

СОДЕРЖАНИЕ

Учредитель журнала:
ООО Рекламно-издательская
фирма «Стройматериалы»

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

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

Главный редактор
ЮМАШЕВА Е.И.

Редакционный совет:
РЕСИН В.И.
(председатель)

БАРИНОВА Л.С.
БУТКЕВИЧ Г.Р.
ВАЙСБЕРГ Л.А.
ВЕРЕЩАГИН В.И.
ГОРНОСТАЕВ А.В.
ГРИДЧИН А.М.
ГУДКОВ Ю.В.
КОВАЛЬ С.В.
КОЗИНА В.Л.
ЛЕСОВИК В.С.
ПИЧУГИН А.П.
СИВОКОЗОВ В.С.
УДАЧКИН И.Б.
ФЕДОСОВ С.В.
ФЕРРОНСКАЯ А.В.
ФИЛИППОВ Е.В.
ШЛЕГЕЛЬ И.Ф.

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

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

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

Редакция не несет ответственности
за содержание рекламы и объявлений

Адрес редакции:
Россия, 117997, Москва,
ул. Кржижановского, 13
Тел./факс: (495) 124-3296
124-0900
E-mail: mail@rifsm.ru
http://www.rifsm.ru

25 лет ИГАСУ

А.Д. ЕГОРОВ

История высшего строительного образования в Ивановской области: ИВПИ – ИИСИ – ИГАСА – ИГАСУ 4
Показана история высшего строительного образования в Ивановской области. Начало этому было положено в результате переезда в Иваново-Вознесенск Рижского политехнического института, в составе которого был строительный факультет.

С.В. ФЕДОСОВ, А.М. ИБРАГИМОВ, А.В. ГУЩИН

Влияние тепловлажностной обработки на прочность железобетонных ограждающих конструкций и изделий 7
Тепловлажностная обработка рассмотрена для цеха № 1 ОАО «Ивановская домостроительная компания». На основании теоретических разработок и результатов обследования сделаны рекомендации, которые повысили качество выпускаемой продукции.

С.В. ФЕДОСОВ, Г.В. СЕРЕГИН, А.А. ОВЧИННИКОВ

Жаростойкий бетон для футеровки вагонеток и печей керамической промышленности 9
Предложены оптимальные составы жаростойкого бетона на разработанном вяжущем. Определены его основные физико-механические характеристики.

С.В. ФЕДОСОВ, Л.Н. АКСАКОВСКАЯ, А.М. ИБРАГИМОВ, Н.К. АНИСИМОВА

Математическое моделирование переноса тепла при оплавлении стеклобоя на поверхности бетона 12
Рассмотрена плазменная отделка бетонной конструкции в условиях производства. Предложена математическая модель, решающая задачу переноса тепла при нанесении декоративного слоя.

М.В. АКУЛОВА, Ю.А. ЩЕПОЧКИНА, С.В. ФЕДОСОВ

Глазурование керамического, силикатного кирпича и бетонов 14
Рассмотрен опыт глазурования керамического, силикатного кирпича и бетона, приведены некоторые составы глазури. Рассмотрена возможность замены глазури на стеклобой.

П.П. ГУЮМДЖЯН, Г.М. МИРЗАЕВ

Шлакожидкостекольное вяжущее как структурно-химический модификатор портландцемента 17
Предложено использовать в качестве добавки к цементу шлакожидкостекольное вяжущее. Изучены физико-механические свойства вяжущих.

П.П. ГУЮМДЖЯН, М.Л. КАШНИКОВА, Т.Н. КУЛИГИНА

Использование отходов асбестоцементной промышленности 20
Показано, что механическая активация (АЦО) путем измельчения в мельницах ударного типа позволяет получить вторичное вяжущее высокой активности.

В.И. КОЛОБЕРДИН

Прогнозирование свойств извести, получаемой термомеханической обработкой известняков 22
Представлены результаты исследований термомеханической обработки известняков в пресс-сдвиговом измельчителе с получением известковой массы с заданной дисперсностью и активностью.

А.Б. ПЕТРУХИН, О.П. СМИРНОВА

Перспективы развития деревянного домостроения в России 25
Доказывается технологическая эффективность производства деревянного жилья. Проанализированы и классифицированы материальные и финансовые ресурсы.

О.Н. КРАСАВИНА, А.А. ЯКОВЛЕВА

Опыт работы ИГАСУ в области автоматизации организационно-технологического проектирования в строительстве 28
Разработана схема информационного обеспечения модели автоматизированного проектирования технологической карты (ТК) на производство строительно-монтажных работ (СМР). САПР позволяют осуществлять вариантное проектирование производства работ и оптимизировать принимаемые решения.

Н.А. КВАШНИНА

Видовая классификация экономического роста с учетом инвестиционной активности: мезоэкономический аспект 31
Представлена типология экономического роста с учетом инвестиционной составляющей и адаптации ее к инновациям – экономический рост с инвестиционным натиском и без него, а также инновационно-инвестиционный рост экзогенного и эндогенного характера.

В.И. ЛАРИН, В.В. ШУТЕНКО

Механизм инвестирования строительных организаций с привлечением ипотечных кредитных средств 33
Предлагается новый механизм инвестирования строительных организаций, осуществляющих возведение жилых объектов, заключающийся в организации для строительства объекта нового юридического лица в форме ЗАО, который реализован в Иваново.

Фирма КНАУФ укрепляет позиции на Северо-Западе России 36

Материалы и технологии

Н.С. ШЕЛИХОВ, Р.З. РАХИМОВ

Комплексное использование карбонатного сырья для производства строительных материалов 42
Приводятся результаты работ по комплексному использованию карбонатного сырья непостоянного химического состава для производства вяжущих веществ и материалов на их основе, огнеупоров и заполнителей.

Л.А. КРОЙЧУК

Цементы с пониженным содержанием клинкера в мировой цементной промышленности 45
Показано, что в мировой цементной промышленности широкого вовлекаются в производство цемента различные отходы, обладающие гидравлической или пуццолановой активностью. Приводятся данные об объемах таких отходов, составе цементов.

В.Г. КУЗНЕЦОВ, И.П. КУЗНЕЦОВ, С.В. КОПЫЛОВ

Оценка экономической эффективности внедрения полимерных противоналипающих футеровочных пластин 49
С целью правильного выбора футеровочных пластин предлагается оценивать экономическую эффективность по нескольким критериям – повышению производительности оборудования, уменьшению простоев, снижению трудозатрат.

М.И. ОДИНОКИЙ

Сушка сыпучих материалов с помощью виброаппаратов 50
Показаны преимущества ведения термотехнологических процессов на виброаппаратах. Приведены основные конструкционные особенности вибрационной сушилки и вибрационной печи и примеры их применения на различных производствах.

И.И. РОМАНЕНКО, С.В. МИХАЙЛИНА

Модифицированные шлакощелочные бетоны для производства плит по литьевой технологии 51
Показано, что модификация шлакощелочных бетонов отработанным минеральным машинным маслом и цеолитсодержащей глиной повышает прочность, снижает водопоглощение и истираемость композиционного материала.

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

Дисперсно-армированный сталефибробетон 54
Изучены свойства бетона с комплексными органоминеральными добавками и армирующими волокнами. Установлены энергетические характеристики дисперсно-армированного бетона методом акустической эмиссии.

Ил.Т. МИРСАЯПОВ, Ю.П. ДЯБИН, Р.Р. ГАЛИУЛЛИН

Тепловизионный метод контроля в исследованиях деформированного состояния железобетонных изделий 56
Усталостные испытания железобетонных балок с применением тепловизора-радиометра показывают, что при циклическом нагружении происходит нагрев бетона и арматуры в зонах концентрации напряжений и за счет этого они четко выделяются на термограммах балок.

Р. ВУЙЦИК

Механические методы устройства горизонтальной гидроизоляции в исторических зданиях 58
Приводится сравнение различных механических способов устройства гидроизоляции зданий.

П.Л. КРАСНОВ

Система ГерФен™ для герметизации монтажных швов оконных блоков 60
Представлена первая российская система герметизации монтажных швов оконных проемов ГерФен™. Приведены характеристики каждого элемента системы и принципиальная схема конструкции монтажного шва оконной конструкции.

СОЛО на крыше: материалы Техноэласт компании «ТехноНИКОЛЬ» 62

Представлены СБС-модифицированные битумно-полимерные рулонные материалы для устройства однослойной кровли: Техноэласт СОЛО – для устройства новой кровли; Техноэласт Вент – для дышащих кровель для ремонта поврежденного кровельного ковра без его удаления.

Б.К. КАРА-САЛ

Повышение морозостойкости керамических изделий путем обжига при пониженном давлении 67

Показано, что при направленном использовании химико-минералогических особенностей низкосортного глинистого сырья и оптимизации технологических параметров обжига можно существенно повысить морозостойкость кирпича.

И.Д. КАЩЕЕВ, Е.А. НИКИФОРОВ

Эффективная теплоизоляция печных агрегатов 70
Приводятся сведения о диатомите как сырье для изготовления теплоизоляционных изделий, приведен сравнительный анализ теплоизоляционных характеристик изделий из диатомита и других материалов.

Ю.И. ГОНЧАРОВ, Н.А. ПЕРЕТОКИНА, А.М. ТКАЧЕНКО, В.А. ФАТЕЕВ

Керамика на основе опаловидной породы – диатомита 72
Исследована возможность получения легковесных керамических изделий на основе диатомитового сырья. Методом статического прессования получены образцы с высокими теплотехническими и механическими характеристиками.

Начинающему автору. 9. Таблица, график или гистограмма? 74

СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ®

№8

приложение к научно-техническому журналу «Строительные Материалы» №9-2006 г.

ВНИМАНИЕ!

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

70886 каталог «Пресса России»

79809 каталог агентства «Роспечать»

СОДЕРЖАНИЕ

Е.В. КОРОЛЕВ, Ю.М. БАЖЕНОВ, В.А. БЕРЕГОВОЙ

Модифицирование строительных материалов нанокремнеземными трубками и фуллеренами . . . 2

В работе обосновывается применение нанокремнеземных структур для модифицирования строительных материалов гидратного твердения и предложена гипотеза механизма их влияния на структуру и свойства воды.

В.А. ЛОТОВ

Нанодисперсные системы в технологии строительных материалов и изделий 5

Приведены примеры получения нанодисперсных систем и материалов. Показано, что нанодисперсные системы образуются при гидратации вяжущих материалов, глинистых минералов, прямом растворении кремнезема в гидроксиде натрия, растворении различных карбонатов в угольной кислоте и др. Управление образованием нанодисперсных систем и использование материалов, получаемых искусственными методами, являются основными задачами строительного материаловедения.

В.В. НАСЕДКИН

Бентонит как природный наноматериал в строительстве 8

Рассматривается строение бентонитовых глин с точки зрения наноструктурных представлений, а также возможные области их применения для производства строительных материалов.

Ю.В. ПУХАРЕНКО, В.А. НИКИТИН, Д.Г. ЛЕТЕНКО

Наноструктурирование воды затворения как способ повышения эффективности пластификаторов бетонных смесей 11

Приводится теоретическое обоснование и результаты экспериментальных исследований эффективности использования фуллероидных наноструктур для модифицирования воды затворения бетонных смесей.

П.Г. КОМОХОВ

Золь-гель как концепция нанотехнологии цементного композита 14

Показано, как на основе развития идей и методов нанотехнологий, а также за счет максимального использования энергетических возможностей цемента можно решить задачу повышения качества бетона.

