминиевого завода при поисковых работах. Исследован участок площадью 42 га и назван Северо-Песчанским месторождением.

Месторождение представлено делювиальными отложениями неоген-четвертичного возраста (суглинками, глинами бурого цвета) и отложениями мезозойской коры выветривания вулканогенно-осадочных пород (элювиальными глинами желтого цвета).

Полученные пробы глинистого сырья подвергались физико-химическим исследованиям согласно ГОСТ 21216.0–93 – 21216.12–93 «Сырье глинистое. Методы анализа». Оценка качества сырья проводилась по ГОСТ 9169–75 «Сырье глинистое для керамической промышленности. Классификация». Рентгенофазовый анализ проводился на приборе Дрон-4, дериватографические исследования – на приборе фирмы Паулик-Паулик-Эрдеи. Для уточнения строения глин использовался метод ИК-спектроскопии: был получен ИК-спектр в области 400–4000 см<sup>-1</sup> в таблетках с КВг (1 мг вещества на 300 мг КВг).

Пробы на химический анализ отбирались из объединенных рядовых проб делювиальных и элювиальных глин. Результаты химического анализа усредненного образца приведены в табл. 1.

Глины относятся к полукислому сырью со средним содержанием красящих оксидов. По содержанию основных оксидов глины соответствуют требованиям ОСТ 21-78–88.

По содержанию радиоактивных веществ исследованные глины соответствуют 1-му классу стройматериалов. Эффективная концентрация ЕРН составляет

130,4 Бк/кг для делювиальной глины и 92,4 Бк/кг для элювиальной глины.

Минералогический анализ глин выполнен с помощью рентгенофазового анализа. Рентгенограммы образцов, полученные на приборе Дрон-4 (условия съемки: анод Сu, U=40 кВ, I=20 мА), показывают, что глины состоят преимущественно из монтмориллонита, каолинита, кварца, сидерита, магнетита, лимонита [1]. В меньшей степени представлены кальцит и сульфаты щелочных металлов (табл. 2).

Для уточнения строения глин был получен ИК-спектр в области 400–4000 см<sup>-1</sup> (рис. 1).

В ИК-спектре глины делювиальной (рис. 1а) присутствуют полосы поглощения при 3690, 3610, 3420, которые можно отнести к  $\nu(\text{OH})$  и  $\nu(\text{H}_2\text{O})$ , соответственно. Деформационные колебания  $\text{H}_2\text{O}$  присутствуют при 1620 см<sup>-1</sup>, а при 900 см<sup>-1</sup> – колебания связи  $\text{H}-\text{O}-\text{Al}$  [2, 3].

Полосы, обусловленные колебаниями  $\text{Si}-\text{O}$ , проявляются при 460, 520, 680, 1020 и 1080 см<sup>-1</sup>. Так как тетраэдрические ( $\text{SiO}_4$ ) и октаэдрические ( $\text{AlO}_6$ ) позиции в структуре каолинита связываются через общие атомы кислорода, могут возникать новые смешанные катионные полосы из-за нарушающего воздействия катиона в октаэдрической позиции. Колебания связи  $\text{Si}-\text{O}-\text{Al}$  обуславливают возникновение полос с максимумами поглощения при 500, 760 и 790 см<sup>-1</sup>.

Глина элювиальная (рис. 1б) по строению аналогична глине делювиальной.

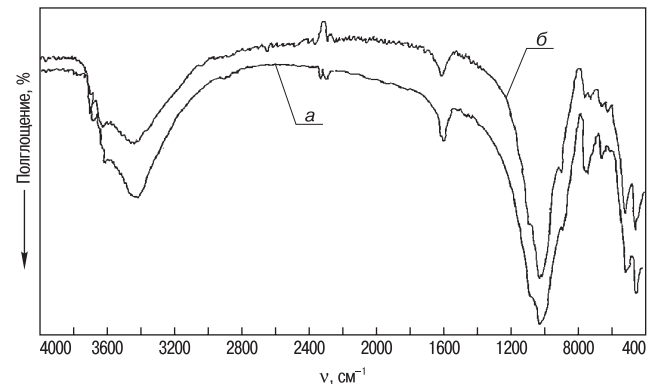


Рис. 1. ИК-спектры: а – глина делювиальная; б – глина элювиальная

Таблица 1

Вид сырья	Массовая доля, %										
	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>	CaO	MgO	SO <sub>3</sub>	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	CO <sub>2</sub>	ППП
Глина делювиальная	63,7	14,8	7,2	0,94	1,57	1,8	0,11	1,2	1,44	0,09	7,15
Глина элювиальная	50,6	20	9,7	0,85	3,1	2,92	0,02	1,6	0,93	0,07	10,21

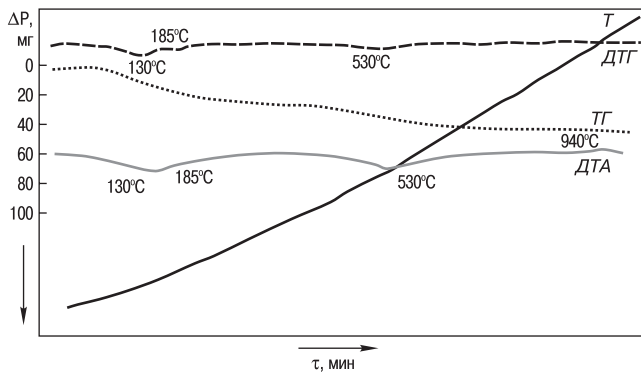


Рис. 2. Дериватограмма образца делювиальной глины

Таблица 2

Минералы		Массовая доля, %
Название	Химическая формула	
Монтмориллонит	$(0,5\text{CaO})(\text{OH})_{0,7}(\text{Al},\text{Mg},\text{Fe})_4(\text{Si},\text{Al})_8\text{O}_{20}(\text{OH})_4 \cdot n\text{H}_2\text{O}$	25–35
Каолинит	$\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	10–15
Кварц, опал	$\text{SiO}_2, \text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$	8–12
Сидерит, магнетит, лимонит	$\text{FeCO}_3, \text{Fe}_3\text{O}_4, \text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$	10
Полевые шпаты (плагиоклазы)	$[\text{K}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{SiO}_2 + \text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2]$	3–4
Кальцит	$\text{CaCO}_3$	1

Выполнен дифференциально-термический анализ на дериватографе системы Паулик-Паулик-Эрдеи. Условия съемки: навеска образца – 638 мг, ДТА – 1/10, ДТГ – 1/10, ТГ – 200 мг, скорость нагрева – 10°C/мин, образец сравнения  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $T = 1000^\circ\text{C}$ .

Термическое разложение исследуемого образца делювиальной глины (рис. 2) сопровождается эндоэффектами при 130, 185 и 530°C и экзоэффектом при 940°C. Общая убыль массы образца составляет 8,11%.

Низкотемпературные эндотермические реакции соответствуют потере межслойной воды. Глубокий эндотермический эффект при 530°C вызван удалением воды решеткой и разрушением последней. Образующаяся фаза  $[\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{SiO}_2]$  – аморфный продукт, который представляет собой не механическую смесь, а более тесную смесь глинозема и кремнезема с взаимным проникновением компонентов [4]. Небольшой экзоэффект при 940°C может быть обусловлен кристаллизацией аморфной фазы с образованием шпинели.

Термическое разложение элювиальной глины (рис. 3) протекает аналогично разложению делювиальной глины.

Проведены также исследования гранулометрического состава глинистого сырья Северо-Песчанского месторождения комбинированным методом и пластичности по Аттебергу. Кроме того, сделано определение крупнозернистых включений.

Делювиальные глины бурого цвета умеренно-пластичные, низкодисперсные, плотные; мощность залегания от 0 до 6,5 м, в среднем 2,3 м. Запесоченность делювиальных глин колеблется от 5 до 30%, в среднем 22,7%. Содержание крупнозернистых включений от 0,5 до 11,5%, в среднем 3,8%. Элювиальные глины желтого и оранжевого цвета, грубодисперсные, от непластичных до умеренно-пластичных, мощность залегания колеблется от 1 до 10,5 м, в среднем 5,4 м. Общая запесоченность колеблется от 0 до 55%, в среднем 30,6%; содержание крупнозернистых включений (более 1 мм) – от 0,5

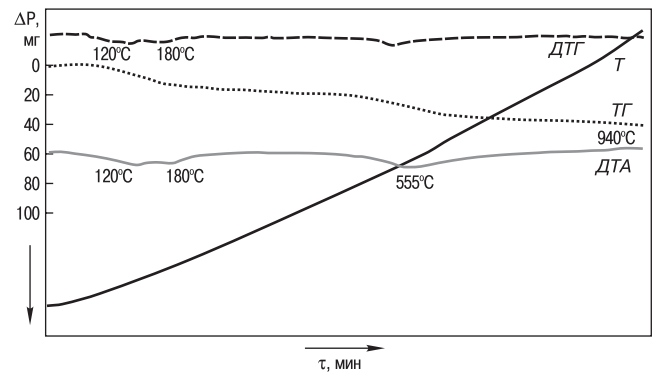


Рис. 3. Дериватограмма образца элювиальной глины

до 13,5%, в среднем 2,14%. Корреляционной зависимости между глубиной залегания и общей запесоченностью не выявлено.

Результаты проведенных исследований показывают пригодность обеих разновидностей глин для производства керамического кирпича.

#### Список литературы

1. Ни Л.П., Халяпина О.Б. Физико-химические свойства сырья и продуктов глиноземного производства. Алма-Ата: Наука. 1978. 247 с.
2. Накамото К. Инфракрасные спектры неорганических и координационных соединений. М.: МИР. 1966. 411 с.
3. Плюснина И.И. Инфракрасные спектры силикатов М.: Изд-во МГУ. 1967. 187 с.
4. Мамыкин П.С., Стрелов К.К. Технология огнеупоров. М.: Изд-во Цвет. мет. 1970. 487 с.

# 25-28 ОКТАБРЯ 2005

## 5-я международная выставка СТЕКЛО И СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В рамках 5-ой Российской отраслевой выставки состоится  
1-я выставка-ярмарка с международным участием  
"СТЕКЛО И СТЕКЛОВОЛНО В СТРОИТЕЛЬСТВЕ:  
ОКНА. ДВЕРИ. СВЕТОПРОЗРАЧНЫЕ КОНСТРУКЦИИ.  
ВИТРАЖИ. ФУРНИТУРА."

### ВВЦ (ВДНХ) Павильон 57

Организаторы:

Федеральное  
агентство  
России по  
строительству  
и ЖКХ

Всероссийский  
Выставочный  
Центр  
Павильон 57

Национальный  
Объединенный  
Совет  
предприятий  
стеклянной  
промышленности  
«СТЕКЛОСОЮЗ»

Торгово-  
промышленная  
Палата  
России

тел/факс (095) 904-59-43, 518-57-86  
e-mail: spromsteklo@yandex.ru, sglassunion@yandex.ru  
www.steklosouz.ru

## Новые виды наполнителей для получения ячеистых бетонов\*

В настоящее время ячеистые бетоны и изделия на их основе получают на основе кварцевого песка, реже зол ТЭС, металлургических шлаков или их смесей [1]. При этом для обеспечения требуемой прочности и низкой средней плотности, обязательной в технологии ячеистых бетонов, является операция помолта кремнеземистого компонента или совместный помол его с цементом [2].

Для фактического получения газобетона с величиной средней плотности 400–500 кг/м<sup>3</sup> необходимо использование кварцевого песка с удельной поверхностью 2500–3000 см<sup>2</sup>/г. Расход электроэнергии на помол кварцевого песка с учетом его потребности на 1м<sup>3</sup> ячеистого бетона составляет 4,5–7 кВт·ч.

Поиск и апробирование новых эффективных видов наполнителей для ячеистых бетонов, особенно тонкодисперсных природных или техногенных продуктов, применение которых не требует операции дробления и помолта, являются актуальной задачей.

Отдельные эксперименты показывают, что потенциальным источником регионального сырья для получения ячеистых бетонов могут служить попутные продукты от дробления таких горных пород, как альбитофиры, диабазы граниты, известняки, сланцы и др. В Российской Федерации ежегодно образуется около 3,5 млрд т отходов горно-рудных предприятий, из которых строительная индустрия способна утилизировать до 27%, но используют в настоящее время около 4% этого вида минерального сырья [3].

Значительное количество отходов образуется в виде высокодисперсных продуктов, которые улавливаются системами пылеочистки. Например, на ОАО «Каменный карьер» (пос. Горный Новосибирской обл.) при дроблении альбитофировых и диабазовых горных пород на щебень образуется более 10 т в сутки дисперсных попутных продуктов, которые в настоящее время не находят целенаправленного применения и, находясь в отвалах, усложняют экологическую обстановку в районе.

Автором статьи впервые предложено использовать в производстве ячеистых бетонов в качестве наполнителя дисперсные попутные продукты от дробления альбитофировых и диабазовых горных пород.

В работе исследовались пробы альбитофировых и диабазовых материалов, отобранных из бункеров циклонов пылеочистки на ОАО «Каменный карьер».

Альбитофировые горные породы относятся к группе кислых эффузивных пород щелочного ряда с краплениями и микролитами основной массы, представленными главным образом альбитом Na[AlSi<sub>3</sub>O<sub>8</sub>] – 75–87%; также в

состав входят: кварц – 6–10%, хлорит, гидрохлорит – 6–7%, лейкоксен – 2–3%, карбонат – 1–2%, магнезит – 1–2%. Химический состав пород, %: SiO<sub>2</sub> – 67,68; Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> – 14,23; Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> – 5,7; TiO<sub>2</sub> – 7,17; R<sub>2</sub>O – 7,38; CaO – 1,11; MgO – 0,88; п.п.п. – 0,72. Истинная плотность пород – 2,4 г/см<sup>3</sup>.

Насыпная плотность альбитофирового дисперсного порошка из циклонов составляет 1,1–1,3 т/м<sup>3</sup>, а их удельная поверхность, определенная на приборе ПСХ-4, колеблется в пределах 2500–3000 см<sup>2</sup>/г.

Диабаз – интрузивная гипабиссальная мелкозернистая порода основного состава, состоящая из основного плагиоклаза и пироксена, которые принадлежат к силикатам цепочечной структуры с радикалом [Si<sub>2</sub>O<sub>6</sub>]<sup>4-</sup>, построенным из кремнекислородных тетраэдров [SiO<sub>4</sub>], с большим содержанием в составе железисто-магнезиальных силикатов. Истинная плотность диабаза достигает 2,8 т/м<sup>3</sup>. Насыпная плотность диабазового порошка равна 1,5 т/м<sup>3</sup>, удельная поверхность – 2500–3000 см<sup>2</sup>/г.

Специфика фазового и химического составов, а также высокая дисперсность порошков и микропористость частичек определяют особенности реологических свойств литьевых шламов и поризованных масс на их основе и протекания процессов гидратации и твердения альбитофи- и диабазоцементных поризованных масс.

В качестве газообразователя использовалась алюминиевая пудра, а воздушная строительная известь добавлялась для обеспечения щелочной среды и протекания процесса газообразования.