Н.А. ШАПОВАЛОВ, В.В. СТРОКОВА, А.В. ЧЕРЕВАТОВА

Оптимизация структуры наносистем на примере высококонцентрированной керамической вяжущей суспензии 16

Показано, что присутствие в системе высококонцентрированных керамических вяжущих суспензий частиц наноразмера, а также направленная оптимизация пространственной структуры данной системы за счет дополнительного введения наночастиц определенного размера и формы и сложного воздействия дефлокулянтов оказывают комплексное положительное влияние на микроструктуру, реологические свойства и технико-эксплуатационные характеристики получаемых на их основе материалов.

В.С. ЛЕСОВИК, В.В. СТРОКОВА

О развитии научного направления «Наносистемы в строительном материаловедении» 18

Рассмотрены предпосылки развития научного направления «Наносистемы в строительном материаловедении». Обоснован междисциплинарный подход к изучению наносистем. Предложены основные направления создания строительных композитов с использованием наносистем.

А.Н. ГЕРЕГА, В.Н. ВЫРОВОЙ

Иерархия процессов кластерообразования 21

Прослежена иерархия процессов кластерообразования, их влияние на структуру и свойства строительных композитов. Предложены имитационно-статистическая модель образования связанных областей на ранней стадии формирования материала и модель структурных перколяционных кластеров с заниженным объемом.

И.А. ГАРЬКИНА, А.М. ДАНИЛОВ, Е.В. КОРОЛЕВ, В.А. СМЕРНОВ

Преодоление неопределенности целей в задачах многокритериальной оптимизации на примере разработки сверхтяжелых бетонов для защиты от радиации 23

Рассмотрены способы преодоления неопределенности целей, состоящие в приведении многокритериальной задачи к однокритериальной, а также задача определения рецептуры строительного материала для защиты от радиации. Найдены точки, соответствующие оптимальной рецептуре.

Не забудьте оформить подписку своевременно!

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

E-mail: mail@rifsm.ru

www.rifsm.ru

О

Ж

К

У

Р

И



А.Д. ЕГОРОВ, д-р истор. наук, профессор,
Ивановский государственный архитектурно-строительный университет

История высшего строительного образования в Ивановской области: ИВПИ – ИИСИ – ИГАСА – ИГАСУ

Земля Ивановская как губерния была выделена в административном делении России 20 июня 1918 г. и включала части Владимирской, Костромской и Ярославской губерний. Ивановская область образована 14 января 1929 г. Административным центром области стал город Иваново (до 1932 г. – Иваново-Вознесенск). Город был образован в 1871 г. слиянием торгового села Иванова и промышленного посада – Вознесенска (официальное объявление об организации нового безуездного города Владимирской губернии Иваново-Вознесенска последовало в 1873 г.). К моменту образования города в нем насчитывалось 48 фабрик и заводов, почти 11 тыс. жителей. После революции город бурно развивался, став центром текстильной промышленности страны. Строительство промышленных и гражданских зданий и сооружений требовало инженерных кадров, в том числе строителей.

До 1918 г. в Иваново-Вознесенске не было высших учебных заведений. Подготовка кадров высшей квалификации началась со времени организации в городе политехнического института. Интересна предыстория этого известного в России вуза.

В 1896 г. Рижское политехническое училище (Высшая политехническая школа) было переименовано в Рижский политехнический институт (РПИ).

В РПИ с 1896 г. действовало архитектурное отделение; в 1902 г. состоялось первое государственное испы-

тание при выпуске воспитанников на строительном отделении; в 1904 г. выпускники технического отделения РПИ получили «право строительства», или «право производства всякого рода строительных работ».

В 1915 г. РПИ был переведен в Москву, где разместился в отдельных зданиях, арендуя помещения у университета Шанявского, Высшего политехнического училища, промышленного училища, сельскохозяйственного института и других организаций.

В РПИ изучались предметы: «Железобетонные сооружения», «Строительное искусство», «Упражнения по строительному искусству», «Гражданская архитектура», «Строительное законодательство», «Распланировка городов», «Архитектурные формы», «Архитектурные упражнения», «Геология» и др.

Кадры РПИ обладали высокой квалификацией, среди 96 преподавателей имелось: ординарных профессоров – 21, адъюнкт-профессоров – 18, преподавателей – 30.

Иваново-вознесенские фабриканты и заводчики неоднократно делали попытки создания высшего учебного заведения в городе «для приготовления торговых служащих, товароведов, счетоводов и коммерческих агентов», для чего в 1916 г. было организовано «Бюро по техническому образованию». В губернской газете «Старый Владимирец» 1 декабря 1916 г. был опубликован отчет о собрании фабрикантов и заводчиков Владимирской губернии, рассматри-

вавшем предложение фабрикантов Н.Г. и Д.Г. Бурьлиных устроить институт в Иваново-Вознесенске.

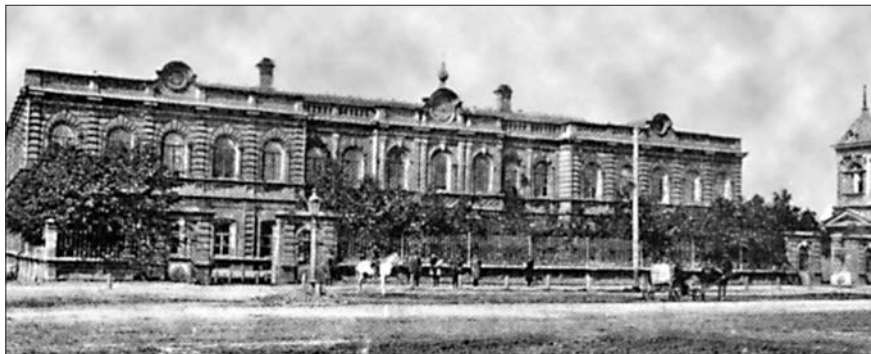
Однако бурные политические события двух революций временно сняли с повестки дня вопрос об организации высшего учебного заведения в Иваново-Вознесенске.

В начале 1918 г. в центральной газете «Утро России» была напечатана заметка, в которой говорилось о решении вернуть РПИ из Москвы в Ригу. Однако за четыре года пребывания института в древней столице России почти полностью изменился состав студентов: латыши и немцы сменились русскими. Поэтому студенты были против возвращения вуза в Ригу и выступили за оставление института в одном из городов России. Было принято предложение властей города Иваново-Вознесенска переехать из Москвы в этот промышленный центр.

Власти города Иваново-Вознесенска и губернии решили разместить РПИ и материально поддержать вуз. Под председательством М.В. Фрунзе состоялось заседание учебно-организационной комиссии, учредившей состав Иваново-Вознесенского политехнического института (ИВПИ) на базе Рижского политеха. Среди шести организуемых факультетов был и инженерно-строительный факультет с промышленно-строительным и санитарно-техническим отделениями. В 1918 г. Председатель СНК В.И. Ленин подписал Декрет об учреждении ИВПИ.

Первые занятия в ИВПИ начались 22 октября 1918 г., к работе приступили 40 преподавателей, за парты сели 1550 студентов.

В рамках ИВПИ инженерно-строительный факультет занимал ведущее место: численность студентов факультета достигала 23% (1919/20 учебный год) от всего контингента студентов. Факультет возглавляли видные ученые: ординарный профессор по кафедре «Строительная механика» В.М. Келдыш (декан в 1918–1919 гг.), ординарный профессор по кафедре «Детали машин» М.Н. Берлов (декан в 1919–1921 гг.), ректор ИВПИ с 1918 г.), ординарный профессор по



Главный корпус Иваново-Вознесенского политехнического института, в помещении которого в 1918–1925 гг. располагался инженерно-строительный факультет (ныне здание Художественно-го музея)

кафедры «Теоретическая механика» А.И. Некрасов (декан с 1921 г., ректор ИВПИ с 1921 г.); экстраординарный профессор по кафедре «Дороги» Б.Н. Веденисов (декан в 1922–1923 гг.); экстраординарный профессор по кафедре «Гидравлика и санитарная техника» Н.Н. Гениев (декан с 1922 г.).

В 1918 г. по приглашению М.В. Фрунзе в г. Иваново-Вознесенск переехал П.П. Будников, где был избран членом учебно-организационной комиссии, а затем профессором кафедры химической технологии минеральных веществ.

В 1923 г. инженерно-строительный факультет ИВПИ выпустил первых инженеров-строителей.

На факультете половина студентов были уроженцами Иваново-Вознесенска и губернии.

В 1924 г. факультет включал кафедры: теоретической механики, геодезии, строительного искусства и архитектуры, статки сооружений, железных дорог, мостов, инженерных сооружений, санитарной техники. При инженерно-строительном факультете действовали: гидравлическая лаборатория, лаборатория для испытания строительных материалов; работали кабинеты: инженерных сооружений, строительного искусства, теоретической механики, технологии строительных материалов, геодезии,

Однако в августе 1924 г. СНК СССР постановил закрыть инженерно-строительный факультет ввиду отсутствия финансирования.

Студенты были распределены в Томский технологический институт, Новочеркасский и Нижегородский политехнические институты, на различные факультеты ИВПИ, многие прекратили учебу в вузе.

Часть преподавателей была оставлена для обеспечения выпуска дипломированных, остальные вернулись в Москву или нашли работу в Иваново самостоятельно.

В 1925 г. был осуществлен последний выпуск инженеров-строителей в ИВПИ в количестве 59 человек. Этот год стал последним годом существования инженерно-строительного факультета Иваново-Вознесенского политехнического института – факультета, просуществовавшего семь лет в рамках ИВПИ и 56 лет – в рамках Высшей политехнической школы (РПИ–ИВПИ).

Ректорат ИВПИ делал настойчивые, но безрезультатные попытки возродить строительный факультет. Поэтому в 1931 г. в Иваново-Вознесенске для подготовки техников-строителей был открыт строительный техникум.

Нехватка кадров строителей высшей квалификации в Ивановской области заставляла искать способы под-



В.Н. Макаров – первый ректор ИИСИ, д-р техн. наук

готовки инженеров-строителей в своем регионе. В 1975 г. был осуществлен первый (после 20-х гг.) набор студентов по строительной специальности на промплоэнергетическом факультете Ивановского энергетического института (ИЭИ). А 1 октября 1978 г. в ИЭИ был открыт инженерно-строительный факультет со специальностью «Промышленное и гражданское строительство». Весной 1980 г. факультет сделал первый выпуск инженеров-строителей. Руководство области приняло решение об организации в г. Иваново строительного института и с этим решением вышло в правительство и в ЦК КПСС.

Постановление Совмина СССР об организации в г. Иваново **Инженерно-строительного института** было опубликовано 11 декабря 1980 г., 1 сентября 1981 г. ИИСИ начал свою работу.

Официальное открытие вуза состоялось 1 октября 1981 г. в составе **строительного и технологического факультетов**. Ректором был назначен В.Н. Макаров, проректором по учебной и научной работе – В.А. Никифоров. В вузе началась подготовка студентов по специальностям: «Промышленное и гражданское строительство», «Сельскохозяйственное строительство» – на строительном факультете; «Производство строительных конструкций», «Теплогоснабжение и вентиляция», «Водоснабжение и канализация», «Гидромелиорация» – на технологическом. С 1982 г. начал работать факультет вечерней и заочной форм обучения.

В 1987 г. технологический факультет был реорганизован, и на его базе образованы два факультета – технологический и водохозяйственный. Однако уже через год в вузе вновь стало два факультета – строительный и строительства коммуникаций.



С.В. Федосов – действующий ректор ИГАСУ, д-р техн. наук, член-корр. РААСН

В 1993 г. факультет строительства коммуникаций был преобразован в инженерно-эколого-технологический факультет, тогда же был создан социально-экономико-архитектурный факультет.

В 1994 г. в ИИСИ открыта аспирантура и в настоящее время подготовка кандидатов наук ведется по 11 специальностям.

Приказом Госкомитета РФ по высшему образованию в 1995 г. ИИСИ был переименован в **Ивановскую государственную архитектурно-строительную академию (ИГАСА)**.

Ректором ИГАСА в 1996 г. был избран д-р техн. наук, профессор, член-корр. РААСН, заслуженный деятель науки РФ, лауреат премии правительства РФ С.В. Федосов.

В 1997 г. в соответствии с приказом Минобразования в структуру академии вошел Ивановский профессиональный строительный лицей № 27.

Вуз успешно прошел лицензионную и аккредитационную экспертизу Минобразования РФ в 2004 г., а в 2005 г. коллегия Федерального агентства по образованию РФ принимает положительное решение по повышению статуса ИГАСА и присвоению вузу названия **Ивановский государственный архитектурно-строительный университет**.

В юбилейном 2006 г. университет готовит инженеров по следующим специальностям высшего профессионального образования:

- экономика и управление на предприятии (строительство, городское хозяйство, операции с недвижимым имуществом);
- менеджмент организации;
- стандартизация и сертификация;
- автомобили и автомобильное хозяйство;

подъемно-транспортные, строительные, дорожные машины и оборудование;
 организация и безопасность движения (автомобильный транспорт);
 архитектура;
 архитектурный дизайн;
 промышленное и гражданское строительство;
 производство строительных материалов, изделий и конструкций;
 теплогасоснабжение и вентиляция;
 водоснабжение и водоотведение;
 автомобильные дороги и аэродромы;
 реставрация и реконструкция архитектурного наследия.

Кроме того, университет готовит кадры по трем специальностям среднего профессионального образования:

экономика и бухгалтерский учет (в строительстве);
 менеджмент (в строительстве);
 строительство и эксплуатация зданий и сооружений.

Профессиональный лицей готовит специалистов по 38 основным строительным специальностям начального профессионального образования.

За 25 лет существования вуза его возглавляли ректоры: В.Н. Макаров, д-р техн. наук, ректор ИИСИ с 1981-го по 1986 г.; В.К. Горшков, д-р техн. наук, ректор ИИСИ с 1987-го по 1990 г.; В.П. Подживотов, канд. экон. наук, ректор с 1990-го по 1996 г.

Формирование научных школ университета возглавляют следующие ученые.

С.В. Федосов, ректор университета, также возглавляет кафедру «Строительное материаловедение и специальные технологии». Область научных исследований – процессы термообработки дисперсных материалов с фазовыми и химическими превращениями.

Р.М. Алоян, советник РААСН, д-р техн. наук, профессор, зав. кафедрой «Геоинформационные системы и инженерные изыскания». Специализируется в области изучения напряженного состояния вязко-пластичных тел методом фотоупругости.

М.В. Акулова, д-р техн. наук, профессор кафедры «Строительное материаловедение и специальные технологии». Специализируется в области высокотемпературной отделки строительных материалов.

П.П. Гуюмджян, заслуженный изобретатель РФ, д-р техн. наук, профессор, зав. кафедрой «Производство строительных материалов». Работает в области интенсификации процессов тонкого измельчения, механической активации твердых материалов с разработкой высокоэффективных машин и тех-

нологий для переработки отходов промышленности.

А.Д. Грищенко, заслуженный работник высшей школы РФ, канд. техн. наук, профессор, проректор по научной работе, зав. кафедрой «Автомобильные дороги». Основное направление исследований – методы технико-экономических обоснований проектных и управленческих решений в дорожном хозяйстве.

Н.Н. Елин, д-р техн. наук, профессор, зав. кафедрой «Гидравлика, водоснабжение и водоотведение». Специализируется в области гидродинамики и тепломассообмена в неоднородных (двухфазных) средах.

А.Д. Егоров, заслуженный работник высшей школы РФ, д-р истор. наук, канд. техн. наук, профессор, зав. кафедрой «Строительная механика». Специализируется в научных направлениях: проблемы трения малогабаритных опор при экстремальных условиях эксплуатации (с 1967 г.); разработка, проектирование и стендовые испытания оборудования для механической переработки сыпучих материалов (с 1973 г.); история просвещения в России XIX–нач. XX в. (с 1985 г.); история православных обителей России XIX–нач. XX в. (с 2000 г.).

В.П. Жуков, д-р техн. наук, профессор кафедры «Гидравлика, водоснабжение и водоотведение». Область научных интересов – механика дисперсных сред. Является членом Нью-Йоркской академии наук.

Г.Н. Закинчак, д-р экон. наук, профессор, зав. кафедрой «Экономика и управление городским хозяйством». Изучает методы регулирования инвестиционной деятельности в депрессивных регионах страны.

А.В. Захаров, кандидат архитектуры, профессор, зав. кафедрой «Архитектура». Специализируется в области теории архитектурной композиции и методики проектирования, законодательства в градостроительной деятельности.

В.И. Колобердин, д-р техн. наук, профессор кафедры «Строительное материаловедение и специальные технологии». Специализируется в области термомеханической интенсификации совмещенных процессов в химической технологии при производстве строительных материалов.

Н.А. Квашнина, д-р экон. наук, профессор кафедры «Менеджмент, экономический анализ и учет». Специализируется в области проблем экономического роста и инвестиционного процесса на региональном уровне.

И.С. Ларин, д-р экон. наук, профессор кафедры «Менеджмент, экономический анализ и учет». Работа-

ет в области развития экономического механизма хозяйствования в условиях рыночной экономики.

А.Б. Петрухин, д-р экон. наук, профессор, зав. кафедрой «Организация, экономика и управление производством». Изучает оценку эффективности инвестиционных проектов и ипотечного кредитования.

Г.Ф. Пищик, заслуженный работник высшей школы РФ, д-р техн. наук, профессор кафедры «Строительная механика». Специализируется в области экспериментального и теоретического исследования напряженно-деформированного состояния армированных конструкций, в том числе с применением оптических методов, экспериментального исследования механических свойств строительных материалов в условиях сложного сопротивления и разработки критериев прочности.

Н.Л. Федосова, канд. хим. наук, профессор, зав. кафедрой «Химия и охрана окружающей среды». Работает в научной области строительной экологии.

С.Г. Цупиков, заслуженный работник высшей школы РФ, канд. техн. наук, профессор кафедры «Автомобильные дороги». Изучает взаимодействие машин в потоке при сооружении земляного полотна автомобильных дорог.

После окончания вуза большинство выпускников работают в строительной отрасли. Знания, полученные при обучении, позволяют им уверенно чувствовать себя в качестве руководителей строительных производств. Многие достигли значительных успехов: Р.М. Алоян стал первым проректором ИГАСУ, д-ром техн. наук, профессором, советником РААСН; Е.А. Марков – генеральный директор группы предприятий «Союз», которые специализируются в области строительства гражданских и промышленных объектов; Е.И. Вершинин – генеральный директор АО «СМУ-14», которое входит в 100 лучших строительных организаций отрасли; В.С. Гришин – председатель Ивановской областной думы 3-го созыва, генеральный директор аэропорта Южный, строительство и реконструкция которого ведется при поддержке Правительства Москвы; В.Л. Смельцов – председатель совета депутатов Заволжского района Ивановской области, генеральный директор ООО «СМУ-3».

Через выпускников осуществляется тесная связь с производством. Это дает уверенность в том, что университет и далее будет служить благому делу – воспитанию строительных кадров, укреплять и преумножать свои традиции.

УДК 666.982.2

С.В. ФЕДОСОВ, д-р техн. наук, чл.-корр. РААСН;
А.М. ИБРАГИМОВ, А.В. ГУЩИН, кандидаты техн. наук,
Ивановский государственный архитектурно-строительный университет

Влияние тепловлажностной обработки на прочность железобетонных ограждающих конструкций и изделий

Тепловлажностная обработка (ТВО) является завершающей технологической операцией, направленной на ускорение твердения бетона и получение необходимых свойств изделий. Среди многочисленных факторов, определяющих основные свойства проектного бетона, большое значение имеют физико-химические и структурообразующие процессы.

Изменение пористой структуры дисперсных тел, форм и видов связи поглощенной ими влаги находится в непосредственной зависимости от кинетики тепло-массообменных процессов, протекающих при тепловой обработке коллоидных капиллярно-пористых тел, к которым в большинстве случаев и относятся бетоны.

При тепловлажностной обработке влажных материалов изменяются их технологические свойства. Во всех случаях оптимальный режим ТВО обработки должен определяться технологическими свойствами материала и закономерностями их изменения при удалении влаги и воздействии тепла. Конечные технологические свойства материала зависят от формы и вида связи влаги с веществом и от механизма переноса влаги и тепла в процессе термообработки. ТВО бетонов определяется тепло-массообменом в системе дисперсная среда (композиция бетона) – дисперсионная среда (пар).

Конечный результат различных воздействий на твердеющую бетонную смесь зависит от момента их приложения, интенсивности и длительности, определяется согласованностью приложенного воздействия с физико-химическими процессами, протекающими в цементном тесте, и процессами структурообразования бетона.

ТВО была рассмотрена для цеха № 1 ОАО «Ивановская домостроительная компания», специализирующегося на производстве стеновых ограждающих конструкций (рис. 1, 2).

Зона подъема температуры	Зона изотермического прогрева	Зона охлаждения
Ярус 1		
Ярус 2		
← 20 м	← 54 м	← 20 м

Рис. 1. Схема пропарочной камеры



Рис. 2. Загрузка панели в пропарочную камеру

Режим пропарки трехслойных стеновых панелей в средней камере применяется закрытый пар $t = 90^\circ\text{C}$ (80–85), $t_{\text{нач. расч.}} = 40^\circ\text{C}$. Панели формируются лицом вниз. Подъем температуры составляет 1 ч, изотермический прогрев – 7 ч, остывание – 2 ч, что соответствует 10 ч тепловлажностной обработки при норме 12 ч. Сокращенный режим пропарки (10 ч) используется ОАО «Ивановская домостроительная компания» на основании рекомендаций ЦНИИЭП жилища.

После визуального и инструментального обследования технологических параметров камеры и физических характеристик бетона было принято решение о математическом моделировании существующей ТВО с целью оптимизации.

Анализ кинетики ТВО привел к необходимости постановки и решению краевой задачи теплопереноса с неравномерным начальным распределением температур и источника теплоты, обусловленного гидратацией цемента, по толщине трехслойной конструкции (рис. 3).

Граничные условия для рассматриваемой задачи были сформулированы следующим образом:

- на границе зоны прогрева II температура равна t_ϕ , т. е. условие первого рода;
- на внешней поверхности (граница I) принимается постоянство теплового потока, т. е. условие второго рода.