Исследовались технологические свойства растворных смесей, шламов и поризованных масс на основе тонкодисперсных попутных продуктов от дробления альбитофировых и диабазовых горных пород в сравнении с цементно-песчаными массами.

В табл. 1 приведены сравнительные характеристики свойств цементно-песчаных, альбитофи- и диабазоцементных растворов нормального твердения.

Для получения раствора на основе альбитофирового порошка требуемой консистенции необходимо большее количество воды затворения, что связано с высокой дисперсностью и микропористостью используемого материала.

Альбитофицементные растворные образцы имеют меньшую величину средней плотности и прочности при сжатии по сравнению с цементно-песчаными, но коэффициент конструктивного качества выше. Это объясняется активностью альбитофирового порошка по отношению к портландцементу и повышению адгезии между наполнителем и цементным камнем.

Таблица 1

Раствор	Расплав конуса при В/Ц = 0,47, мм	Средняя плотность, т/м <sup>3</sup>	Прочность при сжатии, МПа	ККК (R <sub>сж</sub> /ρ <sub>м</sub> )	Водопоглощение по массе, %
Альбитофицементный	103	1,6	9,92	6,2	13
Диабазоцементный	115	1,85	8,5	4,1	15
Цементно-песчаный	116	2	11,2	5,6	10

\* Работа выполнена по плану научно-исследовательских работ и при финансовой поддержке Новосибирского государственного архитектурно-строительного университета



Таблица 2

Газобетон	Оптимальные для вспучивания		Средняя плотность, т/м <sup>3</sup>	Прочность при сжатии, МПа	ККК* (R <sub>сж</sub> /ρ <sub>м</sub> <sup>2</sup> )	Водопоглощение, мас. %
	В/Т	Температура смеси, °С				
На альбитофировом наполнителе	0,47	35	0,58	2,29	6,81	55
На диабазовом наполнителе	0,45	40	0,6	1,9	5,3	58
На кварцевом песке	0,4	45	0,71	2,65	5,25	60

Таблица 3

Режим твердения	Средняя плотность, кг/м <sup>3</sup>	Прочность при сжатии, МПа			
		Время твердения, сут			
		Пропаривание в течение 8 ч	7	14	28
Нормальные условия альбитофировых образцов	600	–	0,39	1,11	1,46
То же пропаривание	600	1,24	1,87	2,21	2,35
Пропаривание образцов на диабазовом наполнителе	600	1,1	1,56	2	2,15

Для сравнительной оценки апробировались составы, содержащие в качестве наполнителя при получении неавтоклавного газобетона альбитофировые и диабазовые дисперсные порошки, а также составы на молотом кварцевом песке.

Оптимальным для получения альбитофиро- и диабазового газобетона требуемой плотности и прочности является отношение расхода наполнителя к расходу вяжущего, равное 0,75.

На примере газобетона на альбитофировом наполнителе были оптимизированы его состав и технологические параметры получения по плану трехфакторного эксперимента на двух уровнях варьирования. В качестве факторов варьирования приняты:  $x_1$  – содержание альбитофирового наполнителя,  $x_2$  – водотвердое отношение,  $x_3$  – температура формовочного шлама. В качестве основных свойств определялись: средняя плотность ( $Y_1$ ) и прочность при сжатии ( $Y_2$ ).

По результатам эксперимента получено два уравнения регрессии:

$$Y_1 = 607,75 - 19,25x_1 - 36,25x_2 + 25,5x_3 - 5,75x_1x_2 + 5x_1x_3 - 2x_2x_3 + 5x_1x_2x_3;$$

$$Y_2 = 2,136 - 0,301x_1 - 0,336x_2 - 0,041x_3 - 0,059x_1x_2 + 0,091x_1x_3 - 0,049x_2x_3 - 0,001x_1x_2x_3.$$

Анализ уравнений проводился методом сечений с использованием математического пакета «Mathcad» и были построены графики линий равного уровня. Для этого одному из варьироваемых факторов задавалось постоянное значение (максимальное, минимальное или среднее), а по двум другим строился график. Оценивая полученные 9 графиков, были выбраны 2 наиболее наглядно описывающие зависимость средней плотности и прочности газобетона от водотвердого отношения и температуры формовочного шлама при минимальном и максимальном содержании альбитофирового наполнителя (см. рисунок).

Увеличение содержания наполнителя в смеси на 5–7% повышает среднюю плотность газобетона на 30–70 кг/м<sup>3</sup>. Оптимальной по свойствам газобетона является область, соответствующая температуре формовочного шлама 35–37°С и водотвердому отношению 0,44–0,47 при отношении наполнителя к вяжущему от 0,6 до 1. В этой области газобетон на основе альбитофирового наполнителя имеет среднюю плотность 530–600 кг/м<sup>3</sup> и прочность при сжатии 1,5–2,5 МПа.

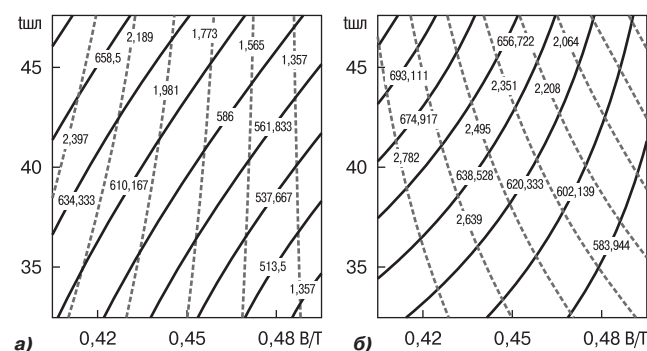
Сравнительные свойства смесей и газобетонных образцов на основе альбитофирового, диабазового наполнителей и кварцевого песка приведены в табл. 2.

Меньшая величина водопоглощения альбитофирогазобетона при меньшем показателе средней плотности объясняется большим содержанием замкнутых пор в структуре газобетона на альбитофировом наполнителе. Возможно, на начальных стадиях структурообразования газобетона на кварцевом песке в большей степени проявляется процесс коалесценции.

В табл. 3 приведены показатели прочности газобетонных образцов на новых видах наполнителей при различных условиях твердения.

Пропаривание при температуре 80–90°С ускоряет набор прочности газобетона на основе альбитофирового и диабазового наполнителей. Образцы, испытанные через 28 сут после пропаривания, имеют большее значение прочности при сжатии, чем образцы, твердевшие в нормальных условиях.

Пропаривание активизирует процесс твердения газобетонных образцов на основе альбитофирового наполнителя. Под действием высоких температур природные минералы, составляющие альбитофиры, переходят в связанное состояние с образованием этtringита, порландита и гидросиликатов кальция, определяющих прочность альбитофироцементного газобетона, а вернее, его межпоровых перегородок.



Зависимость величины средней плотности и прочности при сжатии альбитофирогазобетона от водотвердого отношения (В/Т) и температуры формовочного шлама (°С) при минимальном (а) и максимальном (б) содержании наполнителя: ---- – прочность при сжатии в МПа; — – средняя плотность, кг/м<sup>3</sup>

С помощью рентгенофазового анализа проводилось определение минерального состава исходного альбитофирового наполнителя и проб затвердевшего альбитофироцементного газобетона.

На дифрактограммах затвердевшего камня отмечается яркий пик с  $d/n = 0,304$  нм, характерный для вторичного карбоната кальция  $\text{CaCO}_3$ . На всех кривых отмечаются линии с  $d/n = 0,426$  и  $0,335$  нм, подтверждающие наличие  $\text{SiO}_2$ , причем эти пики у альбитофира значительно больше по сравнению с затвердевшими альбитофироцементными образцами, что свидетельствует о переходе свободного кварца, находящегося в альбитофире, в связанное состояние с образованием гидросиликатов кальция. Важно отметить, что эта линия более значимая у пропаренных образцов, которые при одинаковой плотности имеют большую прочность. Наличие кристаллических новообразований в структуре альбитофироцементного камня фиксируется по активным дифракционным линиям с  $d/n = 0,32$  нм. Наименьшие пики для проб из этих образцов в диапазоне линий  $0,426$ – $0,367$  нм по сравнению с образцами альбитофира подтверждают, что природные минералы, составляющие альбитофиры, перешли в связанное состояние с образованием этtringита ( $0,387$ ;  $0,275$ ;  $0,210$  нм), портландита ( $0,493$ ;  $0,264$ ;  $0,193$  нм) и гидросиликатов кальция ( $0,278$ ;  $0,209$  нм), определяющих прочность альбитофироцементного газобетона, а вернее, его межпоровых перегородок.

Заменяя молотый кварцевый песок в сырьевой смеси на дисперсные отходы камнедробления, возможно получение неавтоклавного газобетона с величиной средней плотности менее  $600 \text{ кг/м}^3$ .

Пропаривание газобетонных образцов на основе альбитофирового или диабазового наполнителя активизирует процесс твердения, а их конечная прочность на  $30$ – $35\%$  выше, чем у образцов, твердевших в нормальных условиях.

Предварительные расчеты показывают, что себестоимость  $1 \text{ м}^3$  ячеистых бетонов неавтоклавного твердения на основе дисперсного альбитофирового и диабазового наполнителей по сравнению с бетонами на кварцевом песке будет ниже на  $15$ – $20\%$ . Это связано с исключением из технологии операции помола, использованием отходов камнедробления и меньшей температурой формовочного шлама, приготовленного на новых видах наполнителей.

Организация производства газобетонных строительных изделий с применением дисперсных отходов камнедробления рекомендуется на предприятиях по переработке горных пород. В частности, в п. Горном Новосибирской области на базе ОАО «Каменный карьер» рекомендуется проектирование предприятия с годовой производительностью  $20$ – $25$  тыс.  $\text{м}^3$  в год газобетонных изделий на альбитофировом или диабазовом тонкодисперсном наполнителе с применением портланд- и шлакопортландцемента марки не ниже  $400$ .

#### Список литературы

1. Дерябин П.П., Завадский В.Ф., Косач А.Ф., Попов В.А. Технология строительных изделий из ячеистых бетонов. Омск: СибАДИ. 2004. 107 с.
2. Волженский А.В., Чистов Ю.Д., Карпов Т.А. и др. Технология и свойства изделий из неавтоклавного газобетона с нормативными влажностью и теплопроводностью // Строит. материалы. 1990. № 11. С. 7–8.
3. Кокунько В.К. Создание и развитие новой сырьевой базы строительных материалов на основе попутно добываемых пород и отходов горно-рудных предприятий // Строит. материалы. 1994. № 4. С. 4–6.
4. Завадский В.Ф., Фомичева Г.Н., Камбалина И.В. Новый вид наполнителя для ячеистого бетона // Строит. материалы. 2004. № 7. С. 60–61.

## Совещание Союза производителей керамзита и керамзитобетона

16–17 июня 2005 г. в Самаре состоялось совещание руководителей предприятий–производителей керамзита и керамзитобетонной продукции на базе вновь созданной некоммерческой организации «Союз производителей керамзита и керамзитобетона» (СПКиК) и старейшего отраслевого научно-исследовательского института – НИИКерамзит.

В совещании приняли участие представители предприятий керамзитовой отрасли, ученые НИИ и вузов из различных регионов России и Молдовы: ОАО «Новочебоксарский ДСК» (Республика Чувашия), ОАО «Клинстройдеталь» (Московская обл.), ООО «Ульяновсккерамзит» (Ульяновск), ОАО «Завод керамзитового гравия» (Омск), АО «Макон» (Молдова) и др.

С докладом о деятельности СПКиК выступила директор НИИКерамзит С.А. Токарева.

Большое внимание было уделено вопросам создания нормативной базы производства и применения керамзита и керамзитобетона, соответствующей современным требованиям, необходимости детальной ее проработки с учетом различных условий эксплуатации и сфер применения этих материалов в условиях современного строительства.

С докладом по закону «О техническом регулировании», о замене СНИП 2.0301-84 «Бетонные и железобетонные конструкции» выступил ректор Института строительства и архитектуры В.В. Репекто (Самара). Генеральный директор ОАО «Якутагропромпроект» П.П. Уваров также подчеркнул важность активизации работ по нормативной документации и осветил состояние керамзитового производства в Республике Саха.

В докладе канд. техн. наук Ю.С. Вытчикова (СамГАСА) был дан анализ альтернативных материалов и приведены перспективы использования керамзита в массовом жилищном строительстве.

Доктор техн. наук. Б.С. Комиссаренко в своем выступлении рассмотрел свойства беспесчаного керамзитобетона с пористой структурой и представил перспективы его применения.

Главный инженер ООО завод «Керамзит» (Самара) П.С. Тронин в своем докладе «Резервы в изготовлении керамзита» рассказал о некоторых проблемах технологии, оборудования и сбыта продукции.

Участникам совещания была представлена первая редакция каталога технических решений «Керамзитобетонные ограждающие конструкции зданий и сооружений».

Авторский коллектив НИИКерамзит подготовил и представил брошюру «Керамзит и керамзитобетон. Основные физико-технические свойства и области применения». В этой брошюре обобщен отечественный и зарубежный опыт, изложены концепции эффективного использования керамзита и керамзитобетона. Активное обсуждение вызвала проблема ресурсосбережения в производстве керамзита, которой был посвящен доклад канд. техн. наук М.К. Кабановой (НИИКерамзит).

Участники совещания поделились накопленным опытом, обсудили проблемы своих предприятий, внесли ряд предложений по технической политике СПКиК, отметили необходимость активизации рекламно-информационной работы.

## Опыт ОАО «Пятовское карьероуправление» в центре внимания семинара ассоциации «Недра»

17 июня 2005 г. в ОАО «Пятовское карьероуправление» (Калужская обл.) состоялся семинар, на котором рассматривались вопросы технологии горных работ, производства кубовидного щебня и переработки отходов обогащения при разработке карбонатных месторождений, сложенных породами различной прочности. Семинар был организован ассоциацией «Недра» при участии РНТО строителей, ФГУП «ВНИПИИстромсырье», Московского государственного горного университета.

В работе семинара приняли участие зам. министра строительства, жилищно-коммунального и дорожного строительства Калужской обл. Л.П. Неменко, президент Калужского регионального союза строителей Н.И. Алмазов, который начал работать на Пятовском карьере в тяжелом для страны 1942 г., руководители ряда горных предприятий Московского региона, преподаватели вузов Москвы и Тулы.

Выбор места проведения семинара не был случайным. Пятовское карьероуправление ведет свою историю с 1936 г. В тот период основной профессией горнорабочих на карьере были бутоломы. Но их тяжелый труд выработал преданность горной профессии, которая воплотилась в рабочие династии. На предприятии теперь работают внуки и правнуки бутоломов. Текучесть кадров практически отсутствует!

Многие годы Пятовское карьероуправление являлось базой производственных экспериментов. В карьероуправлении впервые внедрялись передовые технологии, которые затем широко распространялись на горных предприятиях промышленности нерудных строительных материалов.

В конце 60-х гг. по предложению специалистов института ВНИПИИ-

стромсырье на карьере была начата эксплуатация линии циклично-поточной технологии – первой на карьерах, производящих щебень из неоднородных по составу карбонатных пород. Горная масса из забоя транспортировалась самосвалами на вынесенную в контур карьера дробильно-сортировочную установку, оснащенную роторной дробилкой. На грохоте установки отделялись отходы и направлялись по кратчайшему пути в отвал – выработанное пространство карьера. Продукт дробления доставлялся на стационарный дробильно-сортировочный завод ленточными конвейерами с шириной ленты 1200 мм. Длина конвейерной линии составляла около 1 км.