Постановка таких условий возможна только при расчете комбинированным методом, когда в условиях i -го микропроцесса можно считать, что теплофизические свойства материала и границы зон не изменяются. Тогда для i -го микропроцесса теплопереноса в зоне прогрева математическая запись краевой задачи в обозначениях [2] имеет вид:

$$\frac{\partial T(\bar{x}, Fo)}{\partial Fo} = \frac{\partial^2 T(\bar{x}, Fo)}{\partial \bar{x}^2}; \quad Fo > 0, \quad 0 \leq \bar{x} \leq l; \quad (1)$$

$$T(\bar{x}, 0) = \frac{t(\bar{x}, 0) - t_\phi}{t_\phi} = T_0(\bar{x}); \quad (2)$$

$$-\frac{\partial T(0, Fo)}{\partial \bar{x}} = Ki; \quad (3)$$

$$T(l, Fo) = 0, \quad (4)$$

где

$$T(\bar{x}, Fo) = \frac{t(x, \tau) - t_\phi}{t_\phi}; \quad Fo = \frac{a\tau}{\delta_i^2}; \quad (5)$$

$$Po \cdot (\bar{x}) = \frac{q(\bar{x})\delta_i^2}{\lambda t_\phi}; \quad Ki = \frac{q_n \delta_i}{\lambda t_\phi},$$

здесь δ_n – толщина зоны прогрева; q_n – плотность потока теплоты от газа к поверхности ограждения ($\text{Вт} \cdot \text{м}^{-2}$); $q(\bar{x})$ – мощность объемного источника тепла, выделяемого при гидратации цемента; t_ϕ ($^\circ\text{C}$) – температура фронта, при которой заканчиваются изотермические

реакции гидратации цемента, или начинается деструктивное разложение утеплителя (пенополистирола), или эта температура принимается из технических соображений, например оптимальная температура твердения бетона в естественных условиях и т. п.

Для решения уравнений (1–4) применим преобразование Лапласа и получим решение рассматриваемой краевой задачи в виде:

$$T(\bar{x}, Fo) = \frac{t(x, \tau) - t_0}{t_0} =$$

$$= Ki \left\{ (1 - \bar{x}) + 2 \sum_{n=1}^{\infty} \frac{(-1)^n}{\mu_n^2} \sin[\mu_n (1 - \bar{x})] \exp(-\mu_n^2 Fo) \right\} +$$

$$+ 2 \sum_{n=1}^{\infty} \cos(\mu_n \bar{x}) \exp(-\mu_n^2 Fo) \int_0^1 T_0(\xi) \cos(\mu_n \xi) d\xi +$$

$$+ \int_0^1 Po \cdot (\xi) d\xi + \int_0^1 Po \cdot (\xi) \psi(\bar{x}, \xi) d\xi -$$

$$- 2 \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{\mu_n} \cos(\mu_n \bar{x}) \exp(-\mu_n^2 Fo) \int_0^1 Po \cdot (\xi) \cos(\mu_n \xi) d\xi,$$

μ_n – корни характеристического уравнения $\cos \mu_n = 0$.

Для равномерно распределенного по толщине зоны источника выражение (6) принимает вид:

$$T(\bar{x}, Fo) = Ki \left\{ (1 - \bar{x}) + 2 \sum_{n=1}^{\infty} \frac{(-1)^n}{\mu_n^2} \sin[\mu_n (1 - \bar{x})] \exp(-\mu_n^2 Fo) \right\} +$$

$$+ 2 \sum_{n=1}^{\infty} \cos(\mu_n \bar{x}) \exp(-\mu_n^2 Fo) \int_0^1 T_0(\xi) \cos(\mu_n \xi) d\xi +$$

$$+ 2 Po \cdot \sum_{n=1}^{\infty} \frac{(-1)^3}{\mu_n^3} \cos(\mu_n \bar{x}) \exp(-\mu_n^2 Fo).$$

Приближенное решение для малых чисел Фурье, $Fo < 0,1$, имеет вид:

$$T(\bar{x}, Fo) = \frac{1}{2\sqrt{\pi Fo}} \left\{ \int_0^1 T_0(\xi) \exp\left[-\frac{(\bar{x} \pm \xi)^2}{4Fo}\right] d\xi - \int_0^1 T_0(\xi) \exp\left[-\frac{(2 - |\bar{x} \pm \xi|)^2}{4Fo}\right] d\xi \right\} +$$

$$+ \sqrt{Fo} \left\{ 2 \left[i \cdot \operatorname{erfc} \frac{\bar{x}}{2\sqrt{Fo}} - i \cdot \operatorname{erfc} \frac{2 - \bar{x}}{2\sqrt{Fo}} \right] Ki + \right.$$

$$\left. + \int_0^1 Po \cdot (\xi) \cdot i \cdot \operatorname{erfc} \left[\frac{|\bar{x} \pm \xi|}{2\sqrt{Fo}} \right] d\xi - \int_0^1 Po \cdot (\xi) \cdot i \cdot \operatorname{erfc} \left[\frac{2 - |\bar{x} \pm \xi|}{2Fo} \right] d\xi \right\}.$$

Если в выражениях (6), (7) и (8) положить $\bar{x} = 1$ и решить их относительно τ , то можно определить время проникновения фронта пропаривания в тело бетона.

Задача еще более усложняется, так как в многослойной конструкции присутствует утеплитель (пенополистирол), практически не содержащий в своем объеме влагу. Решение для такого слоя получено в [3] и имеет вид:

$$T(\bar{x}, Fo) = Ki \left\{ (1 - \bar{x}) - \sum_{n=1}^{\infty} \frac{8 \cos(\mu_n \bar{x})}{\pi^2 n^2} \exp\left(-\frac{\pi^2 n^2}{4} Fo\right) \right\} +$$

$$+ \sum_{n=1}^{\infty} 2 \cos(\mu_n \bar{x}) \cdot \exp\left(-\frac{\pi^2 n^2}{4} Fo\right) \int_0^1 T_0(\xi) \cos(\mu_n \xi) d\xi.$$

Его необходимо стыковать с решениями (6), (7), (8) с помощью комбинированного метода расчета [1].

Теплообменные процессы, происходящие в толще конструкции при тепловлажностной обработке, более подробно рассмотрены в [1].

В качестве примера приведем результаты расчета по формуле (7) для трехслойной стеновой ограждающей конструкции (из тяжелого бетона с толщиной верхнего слоя бетона 80 мм).

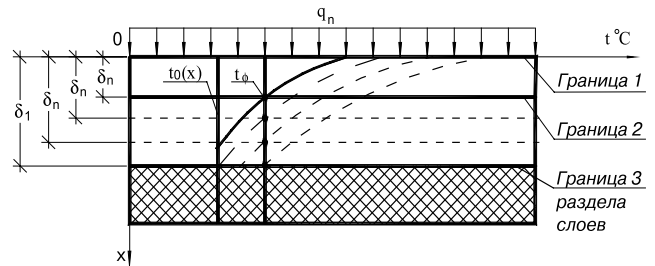


Рис. 3. Схема продвижения теплового фронта в тело бетона

Теоретические расчеты, приведенного примера позволяют заключить, что с течением времени скорость повышения температуры на границе I уменьшается.

При обследовании пропарочной камеры было обнаружено отсутствие клапанов давления, термомпар, а также термозавес для поддержания заданной температуры на определенных участках камеры, обнаружен поддув побочного воздуха через открытые смотровые окна.

Прочностные показатели изделий после ТВО контролируются по результатам испытания на сжатие образцов-кубиков размерами 200×200×200 мм и 100×100×100 мм, которые изготавливаются из того же бетона, что и конструкция. Пропаривание образцов бетона (кубиков) происходит в отдельном пропарочном ящике, а не в камере, при совершенно других условиях. При выходе из камеры бетон конструкции имеет характеристики при испытании на прочность ниже характеристик образцов из ящика. Разница прочности при испытаниях достигает 26%.

При существующем технологическом режиме бетон конструкции не достигает прочности, необходимой и достаточной для распалубивания, поэтому при доводке изделий до кондиции происходит значительный перерасход цемента и увеличиваются трудозатраты (затиране и железнение). На основании теоретических разработок и результатов обследования сделаны необходимые рекомендации, которые позволили повысить качество выпускаемой продукции. В частности, было рекомендовано:

1. Привести пропарочную камеру в проектное состояние.
2. Образцы-кубики пропаривать совместно с изделием в пропарочной камере.
3. Изменить существующий регламент тепловлажностной обработки, увеличив этап 3 (изотермическая выдержка) до 10 ч и этап 4 (остывание изделия) до 3 ч. Это позволило снизить оборачиваемость форм, но в конечном итоге повысило качество выпускаемой продукции.

После выполнения рекомендаций на производстве на 62% сократилось время по доводке конструкции после пропарки, на 84% снизился брак.

Список литературы

1. Федосов С.В., Ибрагимов А.М., Гнедина Л.Ю., Гуцин А.В. Нестационарный теплоперенос в многослойной ограждающей конструкции с учетом фазовых превращений влаги в материале // Проблемы строительного материаловедения. 1-е Соломатовские чтения. Материалы Всерос. науч.-техн. конф. Саранск: Изд-во Мордов. ун-та. 2002. С. 411–425.
2. Лыков А.В., Михайлов Ю.А. Теория тепло- и массопереноса. М. 1963. 536 с.
3. Федосов С.В., Гнедина Л.Ю. Нестационарный теплоперенос в многослойной ограждающей конструкции // Проблемы строительной теплофизики систем обеспечения микроклимата и энергосбережения в зданиях. Сб. докл. Четвертой научно-практической конференции. НИИСФ. 27–29 апреля 1992 г. Москва. С. 343–348.

УДК 666.974.2

С.В. ФЕДОСОВ, д-р техн. наук, чл.-корр. РААСН;
Г.В. СЕРЕГИН, А.А. ОВЧИННИКОВ, кандидаты техн. наук,
Ивановский государственный архитектурно-строительный университет

Жаростойкий бетон для футеровки вагонеток и печей керамической промышленности

Производство керамики связано процессом высокотемпературной обработки — обжигом, который осуществляется при температурах до 1600°C. Однако огромный объем материалов, в частности вся грубая строительная керамика, обжигается при температурах гораздо меньших. В связи с этим используемые в настоящее время алюмосиликатные футеровочные материалы, рассчитанные на температуру применения до 1800°C, могут быть экономически неоправданны, так как их ресурс огнеупорности не вырабатывается, а разрушение тем не менее происходит в результате попеременного нагревания и охлаждения, усадочных явлений и химического воздействия топочных газов. Кроме того, ремонт футеровок связан с перекладкой огромного массива мелкоштучных фасонных элементов, что повышает трудозатраты и в конечном итоге стоимость керамической продукции. Поэтому для футеровок, работающих в узких интервалах температуры, целесообразнее применять жаростойкий бетон, который позволяет изготавливать механизированным способом крупные безобжиговые блоки и панели или создавать монолитные футеровки. Ремонт частично изношенной футеровки может производиться без остановки печей на длительное время для полной перекладки, снижается расход дорогостоящих фасонных изделий и значительно удлиняется срок службы агрегата. Кроме того, жаростойкий бетон позволяет утилизировать остатки изношенных футеровок и другие промышленные отходы как в качестве заполнителя, так и в качестве элемента вяжущего.

На основе распространенных исходных материалов, таких как портландцемент, шлакопортландцемент, глиноземистый цемент, жидкое стекло, фосфатные связки и т. п., могут быть получены жаростойкие бетоны с температурой применения до 1800°C, устойчивые во многих агрессивных средах и имеющие различные физико-механические свойства. Требуемые значения свойств обеспечиваются видом исходных материалов: вяжущим, тонкомолотой добавкой, заполнителем. Однако конкретные тепловые агрегаты работают в своих особых условиях, и соответственно конструкции из жаростойкого бетона должны удовлетворять этим специфическим условиям. Особенность работы футеровочных материалов, применяемых в промышленности грубой строительной кера-

мики, заключается в том, что они эксплуатируются при температуре до 1100°C, но подвергаются периодически-му нагреванию-охлаждению. Жаростойкие бетоны удовлетворяют предъявленным требованиям, однако бетоны на глиноземистом цементе перспективнее применять при более высоких температурах эксплуатации; бетоны на фосфатных и комбинированных связках сложны в технологии изготовления; бетоны на портландцементе и шлакопортландцементе сильно теряют в прочности, после обжига она составляет 30–40% от первоначальной. На этом фоне для заданных эксплуатационных условий заметно выигрывают бетоны на жидком стекле. Они обладают высокой термостойкостью, достаточно низкой усадкой, большой прочностью после изготовления и обжига.

Твердение силикатных вяжущих, к которым и относится жидкое стекло, обусловлено способностью кремнийсодержащих химических связей к полимеризации с образованием кремнийполимерного каркаса объемной сетчатой структуры. Рассматривая жидкое стекло как гель кремниевой кислоты, стабилизированный щелочью, можно утверждать, что изменение устойчивости системы можно спровоцировать введением в нее веществ, содержащих ионы-коагулянты геля кремнекислоты — катионы кальция. К таким веществам относятся шлаки металлургических производств, наиболее стабильными характеристиками и минералогическим составом среди которых отличаются доменные шлаки.

Сами шлаки содержат в своем составе аморфную фазу и минералы пониженной гидравлической активности, которые способны к гидратации и твердению при правильном выборе способа активации. Максимально использовать гидравлические свойства шлаков позволяет щелочная активация. Щелочным компонентом может выступать как само жидкое стекло, так и специально вводимая щелочь. Кроме того, для придания полученному вяжущему веществу жаростойких свойств необходимо ввести тонкомолотую огнеупорную добавку. В качестве огнеупорного наполнителя должны применяться материалы, способные сохранять свои физико-механические характеристики при воздействии на них высоких температур и вступать при нагреве в реакцию с компонентами вяжущего с образованием огнеупорных продуктов. За-

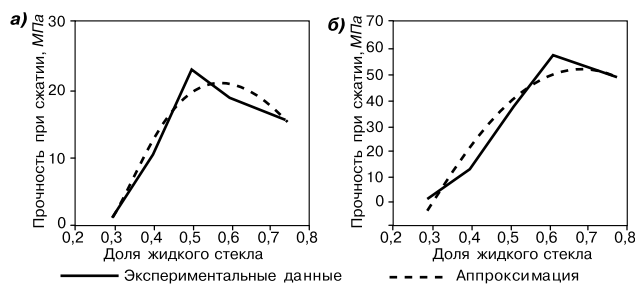


Рис. 1. Зависимость прочности при сжатии жаростойкого вяжущего от расхода жидкого стекла: а — после ТВО и сушки; б — после обжига

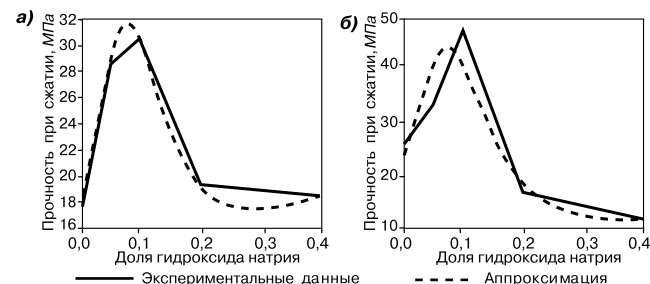


Рис. 2. Зависимость прочности при сжатии жаростойкого вяжущего от расхода раствора гидроксида натрия: а — после ТВО и сушки; б — после обжига

полнитель для жаростойких бетонов также должен обладать высокой огнеупорностью, термостойкостью и стабильностью своих физико-механических характеристик. Кроме того, заполнитель должен обладать характеристиками линейных деформаций при нагревании такими же, как и у жаростойкого вяжущего.

Таким образом, разработка эффективного жаростойкого бетона связана с необходимостью согласования целого ряда часто взаимопротиворечащих факторов. В связи с этим разработка составов жаростойкого бетона велась с применением методов математического планирования эксперимента и статистической обработки данных.

Для получения оптимального состава вяжущего, пригодного для использования в жаростойком бетоне, был спланирован и проведен активный факторный эксперимент второго порядка для трех переменных и по его результатам получены уравнения регрессии второго порядка в кодированном виде (1–4), адекватно описывающие зависимости изменения прочности от расхода компонентов. В соответствии с поставленными задачами исследовали влияние расхода жидкого стекла, раствора гидроксида натрия и тонкомолотой огнеупорной добавки на прочностные показатели жаростойкого вяжущего после тепловлажностной обработки (ТВО) и сушки, а также на остаточную прочность после обжига. Интервалы варьирования компонентов определены пассивными экспериментами (рис. 1, 2).

$$Y = 28,88 + 5,05X_1 + 4,4X_3 - 14,98X_1^2 + 8,04X_2^2 - 4,77X_3^2 + 3,6X_1X_3 - 3,37X_1X_2, \quad (1)$$

$$Y^t = 33,67 + 7,53X_1 + 5,03X_2 + 2,73X_3 - 14,35X_1^2 + 1,75X_2^2 - 0,89X_3^2 + 5,6X_1X_3 - 3,19X_1X_2, \quad (2)$$

где Y , Y^t – прочность пропаренных и обожженных образцов вяжущего соответственно; X_1 – отношение объема жидкого стекла к массе шлака; X_2 – отношение объема раствора гидроксида натрия к массе шлака; X_3 – отношение массы тонкомолотого шамота к массе шлака.

Значения коэффициентов при переменной X_2 всегда положительны, поэтому оптимальное значение для этой переменной принимается равным единице. После пересчета уравнения имеют вид:

$$Y = 36,92 + 1,68X_1 - 14,98X_1^2 + 3,6X_1X_3 + 4,4X_3 - 4,77X_3^2, \quad (3)$$

$$Y^t = 40,45 + 4,31X_1 - 14,35X_1^2 + 5,6X_1X_3 + 2,73X_3 - 0,89X_3^2. \quad (4)$$

Поверхность отклика представляет собой эллиптический параболоид, а это означает, что максимум функции лежит близко от центра плана. Графики функций приведены на рис. 3–4.

Средние значения свойств вяжущего, полученного по оптимальным параметрам расхода компонентов,

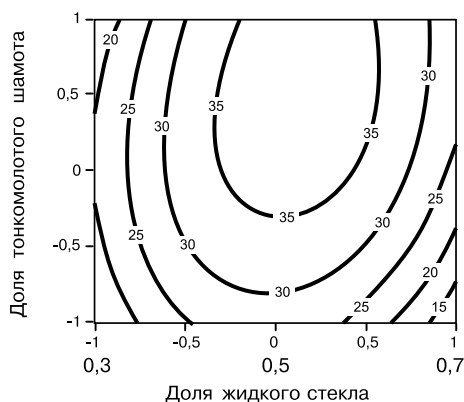


Рис. 3. Зависимость прочности вяжущего после ТВО и сушки от расхода компонентов

составили: 37,6 МПа – прочность после ТВО и сушки; 43,4 МПа – прочность после обжига; начало схватывания 48 мин; конец схватывания 132 мин. Такое жаростойкое вяжущее представляет собой вязкую суспензию с низкой подвижностью. При введении огнеупорного заполнителя для получения бетона подвижность смеси еще более снижается и достигает значений, недопустимых для принятой технологии изготовления бетона. Одним из способов повышения текучести бетонной смеси, является применение суперпластификаторов.

В разработанном жаростойком вяжущем в результате реакции шлака с жидким стеклом и гидроксидом натрия происходит диссоциация минералов шлака, от чего шлак гидратируется по механизму, приблизительно соответствующему гидратации портландцемента, что указывает на возможность влияния суперпластификаторов на мелкодисперсные фракции, продукты реакции и соответственно на подвижность бетонной смеси. Исследования показали положительное влияние суперпластификатора на подвижность смеси. Можно рекомендовать применение суперпластификатора С-3 в количестве до 0,5% от суммарной массы активных вяжущих компонентов – жидкого стекла и доменного шлака. Заметно влияние суперпластификатора на сроки схватывания в сторону увеличения.

Для выяснения протекающих фазовых превращений в разработанных составах жаростойкого вяжущего были проведены исследования с помощью рентгенофазового и дериватографического анализов. Рентгенофазовый анализ контрольных проб молотого шлака показал, что он состоит в основном из смеси метала и ортосиликата кальция, представленных в виде волластонита, шеннонита, а также ранкинита. Из рентгенограммы разработанного вяжущего после ТВО без использования пластификатора установлено, что вяжущее состоит в основном из аморфной фазы, в которой присутствуют частицы шамота и частично прореагировавшие или совсем не прореагировавшие минералы шлака; присутствует гиролит. Напротив, вяжущее с добавкой суперпластификатора С-3 после ТВО отличается хорошо закристаллизованной структурой, где присутствуют минералы низкоосновных гидросиликатов кальция – CSH(I), CSH(II), гиролит и трускоттит. Рентгенограммы обожженного вяжущего как с добавкой, так и без нее практически идентичны, нет заметных качественных различий. В них находятся минералы, принадлежащие шамоту и анортиту, появившемуся в результате спекания. Гидроксид натрия и натрий жидкого стекла связываются тонкомолотой шамотной добавкой в полевой шпат, β -альбит. Температура плавления альбита составляет 1118°C, что, как можно предположить, может быть предельной температурой применения вяжущего.

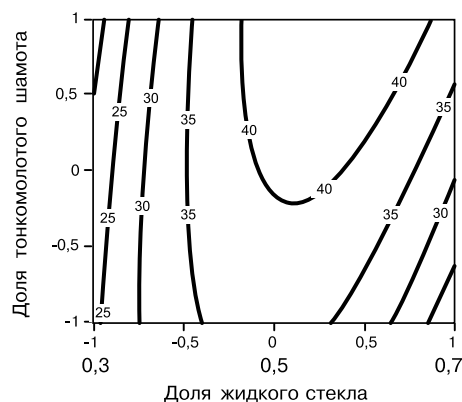


Рис. 4. Зависимость прочности вяжущего после обжига от расхода компонентов

Из дериватограмм необожженных образцов жаростойкого вяжущего следует, что до 800°C происходит дегидратация геля кремнекислоты, сопровождающаяся потерей массы, после чего начинается интенсивное спекание материала; эндотермические эффекты указывают на ступенчатую дегидратацию кристаллогидратов и их изоморфные переходы.

Оптимальные составы жаростойкого бетона подбирались с учетом структуры бетона. Для этого был произведен подбор состава бетона методом максимальной упаковки зерен.

Прочность бетона после твердения колеблется от 32 до 38 МПа, после обжига достигает 42–55 МПа в зависимости от количества заполнителя; подвижность смеси колеблется от 1 до 3 см. Разработанные составы жаростойкого бетона обеспечивают возможность применения принятых в промышленности технологий формирования за исключением литого способа.

Одним из самых важных этапов формирования конечных свойств полученного жаростойкого бетона является первый обжиг, во время которого происходят физико-химические превращения исходных минералов в новые. Для полного формирования свойств жаростойкого бетона и их стабилизации необходимо обеспечить прогрев изделия до температуры образования керамической связки. В связи с этим был произведен расчет температурных полей в футеровке обжиговой вагонетки австрийской фирмы «Фукс» — вероятном объекте применения разработанного бетона с использованием приложения «Partial Differential Equations Toolbox» математического пакета «Matlab 6.1». Расчеты показали, что футеровочная плита вагонетки прогревается до минимальной температуры 1100 К (800°C) на точках опоры, где находится сток теплоты, и до 1250 К (около 1000°C)

в середине. Прогрев изделия до температуры от 800 до 1000°C обеспечивает протекание физико-химических превращений в теле футеровки, произведенной из разработанного жаростойкого бетона.