Специалисты предприятия являются энтузиастами применения дробилок ударного действия. В настоящее время дробилки этого типа установлены не только на первом, но и на вторичном дроблении. Это позволяет получать щебень, в котором содержание зерен пластинчатой и игольчатой форм составляет 8–12%. То есть, как правило, выпускается щебень I группы, так называемый кубовидный.

В настоящее время на горных работах используются экскаваторы ЭКГ-5 и самосвалы грузоподъемностью до 42 т. Разрабатывается несколько добычных и два вскрышных уступа. Буровзрывные работы производятся подрядной организацией «Союзвзрывпром». Переработка горной массы выполняется как на стационарном ДСЗ, так и на смонтированной в карьере передвижной дробильно-сортировочной установке (ПДСУ), которая по мере удаления забоев передвигается. Предприятие специализируется на выпуске щебня двух фракций: 5–20 и 20–40 мм.

Специалисты, приехавшие на семинар, с интересом ознакоми-

лись с новшествами, внедренными на предприятии. Так, на карьере разрабатываются обводненные горизонты месторождения. Горные работы ведутся с водопонижением. Опыт разработки обводненных запасов важен для многих предприятий, поскольку, по данным М.И. Лопатникова, не менее половины карбонатных месторождений являются обводненными.

К прогрессивным решениям относится применение передвижной дробильно-сортировочной установки. Установка состоит из комплекта оборудования, выпускаемого Выксунским заводом «Дробмаш». Горную массу самосвалы доставляют к приемной воронке ПДСУ. После отделения мелкой фракции, в которой, как показывают многочисленные исследования, преимущественно сосредотачиваются зерна породы низкой прочности и глинистые включения, горная масса поступает в щековую дробилку с размером приемного отверстия 900×1200 мм.

Участники семинара познакомились с организацией отгрузки продукции. Благодаря установке весов для взвешивания самосвалов и железнодорожных вагонов практически удалось устранить конфликты с получателями продукции. Каждая партия груза получает накладную с указанием как массы, так и объема отгруженного щебня в виде компьютерной распечатки. Поскольку характеристики разрабатываемого полезного ископаемого нестабильны, корректировка массы щебня по данным лаборатории предприятия производится в зависимости от прогнозируемого состава горной массы, поступающей на переработку из различных забоев, или один раз в сутки, или каждую смену.

Были продемонстрированы также технология разрушения негабарита гидромолотом, организация бухгалтерского учета и некоторые другие решения, хорошо зарекомендовавшие себя в карьероуправлении.

На семинаре предусматривалась и культурная программа. Была организована экскурсия в мемориальный историко-архитектурный природный заповедник музея-усадьбы «Полотняный Завод» — имение семьи Н.Н. Гончаровой, жены А.С. Пушкина.

*Г.Р. Буткевич, канд. техн. наук  
Фото Г.Ю. Павловой*



О работе в карьере рассказывает начальник ПТО С.Е. Паршиков



Для разрушения негабарита на предприятии используется гидромолот Ф2.



С.В. ФЕДОСОВ, член-корр. РААСН, д-р техн. наук, В.Е. РУМЯНЦЕВА, канд. техн. наук, Н.Л. ФЕДОСОВА, канд. хим. наук, В.Л. СМЕЛЬЦОВ, инженер, Ивановская государственная архитектурно-строительная академия

## Моделирование массопереноса в процессах жидкостной коррозии бетона первого вида

Вопросы взаимодействия материала бетонных конструкций со средой (жидкой, газовой) всегда были предметом пристального внимания исследователей [1–3], поскольку неизменным итогом подобного взаимодействия является коррозия бетона. А результатом недостаточно «уважительного» отношения к коррозии становились порой крупные техногенные катастрофы и аварии.

Прогнозирование долговечности строительных изделий и конструкций невозможно без тщательного экспериментального анализа и контроля, а также теоретических разработок, направленных на создание математических моделей процессов, протекающих в них на стадиях изготовления и эксплуатации [4, 5].

В настоящей статье излагаются результаты разработки математической модели процесса коррозии бетона первого вида применительно к системе бетонный резервуар – жидкость.

Как известно [3, 6], при изготовлении бетонных и железобетонных изделий и конструкций в материале образуется 10–15% свободного гидроксида кальция в пересчете на СаО, который и является причиной коррозии первого и второго видов [3].

На рис. 1 показана иллюстрация физической модели процесса массопереноса СаО, в дальнейшем – компонента, из стенок резервуара в жидкость, обусловленная диффузией (выщелачиванием) переносимого компонента из твердой фазы в жидкую.

После завершения монтажа резервуара, пуска в эксплуатацию и заполнения жидкостью начинается взаимодействие фаз, характеризуемое началом диффузии СаО по толщине конструкции в направлении координаты  $x$  к границе раздела фаз  $\delta$ , переходом через эту границу и распределением в объеме жидкости. При этом поток переносимого компонента будет определяться вектором  $\vec{J}_m(\tau)$ .

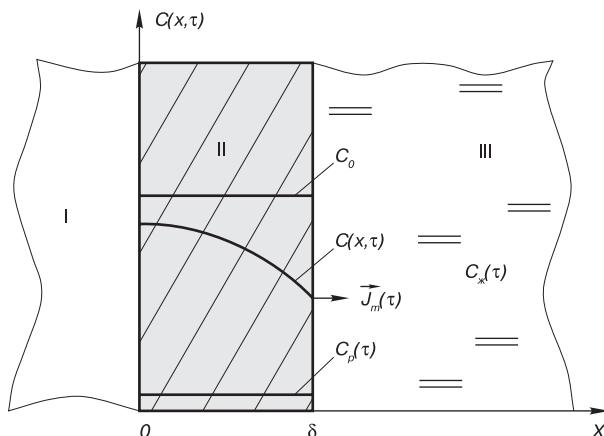


Рис. 1. К физической модели массопереноса: I – внешняя среда; II – бетон; III – жидкость

К произвольному моменту времени  $\tau$  массовая доля компонента в бетоне понизится от  $C_0$  до меньшего значения, определяемого как:

$$C_{cp}(\tau) = \frac{1}{\delta} \int_0^{\delta} C(x, \tau) dx, \quad (1)$$

где  $C(x, \tau)$  – распределение массовой доли компонента по толщине бетона в момент времени  $\tau$ .

Этому моменту времени будет соответствовать значение массовой доли компонента в жидкости  $C_{ж}(\tau)$ .

Математически задача массопереноса запишется в следующем виде:

$$\frac{\partial C(x, \tau)}{\partial \tau} = k \cdot \frac{\partial^2 C(x, \tau)}{\partial x^2}, \quad \delta > 0, \quad 0 \leq x \leq \delta. \quad (2)$$

Начальное условие:

$$C(x, \tau)_{\tau=0} = C(x, 0) = C_0. \quad (3)$$

Граничные условия:

$$\frac{\partial C(0, \tau)}{\partial x} = 0, \quad (4)$$

$$k \cdot \frac{\partial C(\delta, \tau)}{\partial x} = \beta [C_p(\tau) - C(\delta, \tau)] \quad (5)$$

В этих выражениях  $k$  – коэффициент массопроводности (диффузии)  $m^2/c$ ;  $\beta$  – коэффициент массоотдачи,  $m/c$ .

Отличительной особенностью данной математической модели (2)–(5) от классической теории массопереноса [7] является не постоянство величины равновесной концентрации на поверхности твердого тела  $C_p$ , а ее зависимость от концентрации компонента в жидкой фазе:

$$C_p(\tau) = f[C_{ж}(\tau)] \quad (6)$$

Простейшей формой этой зависимости является закон Генри:

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

где  $m$  – константа Генри,  $kg$  жидкости/ $kg$  бетона.

Баланс массы вещества при переходе из твердой фазы в жидкую определяется выражением:

$$-S \cdot \rho_b \cdot k \cdot \frac{\partial C(\delta, \tau)}{\partial x} = V_{ж} \cdot \rho_{ж} \cdot \frac{\partial C_{ж}(\tau)}{\partial \tau}, \quad (8)$$

здесь левая часть – количество переносимого компонента через поверхность резервуара  $S$ ,  $m^2$ ; правая часть – приращение массы компонента в объеме  $V_{ж}$  резервуара,  $m^3$ ;  $\rho_b$ ,  $\rho_{ж}$  – плотность бетона и жидкости соответственно,  $kg/m^3$ . Знак минус указывает на уменьшение концентрации компонента в бетоне.

Для получения обобщенных решений, удобных для качественного анализа процессов коррозии, введем безразмерные переменные вида:

$$Z(\bar{x}, Fo_m) = \frac{C_0 - C(x, \tau)}{C_0}, \quad \bar{x} = \frac{x}{\delta}, \quad Fo_m = \frac{k\tau}{\delta^2}. \quad (9)$$

С учетом этих переменных краевая задача (2)–(5) преобразуется к виду:

$$\frac{\partial Z(\bar{x}, Fo_m)}{\partial Fo_m} = \frac{\partial^2 Z(\bar{x}, Fo_m)}{\partial \bar{x}^2}, \quad Fo_m > 0, \quad 0 < \bar{x} \leq 1, \quad (10)$$

$$Z(\bar{x}, 0) = 0, \quad (11)$$

$$\frac{\partial Z(0, Fo_m)}{\partial \bar{x}} = 0, \quad (12)$$

$$\frac{1}{Bi_m} \cdot \frac{\partial Z(1, Fo_m)}{\partial \bar{x}} = [Z_p(Fo_m) - Z(1, Fo_m)] \quad (13)$$

здесь  $Bi_m = \beta \cdot \delta / k$  – массообменный критерий Био.

В принятых переменных уравнение (8) запишется так:

$$-\frac{\partial Z_{ж}(Fo_m)}{\partial Fo_m} = K_m \cdot \frac{\partial Z(1, Fo_m)}{\partial \bar{x}}. \quad (14)$$

В последнем выражении обозначено:

$$Z_{ж}(Fo_m) = \frac{C_0 - m \cdot C_{ж}(\tau)}{C_0}; \quad (15)$$

$$K_m = \frac{m \cdot S \cdot \delta}{V_{жс}} \cdot \frac{\rho_b}{\rho_{жс}} = \frac{m \cdot G_{бет}}{G_{жс}}, \quad (16)$$

где  $G_{бет}$  – масса бетонного резервуара, кг;  $G_{жс}$  – масса жидкости в резервуаре, кг.

Решение системы уравнений (9)–(13), полученное методом интегральных преобразований Лапласа, запишется в следующих выражениях.

– Профиль безразмерных концентраций переносимого компонента по толщине бетона в произвольный момент времени:

$$Z(\bar{x}, Fo_m) = \frac{C_0 - C(x, \tau)}{C_0} = \frac{Bi_m}{1 + K_m} - 2 \cdot Bi_m \times \\ \times \sum_{n=1}^{\infty} \frac{\cos(\mu_n \cdot \bar{x}) \cdot \exp(-\mu_n \cdot Fo_m)}{\mu_n \cdot [1 - K_m + Bi_m] \cdot \sin \mu_n + [\mu_n^2 - K_m] \cos \mu_n}. \quad (17)$$

На рис. 2, 3 показаны некоторые результаты расчетов по выражениям (17)–(18).

– Средняя по толщине конструкции концентрация переносимого компонента в момент времени  $\tau$ , определяемый значением критерия  $Fo_m$ :

$$Z_{cp}(Fo_m) = \frac{Bi_m}{1 + K_m} - 2 \cdot Bi_m \times \\ \times \sum_{n=1}^{\infty} \frac{\sin \mu_n \cdot \exp(-\mu_n^2 \cdot Fo_m)}{\mu_n \cdot [\mu_n \cdot (1 + Bi_m - K_m) \cdot \sin \mu_n + (\mu_n^2 - K_m) \cos \mu_n]}. \quad (18)$$

– Концентрация переносимого компонента в жидкой фазе:

$$Z_{ж}(Fo_m) = \frac{C_0 - m \cdot C_{ж}(\tau)}{C_0} = 1 + 2 \cdot Bi_m \times \\ \times \sum_{n=1}^{\infty} \frac{\sin \mu_n \cdot [\exp(-\mu_n^2 \cdot Fo_m)]}{\mu_n \cdot (1 + Bi_m - K_m) \cdot \sin \mu_n + (\mu_n^2 - K_m) \cos \mu_n}. \quad (19)$$

В полученных выражениях  $\mu_n$  – корни характеристического уравнения:

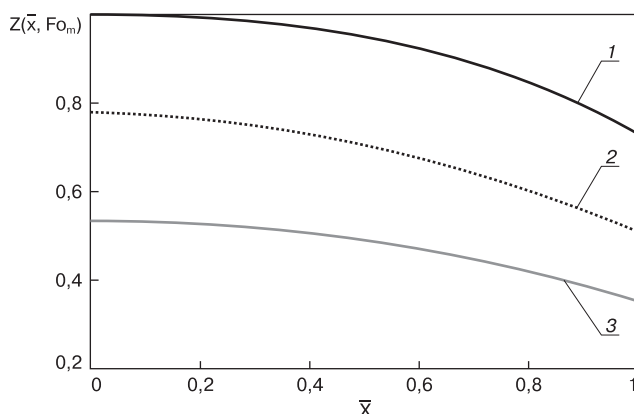


Рис. 2. Профили безразмерных концентраций по толщине бетона при  $Bi = 1$  с различными значениями  $Fo_m$ : 1 –  $Fo_m = 0,1$ ; 2 –  $Fo_m = 0,5$ ; 3 –  $Fo_m = 1$

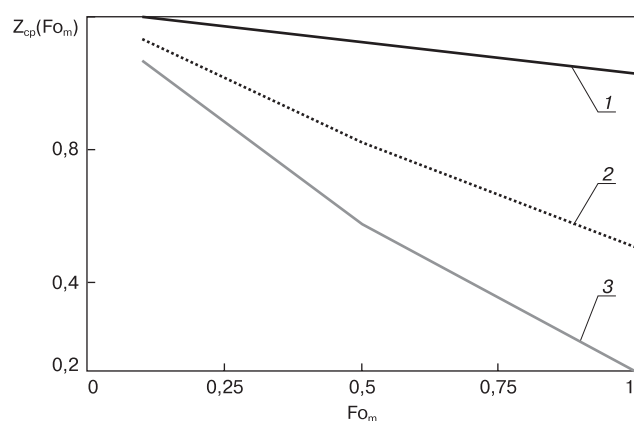


Рис. 3. Кинетика изменения средней безразмерной концентрации в бетоне при следующих значениях: 1 –  $Bi_1 = 0,1, Fo_m = 0,1$ ; 2 –  $Bi_2 = 0,5, Fo_m = 0,5$ ; 3 –  $Bi_3 = 1, Fo_m = 1$

$$\text{ctg} \mu_n = \frac{\mu_n^2 - K_m}{\mu_n \cdot Bi_m}. \quad (20)$$

Приведенная в данной статье математическая модель коррозии первого вида и изложенные результаты расчетов безразмерных характеристик процесса позволяют определить коэффициенты переноса, предложить методику организации и выполнения эксперимента и в результате повысить надежность расчетов и спрогнозировать динамику и кинетику исследуемых процессов.