Испытания основных физико-механических и огне-вых характеристик проводились на образцах с оптимальным соотношением компонентов смеси. Для сравнения проводились испытания бетона без суперпластификатора С-3. Испытания выявили падение прочности в интервале температуры от 200 до 600°C, приходящийся на дегидратацию геля кремнекислоты и последующий рост прочности в связи с появлением керамической связки. Бетон с применением суперпластификатора показал большую прочность на всех этапах прогрева. Процесс обжига бетона на всем протяжении сопровождается усадкой. Максимальные линейные изменения приходятся на интервал температуры дегидратации геля кремнекислоты 100–600°C и на период жидкофазного спекания 1000–1100°C. Бетон с суперпластификатором С-3 показал меньшие значения усадки благодаря наличию кристаллофазы. Деформации под нагрузкой приходятся на температуру активного выделения жидкой фазы и плавления альбита. Термическая стойкость жаростойкого бетона с применением суперпластификатора составила 65 водных циклов нагревания-охлаждения, для бетона без суперпластификатора — 57 циклов. Термостойкость применяемых на предприятиях шамотных огнеупоров часто не превышает 30–35 циклов.

Таким образом, разработанный жаростойкий бетон полностью удовлетворяет требованиям ГОСТ 20910–90, имеет характеристики, достаточные для применения в качестве футеровочного материала для производства грубой строительной керамики, имеет низкую стоимость и утилизирует хвосты металлургического производства.

Ивановское карьероуправление предлагает

Щебень фракций 5–20, 20–40 и 40–80 мм

• Песок из отсевов дробления • Минеральный порошок

• Оказываем автотранспортные услуги

153521 Ивановская обл., Ивановский р-н
п. Новоталицы, ул. Автодорожская, д. 2
Тел./факс: (4932) 38-43-79, 31-83-04, 38-01-83

С.В. ФЕДОСОВ, д-р техн. наук, член-корр. РААСН; Л.Н. АКСАКОВСКАЯ, канд. техн. наук;
А.М. ИБРАГИМОВ, канд. техн. наук; Н.К. АНИСИМОВА, инженер,
Ивановский государственный архитектурно-строительный университет

Математическое моделирование переноса тепла при оплавлении стеклобоя на поверхности бетона

Разработка технологий и оборудования для повышения эксплуатационных и декоративных характеристик материалов, используемых для отделки фасадов зданий, является актуальной задачей строительного производства. Наряду с известными способами облицовки фасадов зданий керамической и каменной плиткой существует термодекорирование – декоративная отделка строительных изделий путем оплавления их поверхности высокотемпературными источниками. В качестве источников энергии для оплавления поверхности стекловидными покрытиями применяют газовые горелки, электрическую дугу, плазменные струи и т. п. В результате термодекорирования образуется не только эстетичный внешний слой, отвечающий современным требованиям дизайнера, но и защищающий железобетонные конструкции от агрессивного воздействия окружающей среды.

В данной работе рассмотрен процесс плазменной отделки бетонной конструкции в условиях производственного процесса, который заключается в нагреве слоя твердого стекла (стеклобоя) на поверхности бетона до состояния фазового перехода (плавления) за счет внешнего источника тепла. Это обеспечивает равномерное растекание стекла по поверхности и в дальнейшем равномерное покрытие.

На поверхности горизонтально расположенной бетонной плиты равномерно распределяется стеклобой, затем происходит его термическая обработка. Условия задачи позволяют смоделировать процесс как процесс теплопереноса в полуограниченной двухслойной пластине (см. схему). Тогда математическая модель процесса может быть представлена в виде системы дифференциальных уравнений (1)–(5) с граничными условиями третьего рода, учитывающими коэффициент теплоотдачи между слоем стекла и теплоносителем, и четвертого рода на границе между стеклобоем и бетоном:

$$\frac{\partial t_1(x, \tau)}{\partial \tau} = a_1 \frac{\partial^2 t_1(x, \tau)}{\partial x^2}, \quad (\tau > 0; 0 \leq x \leq \delta_1); \quad (1)$$

$$\frac{\partial t_2(x, \tau)}{\partial \tau} = a_2 \frac{\partial^2 t_2(x, \tau)}{\partial x^2}, \quad (\tau > 0; \delta_1 \leq x \leq \delta_2); \quad (2)$$

$$-\lambda_1 \frac{\partial t_1(0, \tau)}{\partial x} = \alpha [t_c - t_1(0, \tau)]; \quad (3)$$

$$\lambda_1 \frac{\partial t_1(\delta_1, \tau)}{\partial x} = \lambda_2 \frac{\partial t_2(\delta_1, \tau)}{\partial x}; \quad (4)$$

$$\frac{\partial t_2(\delta_2, \tau)}{\partial x} = 0, \quad (5)$$

здесь x – координата по толщине слоя; τ – временная координата; λ_1, λ_2 – коэффициенты теплопроводности слоев; α – коэффициент теплообмена со средой над стеклобоем; t_c – температура над стеклобоем; δ_1, δ_2 – толщины слоев (стеклобоя и бетона). Теплообмен на наружной поверхности конструкции I, которая непосредственно подвергается высокотемпературной обра-

ботке, определяется условием третьего рода (3), на границе II имеет место условие четвертого рода (4), на границе III предполагается условие тепловой изоляции.

Система уравнений (1)–(5) является аналитически трудноразрешимой. Однако в многослойных средах более эффективно использовать комбинированный метод, согласно которому весь процесс делится на ряд малых временных интервалов [1]. В пределах каждого временного интервала предполагается постоянство теплового потока через соприкасающиеся поверхности. В течение малого интервала времени температура источника и теплофизические свойства образца принимаются постоянными. При этом условии (4) на стыке слоев заменяется на условие первого рода для слоя I и второго рода для слоя II:

$$t_1(\delta_1, \tau) = t_2(\delta_1, \tau); \quad (6)$$

$$\lambda_2 \frac{\partial t_2(\delta_1, \tau)}{\partial x} + q_1 = 0, \quad (7)$$

где q_1 – поток тепла, действующий на слой II со стороны слоя I.

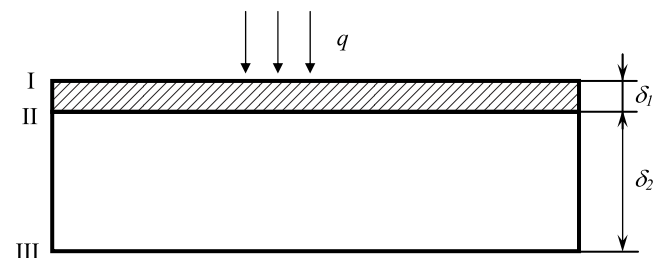
Физическая картина процесса может быть представлена следующим образом: многослойная (в нашем случае двухслойная: первый слой – стеклобой, второй слой – бетон) конструкция имеет начальное распределение температур:

$$t_1(x, 0) = t_0; \quad t_2(x, 0) = t_0. \quad (8)$$

В начальный момент времени $\tau = 0$ сверху на конструкцию подается тепловой поток, под влиянием которого слой I (стеклобой) начинает прогреваться. При этом температура слоя II остается равной t_0 . В момент времени τ_1 тепловой фронт достигнет границы первого и второго слоев, и в этом месте появится градиент температур, который будет определять величину q_1 из уравнения (7):

$$q_1 = -\lambda_1 \frac{\partial t_1(\delta_1, \tau_1)}{\partial x}. \quad (9)$$

После этого поле температур будет проникать глубже в толщу бетона. Поэтому далее происходит расчет распределения температур во втором слое с граничными условиями (5), (7). Для следующего временного интервала процесс повторяется с учетом изменившейся температуры $t_2(\delta_1, \tau_1)$ в условии (6).



Расчетная схема

Для решения поставленной задачи в качестве математического аппарата используется метод интегральных преобразований Лапласа.

В результате решение указанной краевой задачи для первого слоя имеет вид:

$$T(\bar{x}, Fo) = \frac{Bi(1-\bar{x})}{Bi+1} + 2 \sum_{n=1}^{\infty} \frac{Bi \cdot \sin[\mu_n(1-\bar{x})]}{\mu_n [\cos \mu_n (Bi+1) - \mu_n \sin \mu_n]} e^{-\mu_n^2 Fo} -$$

$$- 2 \sum_{n=1}^{\infty} \frac{\sin[\mu_n(1-\bar{x})]}{\cos \mu_n (Bi+1) - \mu_n \sin \mu_n} e^{-\mu_n^2 Fo} \int_0^{\bar{x}} T_0(\xi) [\mu_n \cos(\mu_n \xi) + Bi \cdot \sin(\mu_n \xi)] d\xi -$$

$$- 2 \sum_{n=1}^{\infty} \frac{\mu_n \cos(\mu_n \bar{x}) + Bi \cdot \sin(\mu_n \bar{x})}{\cos \mu_n (Bi+1) - \mu_n \sin \mu_n} e^{-\mu_n^2 Fo} \int_{\bar{x}}^1 T_0(\xi) \sin[\mu_n(1-\xi)] d\xi,$$

где μ_n – положительные корни характеристического уравнения $\mu_n = -Bi \cdot \operatorname{tg} \mu_n$.

Решение задачи для второго слоя имеет вид:

$$T(\bar{x}, Fo) = Ki \cdot Fo + Ki \left(\frac{(1-\bar{x})^2}{2} - \frac{1}{6} \right) - 2 \sum_{n=1}^{\infty} \frac{Ki \cdot \cos(\mu_n(1-\bar{x}))}{\mu_n^2 \cos \mu_n} e^{-\mu_n^2 Fo} +$$

$$+ 2 \sum_{n=1}^{\infty} \frac{\mu_n \cos(\mu_n(\bar{x}-1))}{\sin \mu_n + \mu_n \cos \mu_n} e^{-\mu_n^2 Fo} \int_0^{\bar{x}} T_0(\xi) \cos(\mu_n \xi) d\xi + \int_0^1 T_0(\xi) d\xi +$$

$$+ 2 \sum_{n=1}^{\infty} \frac{\mu_n \cos(\mu_n \bar{x})}{\sin \mu_n + \mu_n \cos \mu_n} e^{-\mu_n^2 Fo} \int_{\bar{x}}^1 T_0(\xi) \cos(\mu_n(\xi-1)) d\xi,$$

где $\mu_n = \pi n$, $n = 1, 2, \dots$

Здесь $\bar{x} = \frac{x}{\delta_i}$, $0 \leq \bar{x} \leq 1$ – безразмерная координата по

толщине слоя (для второго слоя принимаем $\delta_1=0$);

$Fo = \frac{a_i \cdot \tau}{\delta_i^2}$ – критерий Фурье,

a_i – коэффициент температуропроводности слоя;

$Bi = \frac{\alpha \cdot \delta_1}{\lambda_1}$ – критерий Био;

$Ki = \frac{q_1 \cdot \delta_2}{\lambda_2 \cdot \Delta T}$ – критерий Кирпичева;

для первого слоя $\Delta T = t_c - t_{\delta_1}$, $t_1(x, \tau) = T_1(\bar{x}, Fo) \cdot \Delta T + t_{\delta_1}$;

для второго слоя $\Delta T = t_c$, $t_2(x, \tau) = T_2(\bar{x}, Fo) \cdot \Delta T + t_c$.

Предложенная математическая модель позволяет решать задачу переноса тепла при нанесении декоративного слоя на поверхность бетона с помощью высокотемпературного источника, а также оптимизировать этот процесс, что приводит к улучшению адгезии и, как следствие, повышению долговечности конструкции в целом.

Теоретические расчеты были подтверждены экспериментальными исследованиями на опытных образцах в лаборатории и при нанесении антикоррозионной защиты железобетонных конструкций на заводе «ИвХимпром».