#### Список литературы

1. Москвин В.М., Иванов Ф.М., Алексеев С.Н., Гузев Е.А. Коррозия бетона и железобетона, методы их защиты. М.: Стройиздат. 1980. 536 с.
2. Алексеев С.Н., Иванов Ф.М., Модри С., Шисль П. Долговечность железобетона в агрессивных средах М.: Стройиздат. 1990. 316 с.
3. Федосов С.В., Базанов С.М. Сульфатная коррозия бетона. М.: Изд. АСВ. 2003. 192 с.
4. Москвин В.М. Долговечность бетона и теория коррозии // Гидротехническое строительство. 1985. № 8. С. 1–5.
5. Гусев Б.В., Файвусович В.Б., Степанова В.Ф., Розенталь Н.К. Математические модели процессов коррозии бетона. М.: Информ. издат. центр «ТИМР». 1996. 104 с.
6. Баженев Ю.М. Технология бетона. М.: Изд. АСВ. 2002. 500 с.
7. Романков П.Г., Рашковская Н.Б., Фролов В.Ф. Массообменные процессы химической технологии. Л.: Химия. 1973. 336 с.

А.К. ГОНЧАРОВ, канд. техн. наук, М.А. ХОТЕЕВА, А.Н. ПОЛЯНСКИЙ, инженеры, Конструкторско-технологическое бюро бетона и железобетона (Москва)

## Алгоритм и программа расчета влажностного режима наружных стен с учетом диффузионного и молярного переноса пара

В связи с проектированием и строительством высотных зданий в Москве возникает необходимость в разработке новых методов расчета ограждающих конструкций зданий, так как с увеличением высоты зданий физические процессы в наружных ограждающих конструкциях, такие как теплопередача и массоперенос пара и воздуха, должны интенсифицироваться под влиянием разности барометрических давлений воздуха в помещении и окружающей среде. Процессы инфильтрации и эксфильтрации проходят наиболее интенсивно в зимний период года. Отсутствие подобных расчетов при разработке проекта может привести к созданию дискомфортных условий в помещениях многофункциональных высотных зданий и появлению дефектов в наружных ограждающих конструкциях.

Математически разность барометрических давлений воздуха в первом приближении можно вычислять по формуле, приведенной в СНиП 23-02–2003 «Тепловая защита зданий»:

$$\Delta p = 0,55N(\gamma_n - \gamma_b) + 0,03\gamma_n v^2.$$

Практически разность давлений воздуха в высотных зданиях в Москве может составлять порядка 40 Па и более, однако и эта величина оказывает существенное воздействие на интенсивность изменения влагосодержания наружных стен. Особое место в высотных зданиях занимают лифтовые шахты и лестничные блоки, выходящие на кровлю. Скорости восходящих воздушных потоков в таких вертикальных полостях могут быть выше среднемесячных значений скорости воздуха. При этом может возникнуть необходимость выполнять теплотехнические расчеты внутренних стен, выходящих к лестничным блокам и лифтовым шахтам, и в ряде случаев теплотехнические требования к внутренним стенам могут превышать требования для наружных стен. Размещение на верхних этажах здания зимних садов, спортивных залов, бассейнов, ресторанов и т. д. со своими санитарными и санитарно-эпидемиологическими и климатическими требованиями внутри общей фасадной системы естественным образом приводит к необходимости введения понятия климатического блока и проведения теплофизических расчетов внутри жилого комплекса. Требования к точности расчета микроклимата помещений высотных зданий должны возрасти, так как рекомендуемые в настоящее время в строительных нормах теплотехнические методы расчета ограждающих конструкций основаны в первой половине XX в. на стационарных методах. Эти методы не в полном объеме предлагают решения суточного и сезонного влияния климатического воздействия на изменение тепловлажностного состояния наружных ограждающих конструкций, и, как следствие, при проектировании жилых комплексов высотных зданий авторы проекта вынуждены решать этот вопрос, основываясь часто на эмпирическом опыте. Для повышения точности теплофизических расчетов наружных стен нами был разработан математический алгоритм и программа нестационарного переноса пара в однослойной стене под влиянием разности парциального давления пара и разности барометрического давления воздуха, которые учитывают влияние начального вла-

госодержания на сезонный влажностный режим наружных стен в первые годы эксплуатации здания.

При составлении алгоритма по расчету влажностного режима однослойных наружных стен высотных многофункциональных зданий, эксплуатирующихся в районах с продолжительным зимним периодом, были положены в основу следующие процессы и физические закономерности.

1. Теплопередача через стены осуществляется путем теплопроводности по закону Фурье, решение уравнения осуществляется для одномерного случая в стационарном режиме с граничными условиями III рода для каждого месяца года.
2. Фильтрация смеси водяного пара и воздуха через стены из твердых пористых строительных материалов происходит в ламинарном режиме по закону Дарси, задача решается для одномерного случая с граничными условиями I рода для каждого месяца года.
3. Задача об изменении начального влажностного и сезонного влажностного состояния наружных стен решается на основе рассмотрения нестационарного процесса диффузии пара через пористое тело по закону Фика и стационарного, для каждого зимнего месяца, процесса фильтрации воздуха по закону Дарси с учетом молярного содержания водяных паров в объеме движущегося воздуха; при этом молярное содержание водяных паров в единице объема воздуха (смеси воздуха и пара) заменяется выражением  $n_1/N = e/p$ , где  $n_1/N$  – молярная доля одного компонента  $n_1$  в общем количестве молей смеси  $N$ ;  $e$  – парциальное давление паров;  $p$  – барометрическое давление воздуха.

Изменение влагосодержания в стене происходит за счет изменения потоков водяного пара, а также конденсации или испарения влаги в сорбционном материале стены, для чего в расчет привлекаются соответствующие экспериментальные данные по сорбционным характеристикам материала стен (кривые сорбции и десорбции).

Процесс вычислений производится разностным методом. В основу вычислений положена разностная схема с интервалами по времени  $\Delta t$  и разбивкой толщины стены на условные слои толщиной  $\Delta x$ . Процесс движения воздуха и пара осуществляется через наружную стену толщиной  $h$ , разбиваемую на  $n$  условных слоев, в центре которых вычисляются средние значения температуры и барометрического давления за каждый холодный месяц года. Величина парциального давления пара в каждом слое зависит от температуры слоя и содержания влаги в этом слое. Если пористый стеновой материал обладает сорбционными свойствами, то парциальное давление пара при влажности материала ниже максимального сорбционного влагосодержания определяется с помощью сорбционной или десорбционной кривой (в программе эти данные закладываются в табличной форме). При влажности материала выше максимального сорбционного содержания при относительной влажности 100% величина парциального давления  $e$  приравнивается к величине максимальной упругости пара  $E$  при известной температуре воздуха



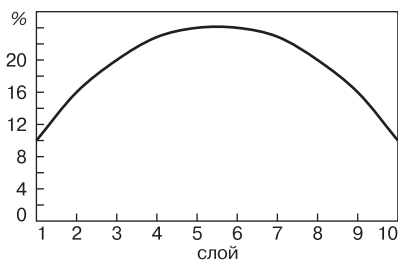


Рис. 1. Начальное распределение весовой влажности по толщине стены в сентябре

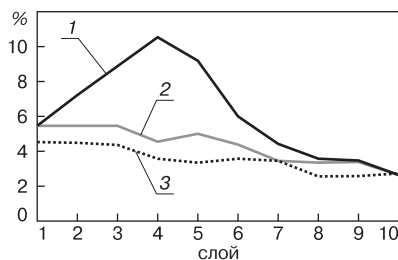


Рис. 2. Зависимость распределения весовой влажности по слоям стены на конец сентября следующего года: 1 – эксплуатация; 2 – диффузия; 3 – инфильтрация

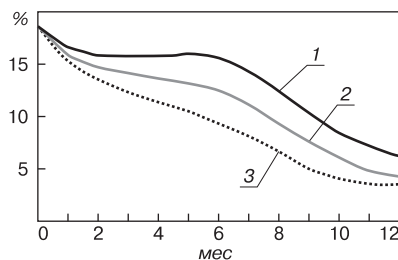


Рис. 3. Изменение средней весовой влажности стены в течение 12 месяцев: 1 – эксплуатация; 2 – диффузия; 3 – инфильтрация

в данном слое. В программе задается начальное влагосодержание в каждом слое. Таким образом, при известном распределении по толщине стены температуры, давления воздуха, влагосодержанию, данных о сорбционных свойствах материала, при известных данных о максимальной упругости пара при разных температурах вычисляются величины парциального давления водяного пара в центре каждого условного слоя. Диффузионный поток пара от одного слоя к соседнему вычисляется известным уравнением:

$$q_1 = -\mu \frac{de}{dx} = \mu \frac{\Delta e}{\Delta x},$$

где  $\mu$  – коэффициент паропроницаемости материала;  $\Delta x$  – толщина условного слоя стены.

Молярный поток пара  $q_2$  к соседнему слою (за счет потока воздуха с содержанием пара  $e/p$ ) выражается уравнением:

$$q_2 = -G \frac{e}{p} \cdot \frac{\Delta p}{\Delta x},$$

где  $G$  – коэффициент воздухопроницаемости;  $\Delta p$  – разность давлений воздуха между соседними слоями;  $p$  – барометрическое давление воздуха в слое.

Суммарный поток пара  $q = q_1 + q_2$ .

Разность потоков пара  $\Delta q$  за интервал времени  $\Delta t$  равна абсолютной величине изменения влаги в слое.

Граничные условия для переноса пара в стене приняты I рода.

Изложенное выше было взято за основу программы расчета на языке Delphi, которая была отлажена на численном примере, приведенном ниже: район – Москва; административное здание ( $t_B = 20^\circ\text{C}$ ,  $\phi_B = 40\%$ ); наружные стены толщиной 40 см из газобетона ( $\gamma = 600\text{кг/м}^3$ ).

Начальная средняя по толщине стены весовая влажность принята равной 19%, начало эксплуатации здания – конец сентября, разность барометрического давления равна 13,33 Па и постоянна для холодного периода года, численные значения теплофизических характеристик газобетона взяты на основе экспериментальных данных. Стена разделена на 10 слоев, графики распределения влажности представлены на рис. 1–3.

19–21 ОКТЯБРЯ, СОЧИ, ЗИМНИЙ ТЕАТР

# «СТРОИТЕЛЬСТВО И БЛАГОУСТРОЙСТВО.»

ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ. ЭКОЛОГИЯ.»  
 «КЛИМАТИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ»  
 «СОВРЕМЕННЫЙ ДОМ И КОТТЕДЖ.  
 ДИЗАЙН ИНТЕРЬЕРА»

При поддержке:  
 Администрация г. Сочи  
 Союза Строителей (работодателей) Кубани  
 Сочинской городской организации Союза архитекторов России  
 Союза строителей Сочи

Организаторы:  
 Торгово-промышленная палата г. Сочи  
 Выставочная компания «Сочи-Экспо ТПП г. Сочи»

Тел./факс: (8622) 62-31-96, 62-31-87, 62-05-24, (095) 745-77-09  
 E-mail: stroyka@sochi-expo.ru Http:// www.sochi-expo.ru

В.И. КАЛАШНИКОВ, доктор техн. наук, М.Н. МОРОЗ, инженер,  
В.Ю. НЕСТЕРОВ, канд. техн. наук, В.Л. ХВАСТУНОВ, канд. техн. наук,  
Пензенский государственный университет архитектуры  
и строительства, П.Г. ВАСИЛИК, инженер, ЗАО «ЕвроХим-1» (Москва)

## Минерально-шлаковые вяжущие повышенной гидрофобности

На кафедре технологии бетонов, керамики и вяжущих (ТБКиВ) Пензенского государственного университета архитектуры и строительства (ПГУАС) получены новые результаты в области создания особо высокопрочных безобжиговых бесцементных материалов из осадочных и вулканических горных пород.

Уникальность этих разработок состоит в том, что измельченные в порошок горные породы – гравелиты, глаукониты, силициты, базальты, диабазы, андезиты, сиениты, граниты и др. при температуре до 130–150°C с добавками шлака или без них в присутствии щелочей NaOH, КОН формируют фазовые контакты, обеспечивающие прочность композитов до 130–180 МПа при относительно низкой средней плотности 1750–1900 кг/м<sup>3</sup>, с пористостью 25–30%. Если сравнить прочность гранитов, составляющую 120–200 МПа, при абсолютной плотности их в куске 2650–2700 кг/м<sup>3</sup>, то синтезированные композиты при приведении их к условно плотному состоянию должны иметь прочность 170–220 МПа.

Объемы добываемых горных пород для производства портландцемента ежегодно составляют 2,9 млрд т сырья. По оценкам специалистов разных стран, в горно-рудной промышленности из недр земли извлекается 100 млрд т сырья. Из этого количества лишь 2% приходится на ценный продукт, а 98 млрд т уходит в отвалы [1].

До 80% отходов горно-рудной промышленности – тонкоизмельченные порошки, на которые затрачивается огромное количество энергии. В отличие от цемента, для получения которого после дробления и помола сырья необходим высокотемпературный обжиг при  $t = 1500^\circ\text{C}$  с последующим высокоэнергоемким помолом клинкера, для создания геополимерных вяжущих нужен только помол и нормальное или низкотемпературное тепловое отверждение с малым количеством химических добавок.

Поэтому нами ставилась задача, заключающаяся в создании материала, в несколько раз более экономичного, чем традиционный цемент.

Активная роль шлака в композиционном вяжущем на основе горных пород проявляется вследствие многообразия содержащихся в нем минеральных видов. Это спо-

собствует как химическому взаимодействию его с дисперсными наполнителями, в частности с глинами, так и эпитаксиальному сращиванию частиц с менее активными наполнителями. С экономической и экологической точки зрения актуальной является разработка и расширение номенклатуры минерально-шлаковых вяжущих за счет использования полевошпатовых, силицитовых, глауконитовых и гравелитовых пород.

Топологическими расчетами и экспериментальными исследованиями молотых горных пород [2] при соотношении шлак : горная порода = 20:80 был доказан ионно-растворно-диффузионный механизм отвердевания системы и опровергнут топохимический процесс.

Недостатком ряда малощелочных и малошлаковых составов является повышенное водопоглощение и низкий коэффициент водостойкости, не превышающий 0,55–0,7 в зависимости от типа породы, что не позволяет отнести некоторые минерально-шлаковые вяжущие к достаточно водостойким системам. Одним из основных требований, предъявляемых к строительным материалам, эксплуатируемым в условиях водонасыщения и высушивания, замораживания-оттаивания, является высокий коэффициент водостойкости и высокая морозостойкость.

Проводимые исследования по гидрофобизации и рекламные сведения по эффективности гидрофобизаторов распространяются на оценки по снижению кратковременного капиллярного водопоглощения в воде в течение двух-трех суток. Эти исследования не рассматривают исчезновение гидрофобного эффекта при жестких реакционных процессах, протекающих в вяжущих, в частности в гравелито-шлаковом со щелочностью жидкой фазы  $\text{pH} = 14$ . По нашему мнению, короткий период экспонирования в воде явно недостаточен, если исходить из природных условий воздействия влаги на стеновые и дорожные материалы во многих климатических зонах России в различное время года. Поэтому гарантией повышенной морозостойкости может быть сохранение пониженного водопоглощения на длительный период.

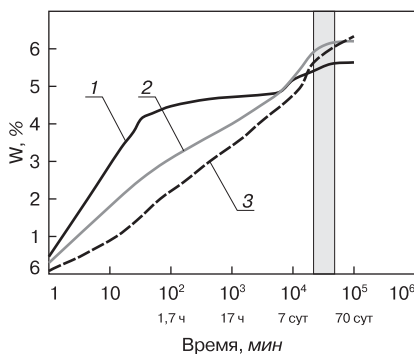


Рис. 1. Водопоглощение гравелито-шлакового вяжущего с гидрофобными добавками: 1 – контрольный образец; 2 – со стеаратом Ca; 3 – со стеаратом Zn

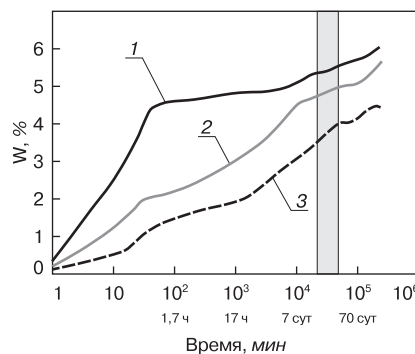


Рис. 2. Водопоглощение гравелито-шлакопесчаного бетона с гидрофобными добавками: 1 – контрольный образец; 2 – со стеаратом Zn; 3 – со стеаратом Ca

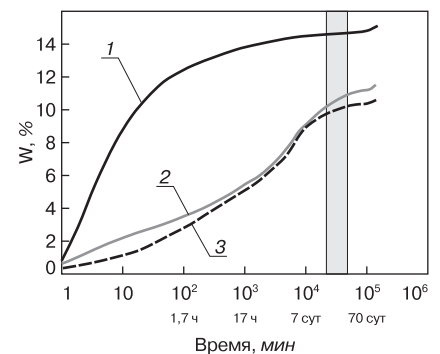


Рис. 3. Водопоглощение диабазошлакогравелитового вяжущего с гидрофобными добавками: 1 – контрольный образец; 2 – со стеаратом Ca; 3 – со стеаратом Zn

Для снижения водопоглощения при длительном экспонировании в воде и повышения коэффициента длительной водостойкости использовались гидрофобизаторы — стеараты цинка и кальция, реализуемые ЗАО «ЕвроХим-1». Они представляют собой порошкообразные металлические мыла с высокой удельной поверхностью и повышенными водоотталкивающими свойствами.

Гидрофобизаторы — стеараты кальция  $[\text{Ca}(\text{C}_{18}\text{H}_{35}\text{O}_2)_2]$  и цинка  $[\text{Zn}(\text{C}_{18}\text{H}_{35}\text{O}_2)_2]$ , обладая высокой дисперсностью, гидрофобизируют стенки пор дискретно. Гидрофобизация в данном случае является неполной, и особенно тогда, когда доля нерастворимых стеаратов металлов не превышает 1 мас. %. В этом случае гидрофобизационный эффект является кратковременным. По мере повышения дозировки стеаратов гидрофобный эффект возрастает. При определенной концентрации стеаратов материал приобретает долговременные водоотталкивающие свойства вследствие более полной гидрофобизации поверхности пор образцов или коагуляции порового пространства.

Исследования по гидрофобизации глино- и карбонатно-шлакощелочных систем на основе лягушовой глины и иссинского известняка совместно с ЗАО «ЕвроХим-1» позволили установить высокую эффективность добавки стеарата цинка. Их водопоглощение по массе при экспонировании образцов в воде в течение 3 месяцев понизилось в 1,3–1,9 раза по сравнению с негидрофобизированными составами. Установлено, что для некоторых минерально-шлаковых систем такое длительное экспонирование в воде способствует дополнительному упрочнению гидрофобизированных образцов, прочность при осевом сжатии повышается до 100–116 МПа. Также был получен повышенный длительный коэффициент водостойкости в этих вяжущих ( $K_b = 1,18$ ).

Наряду с такими минерально-шлаковыми вяжущими, как карбонатно-шлаковое и глиношлаковое, разработанными кафедрой ТБКиВ, практический и научный интерес вызвало новое геошлаковое вяжущее на основе полевошпатово-кварцевой породы — гравелита Жигулевского месторождения в смеси с тонкомолотым доменным липецким шлаком, а также мелкозернистый бетон на его основе.

Гравелитовые (гравийно-песчаные) породы относятся к крупнообломочным породам. Гравий Жигулевского месторождения как тонкомолотый компонент гравелито-шлакового вяжущего (ГРШВ) является представителем вулканогенно-осадочных пород полимиктового состава. Он относится к хорошо окатанным гравиям, лишенным угловатости, вогнутости, эллипсоидной или яйцевидной формы от длительного нахождения в движении. По классификации Н. Верзилина [3] он относится к полевошпатово-кварцево-кремниевым породам, в которых содержание кварца составляет 20–80%, полевошпатовых пород 40–60% и обломков горных по-

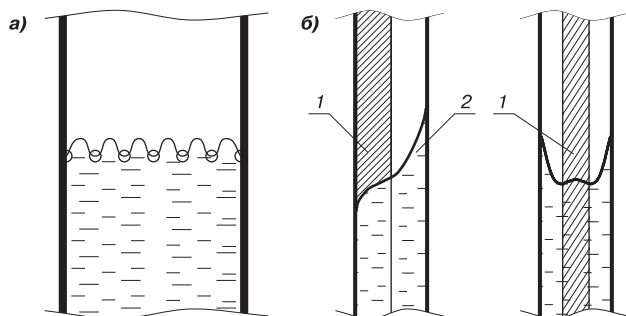


Рис. 4. Профили менисков в гидрофобно-гидрофильном капилляре: а — синусоидальный профиль мениска в дискретно-гидрофобном капилляре; б — очертание профиля мениска в капилляре с частично гидрофобной стенкой; 1 — гидрофобный участок; 2 — гидрофильный участок

род 40–60%. Учитывая то, что в жигулевском гравии присутствуют железисто-магнезиальные, роогообманковые, фаянитовые и другие включения, а также щелочные амфиболы, такие как глаукофан, рибекит, арфедсонит, можно гипотетически предполагать о протекании реакционных процессов с щелочеактивизированным шлаковым вяжущим.

Для гидрофобизации гравелито-шлакового вяжущего и мелкозернистого бетона на его основе использовались образцы-кубы с размером ребра 3 см. Гравелит был подвергнут помолу до удельной поверхности, равной  $900 \text{ м}^2/\text{кг}$ , а липецкий шлак — до  $370 \text{ м}^2/\text{кг}$ .

Соотношение по массе между гравелитом и шлаком составляло 1:1,5. В мелкозернистом бетоне соотношение между композиционным вяжущим и песком составляло 1:1,5. Стеараты вводились в вяжущее в виде порошков в количестве 2,4% от массы вяжущего. Образцы прессовались при давлении 25 МПа. В качестве активизатора твердения применялась щелочь NaOH в количестве 3% от массы вяжущего при влажности смеси 12%. Для расчета кратковременного коэффициента водостойкости для гравелито-шлакового вяжущего и бетона на его основе образцы после длительного насыщения водой высушивали до постоянной массы при  $t = 100 \pm 5^\circ\text{C}$ . Далее их насыщали водой в течение 48 ч. Длительный коэффициент водостойкости вычислен после испытания образцов, выдержанных в воде в течение 50–180 сут.

Рассматривая действие исследуемых гидрофобизаторов на водопоглощение гравелито-шлакового вяжущего, можно заметить, что кинетика водопоглощения образцов со стеаратами кальция и цинка мало различается, особенно в поздние сроки водонасыщения (рис. 1). Значения их водопоглощения в начальное время экспонирования несколько отличаются друг от друга. На 60 сут насыщения в воде образцы с гидрофобными добавками показывают превышение значения по сравнению с контрольными бездобавочными на 0,59%.

Гидрофобный эффект стеаратов существенно повышается в песчаных бетонах (рис. 2). Большая степень гидрофобизации наблюдается у гравелито-шлакопесчаного бетона со стеаратом кальция в количестве 2,4% от массы вяжущего. Данная добавка понижает водопоглощение после длительного выдерживания образцов в воде в 1,4 раза по сравнению с негидрофобизированным составом. Прочность при осевом сжатии такого бетона со стеаратом кальция после 28 сут нормального твердения составляет 57,03 МПа, что на 13,25 МПа выше контрольного состава (см. таблицу).

При длительном экспонировании образцов из мелкозернистого гравелито-шлакопесчаного бетона с гидрофобной добавкой стеарата кальция в воде в течение 170 сут отмечен более значительный прирост прочнос-

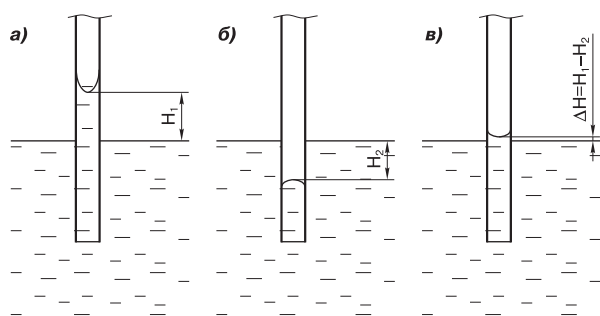


Рис. 5. а — гидрофильный капилляр; б — гидрофобный капилляр; в — гидрофобно-гидрофильный капилляр



Составы композиций, % от массы композиционного вяжущего				Кемеровский диабаз, % от $m_{\text{вяж}}$	Вольский песок, % от $m_{\text{вяж}}$	Вид добавки	Плотность в сухом состоянии, $\rho_{\text{сух}}$ , кг/м <sup>3</sup>	Характеристика материала					
Липецкий шлак	Жигулевский гравий	NaOH	Вода					Прочность при сжатии, $R_{\text{сж}}$ , МПа, при нормальных условиях через, сут			Прочность при сжатии $R_{\text{сж}}$ , МПа, после длительного насыщения в воде		Длительный $K_{\text{водостойкости}}$
								1	3	28	$R_{\text{сж}}^{\text{нас}}$	$R_{\text{сж}}^{\text{сух}}$ при $t = 105^{\circ}\text{C}$	
60	40	3	14	–	–	–	1,94	1	–	48,9	100	106,8	0,94
60	40	3	14	–	–	Ст. Са	1,89	2,2	16,5	55	104	102,9	1,01
60	40	3	14	–	–	Ст. Zn	1,85	2,2	5,9	33	88,5	99,9	0,88
60	40	3	8	–	150	–	1,89	0,1	2,6	44,2	42,8	59,72	0,72
60	40	3	8	–	150	Ст. Са	1,99	2	8,2	57,5	75,4	90,9	0,83
60	40	3	8	–	150	Ст. Zn	2,03	0	1	3,3	12,6	19,8	0,64
60	40	3	12	150	–	–	1,9	1	3	45,9	37,9	67,3	0,56
60	40	3	12	150	–	Ст. Са	1,88	2	5	51,2	60,9	72,9	0,84
60	40	3	12	150	150	Ст. Zn	1,91	0	3	39,3	37,9	52,9	0,72

ти, чем у образцов со стеаратом цинка и контрольного образца. Во влажном состоянии прочность в возрасте 28 сут выросла в 1,3 раза, а у сухих образцов – в 1,6 раза. При этом коэффициент водостойкости составил 0,83 (у контрольного 0,72).

Анализируя полученные данные, можно сделать вывод, что эффективность гидрофобизации песчанистых бетонов на гравелито-шлаковом вяжущем с добавкой стеарата кальция выше, чем на индивидуальном вяжущем, вероятно, вследствие изменения угла смачивания пор при введении песка или изменения дисперсии распределения пор по размерам.

В ходе исследования установлено сильнейшее блокирование действия стеарата цинка на твердение гравелито-шлакопесчаного бетона. Образцы с этой добавкой не затвердевали в течение продолжительного времени и в возрасте 28 сут имели прочность при осевом сжатии 3,3 МПа. Это негативное воздействие гидрофобизатора пока не поддается объяснению, и оно, возможно, связано с влиянием химико-минералогической природы минералов гравия.

Учитывая наибольшую распространенность полевошпатовых горных пород (около 54% в земной коре), изучены минерально-шлаковые вяжущие на основе магматических горных пород: диабаза, андезита, сиенита, гранита [2]. Результаты гидравлической активности пород в смеси с цементом показали, что наиболее активны диабазы и сиениты. В композиционных шлаковых вяжущих реакционная активность пород может изменяться по сравнению с портландцементными. При этом очевидно, что на твердение вяжущих будет влиять, как и в цементе, стекловидная фаза пород, так как гидравлическая активность возрастает от кристаллических модификаций к скрытокристаллическим – стеклокристаллитным и аморфным. Нельзя не учитывать присутствия твердых растворов в виде полевошпатовых минералов – битвонита и лабрадора с оливином, пироксеном.

В связи с этим представляло научный интерес создание трехкомпонентного экономичного вяжущего с минимальным содержанием основного активного компонента шлака в гравелито-шлаковом вяжущем с третьим тонкоизмельченным компонентом магматической породы – диабазом.

Пригодность диабаза в качестве компонента минерально-шлакового вяжущего до настоящего времени еще никем не установлена.

В экспериментах нами применялся диабаз Кемеровского месторождения с удельной поверхностью  $S_{\text{уд}} = 400 \text{ м}^2/\text{кг}$ . Дозировка стеаратов кальция и цинка составляла 2,4% от массы сухого вещества.

Процентное массовое соотношение компонентов в системе диабаз – шлак – гравелит составляло 60:24:16. Гидрофобизация такой системы наиболее актуальна вследствие высокого водопоглощения контрольных образцов. Так, отпрессованные при давлении 25 МПа образцы из комплексного диабазошлакогравелитового вяжущего с прочностью при сжатии 52 МПа в возрасте 28 сут за 1 ч поглощают 11 мас. % воды, увеличивая это значение к 100 сут экспонирования в воде до 16% (см. таблицу).

При анализе эффективности гидрофобизаторов такой системы наблюдается небольшое различие в значениях водопоглощения в начальные сроки насыщения водой у образцов со стеаратом цинка и кальция. Через 7 сут водопоглощение по массе с гидрофобными добавками одинаково и значительно меньше, чем у негидрофобизированного состава. Эффективность нерастворимых в воде стеаратов металлов в 3-компонентном композиционном диабазошлакогравелитовом вяжущем достаточно высокая (рис. 3). Водопоглощение образцов со стеаратом кальция в течение 3,5 месяцев экспонирования в водных условиях в 1,3 раза, а со стеаратом цинка – в 1,42 раза ниже по сравнению с негидрофобизированным составом.