Литература

1. Федосов С.В., Кисельников В.Н., Шертаев Т.У. Применение методов теории теплопроводности для моделирования процессов конвективной сушки. Алма-Ата: Гылым. 1992. 167с.



2006

МЕЖДУНАРОДНЫЙ Ф О Р У М СТРОИТЕЛЬНОЙ ИНДУСТРИИ

СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫЕ ВЫСТАВКИ:

- "Градостроительство и реставрация"
- "Девелопмент"
- "Спецстройматериалы и оборудование"
- "Стройинженерия"

По вопросам участия в выставке обращайтесь в Оргкомитет



ЭКСПОЦЕНТР
Тел.: (495) 255-37-34, 255-28-86
E-mail: stroyka@expocentr.ru
www.expocentr.ru



РЕСТЭК
ВЫСТАВОЧНОЕ
ОБЪЕДИНЕНИЕ
Тел.: (495) 544-38-31
E-mail: ibif@restec.ru
www.restec.ru/ibif

23 – 27 октября
Москва, ВК "Экспоцентр"
на Красной Пресне

В ДЕЛОВОЙ ПРОГРАММЕ ФОРУМА:

- Международный Московский строительный конгресс
- Конференция "Современная система оказания коммунальных услуг"
- Семинар "Инженерные системы для коммерческих зданий"

Организатор конгресса, конференции и семинара ООО "ВСБ"

Тел.: (812) 320-95-27, 320-95-26
E-mail: ep@restec.ru

Поддержка Форума:

- Министерство регионального развития РФ
- Министерство промышленности и энергетики РФ
- Федеральное агентство по строительству и жилищно-коммунальному хозяйству
- Торгово-промышленная палата РФ
- Правительство Москвы
- Российский Союз промышленников и предпринимателей
- Гильдия ландшафтной индустрии России

М.В. АКУЛОВА, д-р техн. наук; Ю.А. ЩЕПОЧКИНА, канд. техн. наук;
С.В. ФЕДОСОВ, д-р техн. наук, член-корр. РААСН,
Ивановский государственный архитектурно-строительный университет

Глазурование керамического, силикатного кирпичей и бетонов

В последние десятилетия в России и за рубежом быстрыми темпами развиваются новые виды отделки строительных материалов и совершенствуются старые. Новые возможности получила такая отделка как глазурирование.

Традиционно глазурирование применяется для отделки керамических изделий, в том числе облицовочного кирпича. Несмотря на некоторое удорожание процесса производства кирпича, глазурирование обеспечивает изделиям декоративность, защиту от коррозии, долговечность, а строительным сооружениям долгие годы безремонтной эксплуатации.

В России объемы выпуска глазурированного керамического кирпича относительно не велики, однако, проблема нанесения глазури на поверхность кирпича всесторонне прорабатывалась еще в СССР [1]. Значительное внимание уделялось синтезу глазурных покрытий. Специалистами НИИСтройкерамика были предложены составы глазурных покрытий для нанесения на кирпич сразу после сушки, включающие специально подготовленную фритту.

Во Франции был разработан оригинальный способ глазурирования керамики [2], согласно которому на поверхность керамического изделия предлагалось нано-

сить смесь, содержащую 30–80 мас. % измельченного барита и стекла или фритты, плавящейся при 600–950°C, и осуществлять обжиг изделия при температуре 800–1000°C.

Однако в настоящее время глазурирование не ограничивается только керамикой. Стало возможным глазурирование, как силикатного кирпича, так и бетонов [3]. Проблема глазурирования данных строительных материалов заключается в том, что их структура содержит кристаллогидраты, которые при обжиге разрушаются [4]. Вторая проблема заключается в отсутствии специальных глазурей для силикатных и цементных изделий. Традиционные глазури имеют хорошую адгезию к мулиту, а химический состав гидратированных силикатов отличен от него.

Для снижения нежелательного температурного воздействия предлагается проводить отделку кирпича при быстром нагреве, когда внутренние слои материала не успевают нагреться до температуры, при которой происходят процессы дегидратации [5].

По этой технологии авторами изготавливались образцы силикатного кирпича с глазурной отделкой при температуре обжига 900°C. Исследования показали, что потеря прочности изделий при сжатии составила около 9%, что находится в допустимых стандартом пределах.

Для решения проблемы увеличения адгезии глазури к силикатному камню авторами разработаны оригинальные составы глазурных покрытий специально для известково-песчаных изделий (табл. 1). Составы покрытия защищены патентом РФ № 2263638. На рис. 1 показан фрагмент такого глазурного покрытия, отделенного от поверхности известково-песчаного изделия, с увеличением в 20 раз. Видно, что покрытие однородное, без образования цеки.

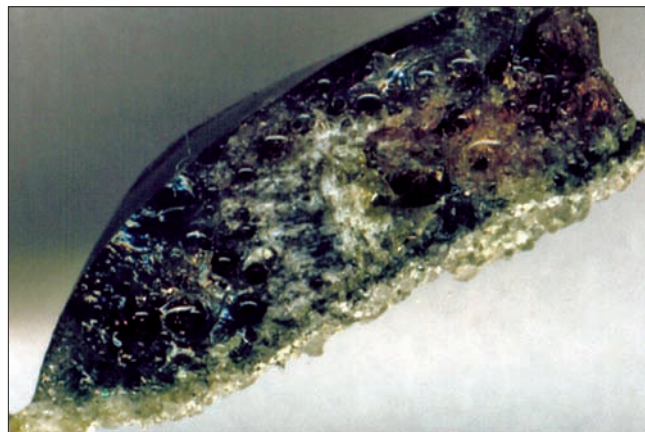


Рис. 1. Фрагмент глазурного покрытия, отделенного от поверхности известково-песчаного изделия (увеличение в 20 раз)

Таблица 1

Составы глазурных покрытий для известково-песчаных изделий и их основные свойства

Компоненты	Массовые доли компонентов в составе, %				
	1	2	3	4	5
SiO ₂	56	56	60	56,5	60
CaO	6	6	7	7	8
Na ₂ O	–	31	27	14	–
K ₂ O	31	–	–	13	27
B ₂ O ₃	5,5	4,5	5	4,5	4,5
CuO	1,5	0,5	1	1	0,5
F	–	2	–	4	–
Прочность сцепления с основанием, МПа	0,1	0,1	0,12	0,1	0,1
Температура оплавления, °C	1000	1000	1000	1000	1000
ТКЛР, ·10 ⁻⁷ °C ⁻¹	71,22	60,56	60,96	64	70,93
Твердость по Моосу	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5
Цвет покрытия	сине-зеленый, яркий	сине-зеленый, слабый	сине-зеленый	сине-зеленый	сине-зеленый, слабый

Таблица 2

Составы глазурных покрытий для отделки бетона

Компоненты	Содержание, мас. %		
	1	2	3
SiO ₂	66,3	49,98	69,04
Al ₂ O ₃	3,67	6,5	1,34
Fe ₂ O ₃	0,17	0,23	0,49
CaO	14,57	7,58	10,61
MgO	3,04	0,21	2,8
ZnO	–	7,5	1,64
Na ₂ O	11,67	0,13	10,96
K ₂ O	0,16	0,46	–
BaO	–	1	–
B ₂ O ₃	–	19,5	2,8
NaCl	–	0,69	–
Na ₃ AlF ₆	–	6	–
TiO ₂	0,08	0,22	–
SO ₃	0,34	–	0,32

Были предложены также покрытия для глазурования силикатного кирпича, приготовленные на основе боя листового и тарного стекол [6].

Глазурование бетона – очень перспективное направление. Однако до недавнего времени разработанные технологии глазурования бетона были дорогостоящими, снижали прочностные свойства бетона на 45%, причем использовались глазури, разработанные для керамики.

Нами предложено подбирать составы глазурей для глазурования бетона с учетом химического сродства компонентов глазурей и компонентов бетона. Разработан ряд легкоплавких составов глазурей для бетонов, включающие дешевые, экологически безопасные сырьевые компоненты, отходы производства.

За основу был взят состав глазури КС-1, который включает наиболее часто встречающиеся в цементно-песчаной составляющей бетонного камня компоненты SiO₂, Al₂O₃, CaO, MgO, Na₂O, K₂O, Fe₂O₃ и др. Корректировка состава происходила за счет варьирования доли оксидов, а также добавок NaCl, Na₃AlF₆. Учитывалось влияние каждого из них на легкоплавкость, температурный коэффициент линейного расширения (ТКЛР), адгезию покрытия. Химические составы полученных глазурей для отделки бетона приведены в табл. 2. Состав глазури №2 защищен патентом РФ [7]. Глазурное покрытие на бетоне показано на рис. 2.

Исследования показали, что химическая стойкость полученных глазурей по отношению к действию щелочной среды удовлетворительная. Термическая стойкость покрытий отвечает требованиям стандарта, морозостойкость составляет 35–50 циклов. На 50–100°C снижена температура плавления глазури по сравнению с традиционной, что не только позволяет сохранить свойства бетона, но и уменьшает затраты на нагрев и поддержание температуры в обжиговых аппаратах.

В работе исследовались свойства стекловидных покрытий на основе стеклобоя как заменителя глазури. Химическая стойкость, морозостойкость полученного покрытия на основе стеклобоя удовлетворительная, термическая стойкость достаточна для отделки бетона.

Авторами разработана оригинальная технология глазурования бетона, исключая стадию предварительного подогрева бетона. На поверхность бетона, предварительно очищенную от загрязнения наносится суспензия глазурей. Изделия подсушиваются в течение 15–20 мин. в естественных условиях. Покрытия закрепляются обжигом.

Для щадящего обжига изделий разработаны экранная печь и газовая горелка. На их конструкции получены свидетельства РФ на полезную модель [8, 9].

Новое техническое решение конструкции электропечи заключается в уменьшении прогрева бетонных изделий при обжиге за счет снижения теплового воздействия на боковые стороны изделия. Электропечь (рис. 3) содержит теплоизолированную камеру с нагревательными элементами и отверстием для установки и извлечения изделий. В отличие от ранее известных печей в камере установлены заслонки, образующие воздушный зазор с необрабатываемыми поверхностями изделия. Верхняя часть камеры выполнена съемной и на ней закреплены нагревательные элементы. В качестве нагревательных элементов используются силитовые стержни.

Газопламенная горелка также может использоваться для обжига глазурей на поверхности бетона. Однако при обработке горелкой образуется точечный нагрев в виде пятна, и интенсивность теплового потока убывает от центра к краям пятна нагрева.