Отмечено незначительное понижение прочности при сжатии гидрофобизированных образцов через 28 сут нормального твердения по сравнению с негидрофобизированным составом. Прочность через 100 сут хранения в воде понизилась. Действие стеарата цинка на прочность диабазошлакогравелитового вяжущего также оказалась негативным: прочность через 28 сут снизилась в 1,27 раза, а за 100 сут в воде – в 1,38 раза по сравнению с контрольным составом.

Хотя гидрофобизаторы в этом композиционном вяжущем и понижают прочность при достаточно длительном выдерживании образцов в воде, значения прочности вполне достаточны для многих строительных материалов.

По нашему мнению, механизм гидрофобизации стеаратами как дискретными включениями можно объяснить, рассматривая топологию стенок капиллярных пор. Частицы стеаратов в такой системе будут располагаться дискретно по длине капилляра. Капилляр можно рассматривать как гидрофобно-гидрофильный. При увеличении числа гидрофобных частиц в стенках капилляра степень гидрофобизации будет возрастать вследствие увеличения угла смачивания на гидрофобных участках.

В связи с тем, что стенки капилляров состоят из гидрофобных и гидрофильных участков, а углы смачивания на этих участках различны, профиль смачивания капилляра по развертке цилиндра будет идеализированным — синусоидальным. Если представить гидрофобные участки капилляра в виде гидрофильно-гидрофобных полос по длине капилляра, то профиль мениска будет иметь сложное очертание (рис. 4).

Известно, что высота  $H$  подъема смачивающей жидкости в капилляре описывается уравнением Жюрена:

$$H = \frac{2 \cdot \sigma \cdot \cos \theta}{r \cdot \rho \cdot g},$$

где  $\sigma$  — поверхностное натяжение на границе жидкость : твердое тело;  $\theta$  — угол смачивания;  $r$  — радиус капилляра;  $\rho$  — плотность жидкости;  $g$  — ускорение свободного падения.

Высоту поднятия жидкости в таком в гидрофобно-гидрофильном капилляре можно вычислить по формуле:

$$\Delta H = H_1 - H_2 = \frac{2 \cdot \sigma \cdot \cos \theta_1}{r \cdot \rho \cdot g} - \frac{2 \cdot \sigma \cdot \cos \theta_2}{r \cdot \rho \cdot g};$$

$$\Delta H = \frac{2 \cdot \sigma}{r \cdot \rho \cdot g} (\cos \theta_1 - \cos \theta_2),$$

где  $\theta_1$  и  $\theta_2$  — углы смачивания соответственно гидрофильных и гидрофобных участков.

Таким образом, за гидрофобизацию пор будет ответственно плотность распределения частиц гидрофобизатора в стенках капиллярной поры.

Необходимо учитывать и то, что гидрофобизации будет способствовать воздух, защемленный в порах бетона. Силы адгезии воздуха к гидрофобным веществам значительно выше, чем к гидрофильным, и, следовательно, на удаление прилипшего воздуха будет также затрачиваться энергия.

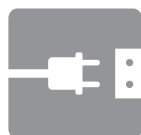
При значительной крупности частиц порошкового гидрофобизатора, превышающих по размеру радиус капилляров, эффект гидрофобизации может обеспечиваться кольматацией пор.

Таким образом, эффект гидрофобизации порошковыми стеаратами, по нашему мнению, может обеспечиваться двумя механизмами — увеличением угла смачивания стенок пор и кольматацией пор частицами гидрофобизатора.

В настоящее время проводятся исследования по выявлению механизмов действия порошковых гидрофобизаторов.

#### Список литературы

1. *Калашиков В.И.* Перспективы развития геополлимерных вяжущих // Современное состояние и перспективы развития строительного материаловедения: Восьмые академические чтения РААСН. Самара. 2004. С. 193–196.
2. *Калашиков В.И.* Использование дисперсных гравелитовых пород в качестве основного структурообразующего компонента минерально-шлаковых вяжущих // Композиционные строительные материалы. Теория и практика: Сборник научных трудов Международной научно-технической конференции. Пенза. 2004. С. 121–125.
3. Справочник по литологии / Под ред. Н.Б. Вассоевича, В.Л. Либровича, Н.В. Логвиненко, В.И. Марченко. М.: Недра. 1983. 50 с.



## ВАШЕ ЖИЛИЩЕ

12-я специализированная выставка

Ярославль, 5–7 октября

В рамках работы выставки состоится  
Всероссийская научно-практическая конференция  
“Энергоресурсосбережение в строительстве и ЖКХ”

#### Разделы выставки:

- строительные материалы и конструкции
- средства теплозащиты зданий и сооружений
- оборудование для тепло-, водо-, газо-, энергосбережения
- системы очистки воды и воздуха
- системы и оборудование для переработки отходов производства и потребления

#### Место проведения конференции и выставки:

ДК “Нефтяник” (Московский проспект, 92)

Оргкомитет: (0852) 45-06-46, 73-28-87

E-mail: [interproekt@nordnet.ru](mailto:interproekt@nordnet.ru)

[www.energo-resurs.ru](http://www.energo-resurs.ru)

## Форум работников ЖКХ ЮФО



Выставка удостоена знака  
МЕЖДУНАРОДНОГО СОЮЗА  
ВЫСТАВОК И ЯРМАРОК  
знака высшего  
профессионального отличия

5-я юбилейная  
специализированная выставка

# ЖИЛИЩНО- КОММУНАЛЬНОЕ ХОЗЯЙСТВО

28-30 сентября 2005  
Ставрополь

Выставочный комплекс “Прогресс”

г. Ставрополь, пр. Кулакова, 37а

(8652) 353-770, 955-258

[tek@progexpo.ru](mailto:tek@progexpo.ru)

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



## Влияние агрессивных воздействий на прочность и долговечность пенополиуретана в теплоизоляции зданий

Пенополиуретан широко используется в жилых и промышленных зданиях для герметизации оконных и дверных блоков, в качестве теплоизоляции межэтажных перекрытий, межквартирных и наружных стен, овоще- и фруктохранилищ, морозильных и сушильных камер, а также в качестве утеплителя в панелях типа «сэндвич».

В процессе эксплуатации пенополиуретан может подвергаться воздействию различных агрессивных сред: химически- и физически-активных жидкостей, климатических факторов.

В свободном состоянии (без нагрузки), пенополиуретан стоек к большинству из перечисленных воздействий [1]. Однако практичес-

ки отсутствуют сведения о влиянии агрессивных факторов на механические характеристики при кратковременных и длительных воздействиях нагрузок.

Испытывали пенополиуретан Изолан 210-1 кажущейся плотностью 60 кг/м<sup>3</sup> воронежского производства. Механические испытания проводили при центральном поперечном изгибе и при сжатии на специальных установках. Конструкция и размеры образцов, последовательность проведения испытаний и обработка экспериментальных результатов описаны в [2].

Перед испытанием образцы погружали в активные жидкости и выдерживали в течение 2–21 сут или подвергали многократным температурно-влажностным воздействиям: замачиванию в воде в течение трех часов, замораживанию при –18°С в течение 1 ч, последующему оттаиванию и высушиванию при температуре +18°С. Активные жидкости выбирали по результатам испытаний, обобщенным в [1]. Через определенное время (2, 4, 7 и 21 сут) фиксировали изменение массы образцов (величину набухания). Влияние жидких сред на набухание и механические характеристики пенополиуретана показано в табл. 1. Из таблицы видно, что больше всего пенополиуретан набухает в концентрированной серной кислоте, менее всего – в керосине.

Из табл. 1 видно, что величина разрушающего напряжения и относительной деформации существенно меняется при воздействии некоторых активных сред. Так, после выдержки в концентрированной серной кислоте и в метилметакрилате в течение 7 сут прочность пенополиуретана снизилась более чем на 75%, а деформативность увеличилась в 3–6 раз.

Поведение пенополиуретана при воздействии жидких агрессивных сред в режиме длительного нагружения при постоянном напряжении исследовано с позиции кинетической концепции прочности. Процесс разрушения и деформиро-

Таблица 1

Среда	Время выдержки, сут	Увеличение массы, %	Механические характеристики	
			$\sigma_{и}$ , МПа*	$\epsilon_{с}$ , %**
Воздух	–	–	0,85	4,59
Концентрированная ортофосфорная кислота	2	126,2	0,57	6,23
	4	126,9	0,53	6,72
	7	125,4	0,51	6,74
	21	125,2	0,5	6,92
Концентрированная соляная кислота	2	240,1	0,37	18,91
	4	291,8	0,19	27,02
	7	287,6	0,13	32,44
Машинное масло	4	163,9	0,84	4,82
	7	163,6	0,82	4,85
	21	163,9	0,8	4,83
Глицерин	4	175,2	0,83	4,64
	7	175,2	0,83	4,63
	21	172,5	0,82	4,68
Едкий натр	4	163,9	0,84	4,33
	7	163,9	0,85	4,35
	21	163,9	0,84	4,32
Метилметакрилат	2	280	0,23	14,56
	4	278,6	0,2	15,69
	7	275,4	0,18	16,02
Вода	4	169,1	0,84	4,6
	7	179,2	0,82	4,69
	21	184	0,82	4,8
Керосин	7	123,1	0,84	4,58
	21	124,1	0,84	4,62

\* разрушающее напряжение при изгибе; \*\* относительная деформация при сжатии ( $\sigma = 0,36$  МПа;  $\tau = 600$  с).



вания при постоянной температуре описывается уравнением:

$$\tau = A \cdot \exp(-\alpha \cdot \sigma), (1)$$

где  $\tau$  – долговечность образца (время до разрушения или заданной деформации);  $\sigma$  – напряжение;  $A, \alpha$  – физические коэффициенты:  $A$  – коэффициент статической долговечности,  $\alpha$  – структурно-чувствительный коэффициент.

Экспериментальные данные представлены на рисунке в координатах  $\lg \tau - \sigma$  (см. рисунок). Как видно из рисунка, зависимость времени достижения заданной деформации имеет вид прямых. Коэффициенты, входящие в уравнение (1), определяли графоаналитическим способом по методике, описанной в [2]. Величины физических коэффициентов до и после воздействия жидких сред приведены в табл. 2.

Ранее отмечалось [1], что пенополиуретан, защищенный от непосредственного воздействия климатических факторов, сохраняя свои механические и теплофизические свойства. Предварительное увлажнение с последующим замораживанием-оттаиванием приводит к значительному снижению прочностных характеристик [1], то есть пенополиуретаны нестойки к атмосферному воздействию.

Пенополиуретан после 10, 40, 70, 90, 110, 140 циклов замораживания-оттаивания предварительно увлажненного материала испытывали при поперечном изгибе с постоянной скоростью нагружения до разрушения образца и при сжатии под действием постоянной нагрузки, фиксируя величину относительной деформации образца за определенное время нагружения. Результаты изучения влияния циклов замораживания-оттаивания на прочностные характеристики пенополиуретана Изолан 210-1 приведены в табл. 3. Из таблицы видно, что при циклических температурно-влажностных воздействиях происходит значительное снижение прочности при изгибе и деформации при сжатии уже после 10 циклов воздействия. Это, по-видимому, связано с частичным разрушением некоторых закрытых ячеек и выравниванием их внутреннего давления с атмосферным. После 40 циклов испытаний наблюдается увеличение прочностных характеристик материала. Причем после 140 циклов прочность при изгибе и относительная деформация при сжатии становятся близкими прочности и деформативности до температурно-влажностных воздействий. По-видимому, после 140 циклов завершаются процессы релаксации в пенополиуретане [3].

После 140 циклов воздействия проводили длительные испытания

Таблица 2

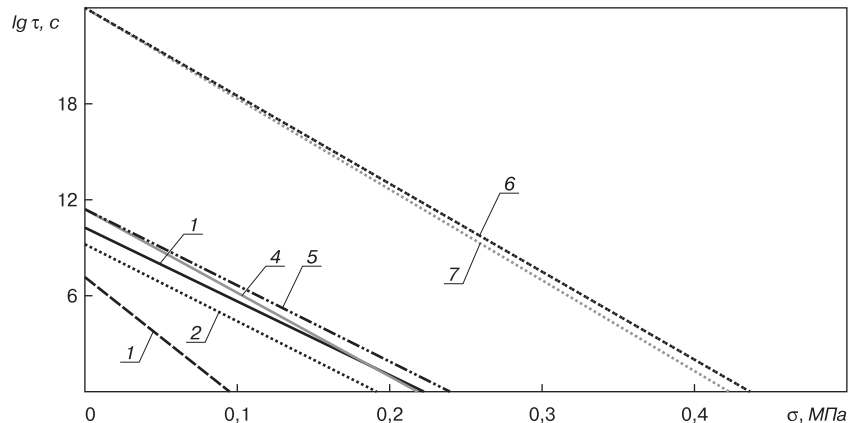
Среда	№ прямых на рисунке	Время выдержки, сут	$\lg A, c$	$\alpha$
Машинное масло	1	21	10,2	23,72
Концентрированная ортофосфорная кислота	2	21	9	21,05
Концентрированная соляная кислота	3	4	7	43,75

Таблица 3

Количество циклов	0	10	40	70	90	110	140
Поперечный изгиб ( $\sigma_{и}$ , МПа)	0,87	0,74	0,76	0,78	0,8	0,82	0,84
Сжатие ( $\epsilon_c$ , %)	42	36	37	39	41	42	43

Таблица 4

Количество температурно-влажностных циклов воздействия	Деформирование			Разрушение		
	№ прямых на рисунке	$\lg A$	$\alpha$	№ прямых на рисунке	$\lg A^*$	$\alpha^*$
0	4	11±0,2	25±1	6	24±0,2	28,33
140 циклов	5	11±0,2	23±1	7	24±0,2	27,67



Зависимость времени достижения 10% относительной деформации при сжатии (1–5) и времени до разрушения при поперечном изгибе (6, 7) от напряжения пенополиуретана Изолан 210-1

при поперечном изгибе и сжатии. Экспериментальные данные представлены на рисунке.

Значения коэффициентов уравнения (1) приведены в табл. 4. Из таблицы видно, что после температурно-влажностных воздействий меняется только структурно-чувствительный коэффициент  $\alpha$ .

Таким образом, по результатам кратковременных механических испытаний можно оценить изменение прочности и деформативности, а зная величины коэффициентов уравнения (1), можно прогнозировать долговечность пенополиуретана Изолан 210-1 в эксплуатационном диапазоне температур после воздей-

ствия активных сред и климатических факторов.

#### Список литературы

1. Деметьев А.Г., Тараканов О.Г. Структура и свойства пенопластов. М.: Химия. 1983. 176 с.
2. Ярцев В.П. Прогнозирование работоспособности полимерных материалов в деталях и конструкциях зданий и сооружений. Учебное пособие. Рекомендовано УМО в области строительства. Тамбов. 2001. 149 с.
3. Ратнер С.Б., Ярцев В.П. Физическая механика пластмасс. Как прогнозируют работоспособность? М.: Химия. 1992. 320 с.

Из-за высоких темпов экономических, политических и организационных преобразований в нашей стране в течение последних 20 лет ряд вопросов, связанных с подготовкой инженерных кадров, оказался «забытым». Одним из таких вопросов, по нашему мнению, является понятие о системных и внесистемных единицах. При подготовке к публикации присланных авторами рукописей одной из наиболее часто встречающихся неточностей как раз и является незнание современных систем измерения, способов перевода величин из устаревших систем в СИ, недопонимание важности применения международной системы измерений, правильности употребления тех или иных терминов и понятий. Этот факт побудил к публикации следующего материала, печатаемого в нашем журнале последовательно в двух номерах.

## Развитие метрологии и ее роль в научных исследованиях

### Часть 1 Историческая

«А таковы есми меры послал во все города ровны».  
Грамота Ивана IV, датированная 21 декабря 1550 г.

**Метрология — это наука об измерениях, методах и средствах обеспечения их единства и способах достижения требуемой точности.**

Метрология является научной основой всей измерительной техники, ее теоретической базой. Нет ни одной области практической деятельности людей, где можно было бы обойтись без общепринятых и понятных всем количественных оценок. Объектами измерений являются свойства объективных реальностей — вещей, тел, явлений, процессов.

Метрология развилась как раздел физики и является сейчас основой современного приборостроения, которое обеспечивает ученых, специалистов всех областей деятельности средствами объективной оценки окружающего мира. Без метрологии невозможно развитие ни одной отрасли знаний о мире.

Различают метрологию теоретическую, законодательную и прикладную.

Непосредственно к процессу познания имеют отношения следующие разделы метрологии.

1. Физические величины. Метрологические характеристики физических величин — виды единиц, определение, наименование, обозначение, размер единиц, числовое значение. Основные, производные, дополнительные физические величины. Уравнения связи между физическими величинами и их числовыми значениями. Размерность, размерные и безразмерные величины. Безразмерные логарифмические и относительные величины. Системы физических величин. Системные и внесистемные величины. Когерентность. Когерентные и некогерентные физические величины.
2. Методы и средства измерений. Измерения прямые, косвенные, совокупные, статистические, динамические. Средства измерений — меры, измерительные приборы и измерительные преобразования. Эталоны физических величин. Образцовые средства измерения, образцовые вещества. Виды эталонов. Погрешность и точность измерений.
3. Стандарты. Вопросы стандартизации, сертификации и надзора за соблюдением стандартов.

История метрологии корнями уходит в глубокую древность. Человек начал заниматься измерениями, когда стал строить жилище, пахать землю, изготавливать предметы обихода. В древности за единицу измерения принималось то, что окружало человека, — камень, ячменное зерно, стопа (фут), толщина основания большого пальца руки (дюйм) и т. д. В результате в разных концах земли люди использовали похожие меры, однако одна и та же мера была различной по величине.

Древний Египет является первым государством, которое сильно разнящиеся исходные единицы измере-

ния привело к определенной норме. Затем в Вавилоне египетская система мер подверглась видоизменению, была создана шестидесятичная система исчисления, частично дошедшая до наших дней. Именно на ее основе разделили час на 60 минут и минуту на 60 секунд.

Древней русской мерой длины было поприще — расстояние, которое пробегает лошадь от отдыха до отдыха. В X—XVI вв. русскими мерами веса были берковец, пуд, большая гривенка и золотник, которые в начале XVIII в. были узаконены несколько в видоизмененном выражении — доля, золотник, лот, фунт, пуд, берковец. В единицах массы одна доля составляла 44,435 мг. Золотник был равен 96 долям, один лот — трем золотникам, один фунт — 32 лотам, один пуд — 40 фунтам, а один берковец — 10 пудам. Мерами жидкостей были шкалик (осьмушка), равный 0,0615 л; чарка равная двум шкаликам, бутылка — 5 чаркам, штоф — двум бутылкам, четверть — 5 бутылкам, ведро — 10 штофам, бочка — 10 ведрам. В настоящее время мы сталкиваемся с неожиданными, неметрическими объемами стеклянной тары — 0,33 л, 0,68 или 3 л, которые являются отзвуками древних мер.

Такие системы мер, сложившиеся к XVIII в., были сложны в применении и приводили к трудности понимания. Для примера приведем цитату из диссертации М.В. Ломоносова, написанной в 1749 г.: «Для разрыва медной проволоки, диаметр которой составляет 1/10 дюйма — рейнского фута, разделенного на 12 равных частей, или 1 и 19/120 линии королевского парижского фута, требуется 299 и 1/4 амстердамских фунтов, какой фунт равен парижскому».

Не проще было и в торговле. К примеру, для измерения длины ткани (только ткани) на севере Франции



Грузики. Городецкая культура, 1 тыс. до н. э., глина

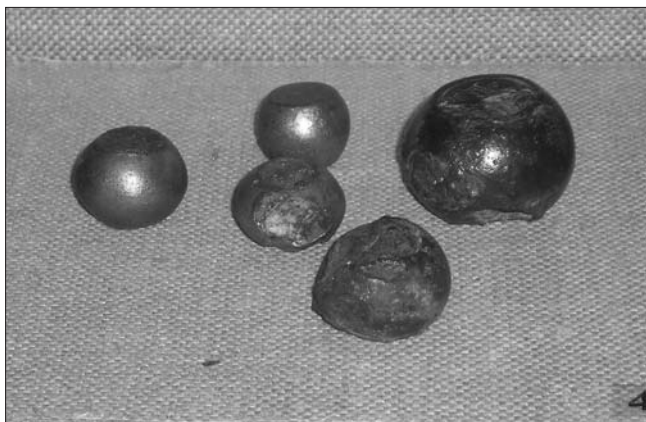
употреблялась мера под названием «он», а на юге — «кон», но под этими двумя названиями в различных местностях одного государства обращалось свыше десятка различных единиц длины для измерения тканей.

В России, по мере стирания обособленности отдельных русских княжеств, завершившегося образованием централизованного государства, многочисленные системы мер объединялись в две группы: Псковско-Новгородскую и Московскую; последняя распространялась на Владимир и Чернигов. Но и такое отсутствие единообразия было недопустимо в едином государстве, и Иван IV стал проводить жесткую политику введения общегосударственных мер. В 1556 г. вышел на Руси указ об изготовлении и клеймении гирь, разных мер и о хранении их в таможах. На уровне потребностей и возможностей того времени эта цель была достигнута.

Развитие торговли, межгосударственного обмена требовало упорядочения и узаконивания мер и весов.

Наиболее активно борьба за создание единых мер и весов началась в средние века в наиболее развитых европейских странах — в Англии, Франции, Австрии. Но каждая страна решала эти вопросы только в пределах своей территории и с учетом своих национальных особенностей и традиций.

Франция играла главную роль в установлении метрической системы мер. В 1789 г. решением Национального собрания Франции была создана специальная комиссия по установлению единых французских мер под председательством П. Лапласа. Но ученые, вошедшие в эту комиссию, решили создать систему мер, предназначенную для всех времен и народов. В основу новой системы была положена единица длины. За единицу длины по предложению Лапласа была взята одна десятиллионная часть четверти длины Парижского меридиана. Тогда считалось, что размеры Земли неизменны и эта единица могла стать эталоном. Всю длину четверти меридиана ученые измерить не могли, но часть меридиана между Дюнкерком и Барселоной находилась на хорошо обжитой части суши, начальные и конечные точки лежали на одном уровне моря. Остальное можно было определить посредством вычислений. Полученную величину решено было назвать метром от греческого *metron* — мера, на ее основе создать единицы площади, вместимости (объема). За единицу массы была принята масса одного кубического сантиметра чистой воды при температуре 4°C, названная граммом; единицей времени стала секунда. Названа система метрической. Впервые была введена десятичная система образования кратных и дольных единиц с помощью приставок кило-, гекто-, дека-, деци-, санти-, милли-, которые существуют до сих пор. Помимо простоты, присущей метрической системе, ее важное достоинство было также в том, что основой ее были неизменные прототипы, взятые из самой природы.



Гирьки, коромысло, чашки весов. Городище Спруты, Тульская обл., X в.

В 1791 г. Национальное собрание Франции и французское правительство утверждают проект Метрической системы единиц с основными единицами метром и граммом. А в 1799 г. платиновые эталоны метра и килограмма утверждены декретом Национального собрания Франции и переданы в Национальный архив Франции на хранение.

При Британской ассоциации развития наук в 1891 г. создан особый Комитет по эталонам электрического сопротивления, который вскоре стал Комитетом по электрическим эталонам. Комитет сыграл большую роль в разработке, унификации единиц и создании систем единиц физических величин.

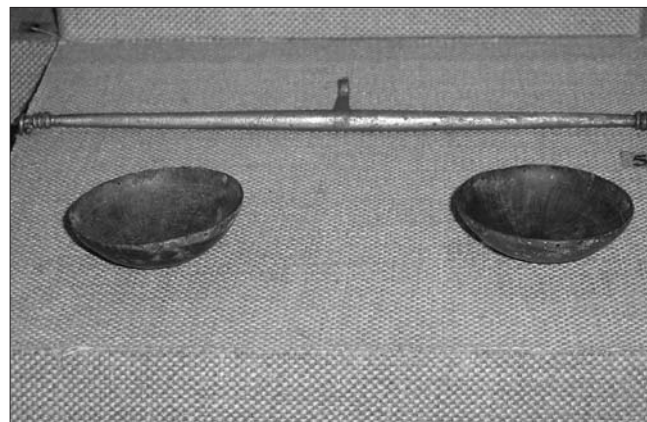
К концу XVII в. в России также сложилась некая единая общерусская система мер, изготавливались образцовые «заорленные» меры (с оттиском царского орла), создавались начатки метрологического надзора — ревизия и наложение наказаний за несоблюдение правильности мер; появился ряд книг с описанием действующей системы мер — «Торговая книга», «Книга сошного письма», «Роспись полевой меры», «Арифметика» Л.Ф. Магницкого. Все это составляло серьезную базу для выработки и узаконивания единой системы мер.

В конце 1736 г. Сенат образовал комиссию весов и мер, в которую вошли авторитетные и известные ученые того времени — Л. Эйлер, А.К. Нартов и др. Перед комиссией стояли следующие задачи: создать образцовые меры, определить отношение различных мер друг к другу, разработать проект организации поверочного дела. Все эти задачи были поставлены для осуществления главной цели — найти твердые основания, созданные природой, для установления основных единиц, через которые выражались бы все остальные. Предполагалось также перейти на десятичный принцип деления единиц системы. Десятичный принцип образования единиц в России существовал в денежной системе.

Сажень, основную меру длины в России, было задумано привести к градусной мере земного шара, то есть сделать то, что позднее было сделано для установления размера метра. Эту работу должна была сделать Академия наук, но она ее не сделала.

Просуществовала комиссия до 1742 г., деятельность ее завершилась представлением в Сенат «Регламента, или инструкции, по которой имеет поступь в смотрении в Российском государстве над весами и мерами», который так и не был принят.

И только почти через сто лет после создания комиссии был обнародован «Указ Сенату о системе российских мер и весов» от 11 октября 1835 г. Появлению этого Указа предшествовала работа нескольких комиссий, последняя из которых именовалась «Комиссия для приведения в единообразие российских мер и веса» и которая продолжила свою работу и после принятия Указа в 1835 г. Ею бы-







Гиря для безмена. Россия, XVII в., железо, свинец, литье

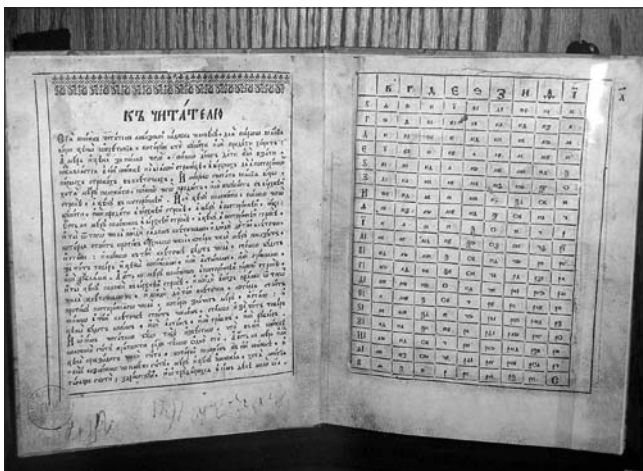
ли созданы нормальные меры — эталоны, был установлен принцип организации поверочного дела в России. Деятельность комиссии завершилась после принятия «Положения о мерах и весах 1842 г.», все ее материалы, включая нормальные меры, передали в первое метрологическое учреждение России — Депо образцовых мер и весов.

Узаконенная таким образом русская система мер и весов была увязана с английской. Указ 1835 г. гласил: «Основанием российской линейной меры оставить навсегда сажень в 7 настоящих английских футов с разделением на 3 аршина, каждый в 28 дюймов, или 16 вершков».

Наблюдение за поддержанием единообразия мер и весов в пределах Российской империи осуществляло Министерство внутренних дел, а Депо образцовых мер и весов хранило образцовые меры. Поверка мер и весов была вменена в обязанность казенным палатам, городским думам и управам, которые пользовались копиями образцовых мер, поверенных в Депо.

Метрология этого периода носила в основном описательный характер. Завершился этот этап развития метрологии капитальным трудом Ф.И. Петрушевского «Общая метрология» (1849 г.), который был удостоен Демидовской премии от императорской Академии наук.

Для русских ученых того времени характерно глубокое понимание места метрологии в науке и в жизни. Передовые ученые видели необходимость распространения метрической системы мер как основы развития торговых, научных, экономических связей между странами. Совместно с учеными других стран петербургские академики О.В. Струве, Б.С. Якоби и Г.И. Вильд разработали метрическую конвенцию, подписанную в Париже в



«Считание удобное». Москва, 1682 г. Первая русская книга по математике, приведенные в ней таблицы умножения предназначались для облегчения торговых сделок



Шагомер подвесной. Аугсбург, конец XVII в., латунь, золочение

1875 г. семнадцать государствами мира, которая стала основой международного научного сотрудничества.

На основе метрической конвенции был учрежден Международный комитет мер, весов и монет (МКМВ) и при нем создано Международное бюро мер и весов (МБМВ). МБМВ, которое и в настоящее время находится в Севре близ Парижа, занимается созданием и хранением международных эталонов физических величин, определением и согласованием значений фундаментальных физических констант. МКМВ на ежегодных заседаниях рассматривает вопросы, связанные с определениями и размерами единиц физических величин, а генеральные конференции по мерам и весам (ГКМВ), которые должны собираться не реже одного раза в шесть лет, законодательно их принимать.

Несмотря на подписание Россией в 1875 г. метрической конвенции и принятия тем самым метрической системы под покровительство государства, внедрение ее было длительным процессом. Значительную роль в развитии метрологии и введении на территории России метрической системы сыграл выдающийся ученый Д.И. Менделеев. Труды Д.И. Менделеева в годы работы в Депо образцовых мер и весов (1892–1918 гг.) подготовили страну к этому переходу технически и идеологически. В 1899 г. Д.И. Менделеев добился правительственного разрешения на факультативное применение метрической системы мер в России, горячим сторонником и пропагандистом которой он являлся.

В 1893 г. Д.И. Менделеев преобразовал Депо образцовых мер и весов в Главную палату мер и весов, которая стала одним из первых в мире научно-исследовательских учреждений метрологического профиля.

В Англии лишь в 1900 г. было создано метрологическое отделение Национальной физической лаборатории, в США в 1901 г. — Национальное бюро эталонов.

Таким образом, история развития метрологии, влияние национальных особенностей и приоритетов, потребности развития науки и техники привели в конечном итоге к существованию большого количества видов систем единиц, различающихся между собой как числом основных единиц, так и принципами заданной системы.

О развитии современных систем единиц, о создании и практике применения международной системы единиц (СИ) читайте в следующем номере журнала.

### Полезная литература

1. Калинина В.Н. Аршин, ярд и другие меры. Калининград: Янтарная сказка. 1999. 64 с.
2. Азимов А. Мир измерений. От локтей и ярдов к эргам и квантам. М.: Центрполиграф. 2003. 219 с.
3. Имени Менделеева. Очерк о НПО «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева» / Под ред. д-ра техн. наук Ю.В. Тарбеева. М.: Изд-во стандартов. 1984. 184 с.

## Выставка «Стройиндустрия и архитектура. Экспогород» готовится к открытию

С 31 октября по 4 ноября ведущий российский выставочный комплекс будет представлять собой грандиозную строительную площадку. Компании из России, Германии, Италии, Турции, Китая, Кипра, Латвии, Украины и Белоруссии представят новейшие технологии, строительное оборудование и материалы, современные архитектурные и дизайнерские решения.

Международная выставка «Стройиндустрия и архитектура. Экспогород-2005» традиционно демонстрирует последние достижения во всех отраслях, так или иначе связанных со строительством. Современные архитектурно-планировочные решения, дизайнерские находки, компьютерные системы для проектирования строительных объектов, машины, электрооборудование, инструмент, технологии и оборудование для производства качественных строительных и отделочных материалов, контрольно-измерительные приборы, лифтовое и инженерное оборудование зданий и сооружений — вот далеко не полный перечень всего того, что предстоит увидеть посетителям Экспоцентра.

Выставка «Стройиндустрия и архитектура. Экспогород» — это возможность не только увидеть последние новинки, но и совместно со специалистами поучаствовать в обсуждении вопросов развития отрасли. Этот год особенный, считают организаторы выставки «Стройиндустрия и архитектура. Экспогород-2005». В экспозиции и деловой программе форума будут максимально отражены сразу три актуальные в настоящее время отрасли направления — высотное домостроение, жилищно-коммунальное хозяйство и системное обустройство городской среды.

Для российских крупных городов строительство небоскребов не столь отдаленная перспектива. В рамках программы «Новое кольцо Москвы» предполагается до 2015 г. возвести 60 высоток. Этой теме будет посвящен один из разделов выставки «Стройиндустрия и архитектура». Информацию о технологиях, материалах, оборудовании и технике безопасности при строительстве небоскребов можно будет получить не только из экспозиций компаний, но и на семинарах, круглых столах, в которых будут участвовать высококвалифицированные специалисты этой сферы строительства.

В рамках деловой программы выставки «Стройиндустрия и архитектура. Экспогород-2005» также будет обсуждаться вопросы инвестирования в строительство. Ведущие российские банки и инвестиционные фонды познакомят участников форума со своими новыми программами. Специалисты дадут консультации по оформлению документов и сложностям законодательства в области инвестиций в строительство.

Салон «Экспогород» будет интересен всем, чья работа связана с эксплуатацией жилого фонда. На нем будут представлены: оборудование и технологии ЖКХ, малые архитектурные формы, садовая и парковая скульптура, ландшафтный дизайн и др. Задача-максимум для выставки «Стройиндустрия и архитектура» — объединить производителей продукции для строительной отрасли с ее потребителями.

Девиз форума: «Бизнес для бизнеса». Это очень важно для небольших компаний. Для них выставка в Экспоцентре — возможность старта. Выступая на ведущей отечественной выставочной площадке рядом с крупнейшими российскими и зарубежными компаниями, малые предприятия получают возможность представить широкому кругу специалистов свою продукцию и реально оценить перспективы развития.

Организаторы уже строят планы на 2006 год. Готовится расширение тематики, в том числе по инструменту, металлу в строительстве, компьютерным системам для проектирования строительных объектов, лифтовому оборудованию и технологиям обработки камня. Ведутся переговоры о представлении на форуме национальных экспозиций Турции, КНР, Италии, Германии. Безусловно, год от года выставка будет меняться. Неизменным останется одно — «Стройиндустрия и архитектура. Экспогород» вновь объединит все направления, так или иначе связанные со строительной отраслью.

*По материалам ЗАО «Экспоцентр»*



весоизмерительная техника  
мирового уровня

---

**ПРОМЫШЛЕННЫЕ ЭЛЕКТРОННЫЕ ВЕСЫ:**

- АВТОМОБИЛЬНЫЕ
- ВАГОННЫЕ
- АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССОВ ДОЗИРОВАНИЯ



ООО НПП «МЕТРА» 249038, Калужская обл., Обнинск, а/я 8128  
Тел.: (08439) 44310, 41003; (095) 7774184  
Факс: (08439) 40191  
E-mail: info@metra.ru

**www.metra.ru**



# Выставка «Glasstec» – барометр конъюнктуры мировой стекольной промышленности

Ведущая в мире отраслевая выставка «Glasstec» проводится один раз в два года в г. Дюссельдорфе (Германия). В ноябре 2004 г. состоялась 18-я выставка, в которой приняли участие 1255 фирм из 44 стран мира, представившие свою продукцию и разработки на площади 65 тыс. м<sup>2</sup> в 9 выставочных павильонах.

Страну-организатора выставки представляли 500 фирм, Италию – 190, США – 67, Китай – 47, Турцию – 21, Россию – 15. Впервые в выставке приняли участие фирмы Австралии и Новой Зеландии.

Специалисты стекольной промышленности смогли познакомиться с полным спектром стекольной тематики: стекло как изделие, оборудование и технологии его производства, способы обработки, новые области применения. Также демонстрировались механизмы, агрегаты, инструменты, запчасти и изнашивающиеся детали, измерительная и регулирующая аппаратура. Наряду с этим научные, исследовательские и учебные институты представляли новейшие разработки в области стекла, предлагались услуги инжиниринга, консалтинга, подбора кадров и др.

Большой раздел выставки был посвящен разработкам по использованию солнечной энергии. Специалисты прогнозируют дальнейшее развитие этого направления, в ближайшем будущем объем разработок увеличится на 10–35%.

Всемирно известный немецкий стекольный концерн «Schott AG», основанный в 1884 г. в г. Йене, представил широкий спектр инновационных разработок. В настоящее время основное внимание ученых и специалистов сконцентрировано на раз-

работке специальных тонких стекол, технологиях нанесения на стекла различных покрытий, создании солнечных батарей, тонковолокнистых оптических компонентов для автомобилестроения, биоактивного стекла. Успешные разработки имеются в области рециклинга старых экранов телевизоров и компьютеров.

Кроме высоких технологий концерн разрабатывает системы отделки помещений. Например, система «Oralika» предназначена для устройства потолков залов музеев, банков, больших офисов. Благодаря используемому в ней бесцветному оптическому стеклу в помещениях в любое время суток создается впечатление дневного освещения.

Внимание специалистов привлекли самоочищающиеся окна – разработки всемирно известных фирм «Saint Gobain SEFRO» и «Pilkington».

Значительную часть экспозиции занимали монтажные элементы для устройства из стекла фасадов, кровель, внутренних перегородок, а также специальные петли и замки для стеклянных дверей и другие детали. Среди них – оригинальные решения для автоматических стеклянных дверей, представленные германской фирмой «Blashi GmbH».

Среди представленных механизмов, агрегатов и приспособлений, используемых для монтажа и демонтажа стеклоизделий при устройстве фасадов, перегородок, потолков и других элементов зданий, выделялась разработка германской фирмы «K. Schulten GmbH & Co». Это оригинальная гидравлическая подвижная платформа со специальным гуськом с присосками, которая обеспечивает удобство и легкость

монтажа и демонтажа витринных стекол и других крупных элементов.

Пятнадцать российских фирм – участниц выставки «Glasstec–2004» были представлены на коллективном национальном стенде. Среди них Саратовский институт стекла, ОАО «Салаватстекло», ЗАО «Стеклопак», «Сигоматик», «Семилуки», «Востек» и др.

Продукция Семилукского и Подольского огнеупорных заводов составляла достойную конкуренцию изделиям зарубежных коллег.

ОАО «Салаватстекло» успешно и эффективно участвует в выставке шестой раз. Листовое стекло, стеклопакеты, многослойное пулестойкое стекло, теплоизоляционные материалы, стеклотара находят спрос у фирм Германии, Австрии, Италии, Бельгии, Англии и США.

Эффектно выглядела экспозиция украинской фирмы «Master Sklo», объекты которой, построенные в Днепропетровске, Харькове, Симферополе и других городах, не уступают по качеству и дизайну лучшим западным аналогам.

В рамках работы выставки были проведены конгрессы и семинары. Например, на симпозиуме, проведенном Штутгартским университетом строительных конструкций и проектирования, обсуждались перспективы развития стекольной промышленности, современные решения повышения пожарной безопасности зданий и конструкций с использованием стекла, вопросы устройства стеклянных фасадов, специальных фасадных панелей, использования дневного света во внутреннем пространстве зданий, а также строительство нового прозрачного высотного дома в Дюссельдорфе.

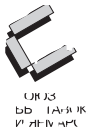
На выставочной экспозиции университет представил стеклянный павильон площадью 2,5 тыс. м<sup>2</sup>, где демонстрировались новые возможности использования стекла в жилых и ваннных комнатах, при устройстве полов, лестниц.

Выставка «Glasstec–2004» наглядно продемонстрировала тенденцию увеличения использования стекла в современном строительстве. С целью создания условий единения человека с природой архитекторы стараются как можно больше использовать светопрозрачные элементы в конструкциях стен и крыш, которые, в свою очередь, приобретают все более причудливые формы – сферы, сложные купола, цилиндры, пирамиды и др.

*Ю.М. Калантаров*







## Выставка «Мир стекла – 2005»



По инициативе Союза архитекторов России совместно с ЗАО «Экспоцентр» с 1999 г. ежегодно проводится международная выставка стекольной продукции и оборудования «Мир стекла». В ней участвуют российские и зарубежные организации, предприятия и фирмы, занятые производством стекла, оборудования, инструментов и материалов, а также изготовлением различной стеклопродукции.

На международном смотре «Мир стекла–2005» на площади свыше 5 тыс. м<sup>2</sup> свою продукцию показали более 300 экспонентов из 23 стран. Регулярно собирая тех, кто заинтересован в развитии стекольного дела на основе современных технологий и технических средств, отечественного и зарубежного опыта, налаживании делового партнерства между производителями и потребителями стеклопродукции, выставка отражает состояние практически всех сегментов рынка стекла в России и продукции из него. Было представлено стекло для современной архитектуры, строительства и производства строительных материалов, а также для использования в науке, промышленности, медицине, на транспорте и в быту.

Стекло – уникальный материал, свойства которого позволяют создавать неповторимые дизайнерские образы. Оно пропускает свет и придает замкнутому пространству дополнительный объем. Стекло в определенных конструкциях не уступает по прочности металлу и камню.

С каждым годом растет количество зданий с фасадами из стекла. В Москве осваивается уникальная технология реконструкции старого жилищного фонда методом облицовки стен блоками из стекла, сквозь которые будет просвечивать старое здание. Современные светоотражающие и теплосберегающие покрытия, нанесенные на стекло по специальной технологии, в десятки раз повышают энергоэффективность оконных блоков и снижают теплопотери домов.

В рамках выставки прошло несколько мероприятий, среди которых следует отметить семинар фирмы «ДЕМАХО» «Противопожарное стекло и стеклопакеты в составе огнестойких, ограждающих и светопрозрачных конструкций».

В настоящее время Россия рассматривается как зона динамично развивающегося рынка, в том числе в сфере использования современных технологий изготовления стекла, оборудования для выпуска различных изделий. Это во многом определило участие в выставке «Мир стекла» известных зарубежных компаний в этой отрасли.

СOLIDНЫЙ статус и соответствие мировым стандартам мероприятия подтверждают присвоение выставке в 2004 г. Знака Международного союза выставок и ярмарок (МСВЯ) и вручение ей престижного Знака Всемирной ассоциации выставочной индустрии (UFI).



ХРИЗОТИЛОВАЯ  
АССОЦИАЦИЯ

## Хризотилсодержащие материалы возвращают утраченные позиции

Большую работу по организации исследований свойств хризотилового асбеста, разработке нормативных документов и продвижению хризотилсодержащих материалов в различных отраслях промышленности ведет некоммерческая организация «Хризотилловая ассоциация».

В июне 2005 г. в Екатеринбурге НО «Хризотилловая ассоциация» провела семинар «Современные асбестоцементные материалы и изделия, их применение в строительстве и ЖКХ, новые проектные и технические решения», который был организован совместно с Министерством строительства и жилищно-коммунального хозяйства Свердловской области. В семинаре приняли участие около 100 представителей муниципальных образований Свердловской области, строительных и эксплуатационных, отраслевых научных и проектных организаций.

Экологическая безопасность, высокие потребительские свойства и низкая стоимость асбестоцементных труб обуславливают целесообразность их использования для восстановления и устройства трубопроводов горячего и холодного водоснабжения.

Рост производства асбестоцементных труб в 2004 г. по сравнению с предыдущим годом составил более 10%. В странах СНГ было произведено 13,4 тыс. усл. км асбестоцементных труб.

Увеличение применения асбестоцементных труб наблюдается и при прокладке оптоволоконных и телефонных кабелей. Это направление является одним из наиболее перспективных для отечественной хризотилловой промышленности.

В апреле 2004 года Государственный комитет РФ по строительству и жилищно-коммунальному комплексу

одобрил Свод правил «Проектирование и монтаж подземных трубопроводов горячего водоснабжения и теплоснабжения из асбестоцементных труб». Свод правил был разработан впервые при непосредственном участии НО «Хризотилловая ассоциация» и устанавливает положения, развивающие и обеспечивающие реализацию требований СНиП 41-02-2003 «Тепловые сети».

В Москве в июне 2005 г. НО «Хризотилловая ассоциация» представила результаты американских и российских исследований о влиянии хризотилловых волокон, содержащихся в тормозных колодках, на здоровье обслуживающего персонала автосервисов. Результаты исследований подтверждают абсолютную безвредность хризотила в этом виде изделий.

Доктор Д. Паустенбах (США) отметил, что в настоящее время некоторые страны ищут возможность пересмотра ранее принятого закона об отказе от асбестоцементных тормозных колодок, так как применение в качестве заменителя асбестового волокна металлической фибры привело к значительному увеличению металлических частиц в атмосфере, что в будущем может негативно сказаться на здоровье населения.

По данным д-ра медицинских наук Е.В. Ковалевского, зафиксированные на улицах Москвы концентрации всех волокнистых частиц, в том числе и хризотила, минимальны и находятся на фоновом уровне для атмосферного воздуха больших городов.

В настоящее время НО «Хризотилловая ассоциация» проводит рекламную кампанию шифера, который благодаря развитию технологий производится с устойчивым красочным покрытием. Гарантия сохранения окраски составляет 12 лет.