Установка для оплавления стекловидных покрытий (рис. 4) содержит горелку с двумя или более соплами,

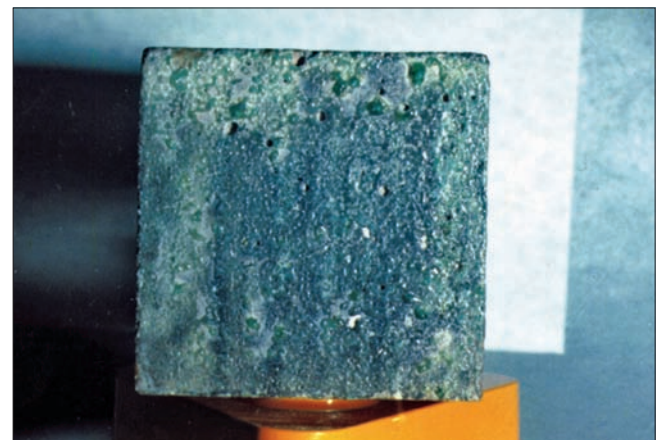


Рис. 2. Глазурованный бетон

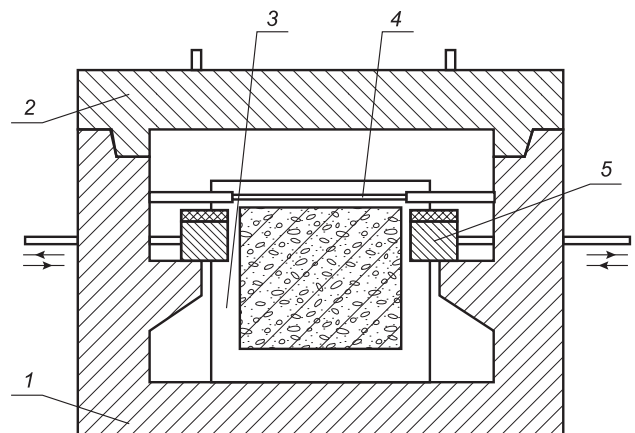


Рис. 3. Электропечь для обжига глазурного покрытия на бетоне: 1 – теплоизолированная камера; 2 – съемная часть камеры; 3 – отверстие для ввода в камеру (вывода из нее) обрабатываемых изделий; 4 – нагревательные элементы; 5 – теплоизолирующие подвижные заслонки

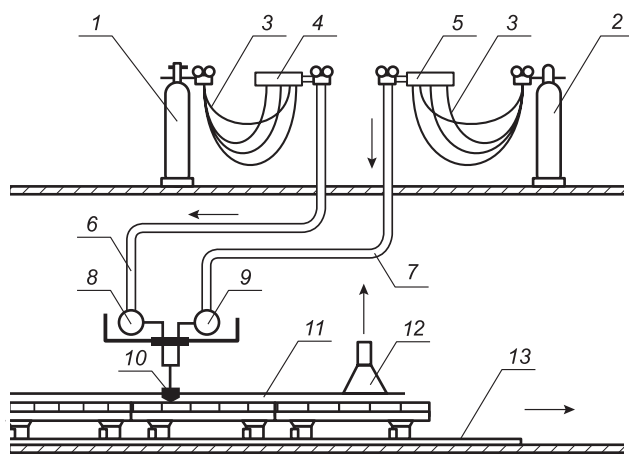


Рис. 4. Установка для оплавления стекловидных покрытий: 1 – баллон с ацетиленом; 2 – баллон с кислородом; 3 – шланги; 4–5 – коллекторы для ацетилена и кислорода соответственно; 6–7 – газопроводы; 8–9 – камеры распределения газа; 10 – кассета; 11 – теплоизоляционный лист; 12 – зонд; 13 – рельс

баллоны с газом, шланги и т. д. Горелка отличается от традиционной тем, что между баллонами и горелкой расположены коллектор и камера распределения газа, сопла горелки установлены в кассете с образованием одного и более линейных рядов. Кассета с соплами установлена подвижно с возможностью ее вертикального перемещения, поворота и фиксации под углом к оплавляемому стекловидному покрытию.

В настоящее время растет потребность не столько в дешевых способах отделки строительных материалов,

сколько в их эксклюзивности и декоративности. Поэтому применение разработанных способов глазурирования различных видов изделий перспективно и экономически оправдано.

Список литературы

1. *Кашкаев И.С., Никитин И.А., Володина Н.Н.* Производство лицевого керамических изделий. М.: Стройиздат. 1977. 176 с.
2. Патент № 2117608 Франции. Способ глазурирования керамики при температуре менее или равной 1000°C и применяемая глазурь, С 04 В 41/00, С 03 С 5/00, 1972.
3. *Баженев Ю.М., Федосов С.В., Щепочкина Ю.А., Акулова М.В.* Высокотемпературная отделка бетона стекловидными покрытиями. М.: Изд-во АСВ. 2005. 128 с.
4. *Хавкин Л.М.* Технология силикатного кирпича. М.: Стройиздат. 1982. 384 с.
5. *Черных В.Ф.* Стеновые и отделочные материалы. М.: Росагропромиздат. 1991. 188 с.
6. *Щепочкина Ю.А., Акулова М.В., Федосов С.В.* Использование отходов для стекловидного покрытия кирпича. // *Стекло и керамика*. 2000. № 11. С. 21.
7. Патент РФ № 2152910, С 03 С 8/04. Стекловидное покрытие/ Ю.А. Щепочкина, М.В. Акулова, С.В. Федосов.
8. Свидетельство на полезную модель 10401 РФ, С 21 D 9/00. Электропечь для глазурирования бетона/ Щепочкина Ю.А., Акулова М.В.
9. Свидетельство на полезную модель. 11867 РФ, F 23 D 23/00, С 04 В 37/04. Установка для оплавления стекловидных покрытий/ Щепочкина Ю.А., Акулова М.В., Федосов С.В.

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



ПНО ПРОМАВТОМАТИКА



Оборудование фирмы «Kromschroeder»:

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

Оборудование для автоматизации производства:

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

РЕКЛАМА



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

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

Тел.: +7 (910) 406-83-72

Internet: www.promavtomatika.ru

E-mail: mail@promavtomatika.ru

П.П. ГУЮМДЖЯН, д-р техн. наук; Г.М. МИРЗАЕВ, инженер,
Ивановский государственный инженерно-строительный университет

Шлакожидкостекольное вяжущее как структурно-химический модификатор портландцемента

Для получения отделочных и защитных покрытий, малогабаритных изделий, тонкостенных и многослойных конструкций традиционно применяют мелкозернистые бетоны на основе портландцемента. Им присущи увеличенная водопотребность и повышенный расход цементного теста. Это отрицательно сказывается не только на кинетике твердения и качественных показателях бетона, но и на стоимости готовой продукции. Введение в бетонную смесь пластификаторов и регуляторов твердения, замена портландцемента на быстротвердеющие и высокопрочные вяжущие или переработка в вяжущее низкой водопотребности лишь частично устраняют отмеченные недостатки.

В современных экономических условиях проблема быстрого набора прочности без тепловой обработки изделий из тяжелого и легкого бетонов является весьма актуальной. Один из путей ее решения – это создание из композиции портландцемента со шлакошлаковым связующим комбинированного быстротвердеющего и высокопрочного цемента-шлакощелочного вяжущего. Жидкостекольная составляющая такого вяжущего, обладающая хорошей адгезией к большинству материалов, предопределяет расширение сырьевой базы мелкозернистых заполнителей за счет замены кварцевого песка на недефицитные и дешевые природные и техногенные материалы.

Анализ работы действующих предприятий, выпускающих бетонные изделия, показывает, что производственный цикл на технологических стадиях от приготовления бетонной смеси до формирования бетонных заготовок составляет 40–60 мин. Следовательно, в этих пределах можно ограничить время живучести формовочной массы.

Длительность этапов твердения бетонов при нормальных условиях до достижения распалубочной, отпускной и марочной прочностей определяется, при прочих равных условиях, скоростью процессов гидратации. Абсолютные значения прочностных характеристик и особенности микростроения бетона зависят от механизма химических реакций, природы, количественных соотношений и пространственного расположения возникающих фаз. Таким образом, правильный выбор вида, количества и сочетания вводимых в бетонную смесь добавок дает возможность направленно регулировать процессы твердения и управлять структурой новообразований. Особенно перспективно применение добавок, самостоятельно проявляющих вяжущие свойства или интенсифицирующих таковые у модифицируемого химически и структурно вяжущего. К добавкам подобного типа по всем параметрам относится шлакожидкостекольное вяжущее, в котором щелочесодержащим компонентом является жидкое стекло, в частности натриево-

Во избежание затрат на помол шлаковой составляющей вяжущего был использован саморассыпавшийся феррохромовый шлак, содержащий в качестве основной фазы ортосиликат кальция, полиморфный переход которого из высокотемпературной формы в низкотемпературную при охлаждении шлакового расплава сопровождается значительным изменением объема, провоцирующим разрушение шлакового компакта до порошкообразного состояния.

С позиций химии вяжущих материалов оба ингредиента шлакожидкостекольного вяжущего являются равноценными: жидкое стекло активирует процесс твердения γ - $2\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$, пробуждая его скрытую гидравлическую способность, и наоборот, ортосиликат кальция инициирует твердение жидкого стекла, способствуя возникновению гелеобразных продуктов и их коагуляции. Образовавшиеся в обоих случаях гидросиликаты при обычной температуре аморфны и переходят в кристаллическое состояние при старении. Процесс кристаллизации ускоряется при повышении температуры или щелочности твердеющей системы либо дефицита в ней воды.

Механизм физико-химических превращений, имеющих место в системе ортосиликат кальция – вода – силикат натрия, окончательно не расшифрован, но результаты многочисленных исследований позволяют создать из отдельных фрагментов относительно полную картину.

Ортосиликаты относятся к островным структурам, в которых тетраэдры $[\text{SiO}_4]^{4-}$ соединены друг с другом через два катиона Ca^{2+} с образованием соединения со структурной формулой $\text{Ca}_2[\text{SiO}_4]$. В кристаллической решетке ортосиликата наряду с основным видом химических связей $\equiv\text{Si}-\text{O}-\text{Ca}-$, устойчивых по отношению к воде, наличествует вид связей $-\text{Ca}-\text{O}-\text{Ca}-$, характеризующийся быстрым взаимодействием с водой по реакции:



Такой характер взаимодействия с водой присущ β -модификации дисиликата кальция моноклинной сингонии; низкотемпературная модификация, представленная γ -ортосиликатом ромбической сингонии, при нормальных условиях практически значимой гидравлической активности не проявляет, поскольку для этого требуется разорвать относительно прочную одинарную связь, объединяющую через ион кальция разрозненные кремнекислородные тетраэдры. Отмеченное влияние структурных особенностей кристаллической решетки силиката кальция согласуется с характером взаимодействия с водой триклинного метасиликата кальция со структурной формулой $\text{Ca}[\text{SiO}_3]_\infty$ и с одним видом химических связей $\equiv\text{Si}-\text{O}-\text{Ca}-$, а так-

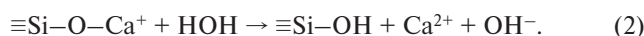
же трехкальциевого силиката с четко выраженными двумя отмеченными выше видами связей. Первый из них инертен к действию воды, второй легко гидролизуется водой по аналогичной для β -ортосиликата схеме, но со значительно большей скоростью.

Приповерхностный слой твердой фазы гидратирующихся видов силикатов кальция при взаимодействии с водой обедняется по оксидкальциевой составляющей, перешедшей в водный раствор по реакции (1), и приобретает по отношению к раствору положительный заряд, создаваемый катионами кальция, жестко связанными с подповерхностным слоем кристаллической решетки системой связей $\equiv\text{Si}-\text{O}-\text{Ca}^+$. На границе раздела твердой и жидкой фаз возникает двойной электрический слой (рис. 1). Со стороны раствора на плотной части этого слоя образуются гидроксильные ионы OH^- , часть из которых связана с катионами кальция химически в виде $\text{Ca}(\text{OH})^+$ и $\text{Ca}(\text{OH})$. Диффузную часть двойного электрического слоя образуют ионы OH^- . Двойной электрический слой создает потенциальный барьер как для полярных молекул воды, так и для заряженных частиц.

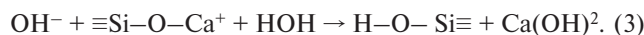
Процесс гидролиза по мере нарастания до предельной толщины полуразрушенного приповерхностного слоя замедляется до минимального значения скорости при заданных параметрах системы.

Для топомеханических реакций это соответствует понятию индукционный период. Образовавшиеся к концу индукционного периода в полуразрушенном приповерхностном слое зародыши новой фазы начинают развиваться, приводя к расширению поверхности нового фронта реакции и, как следствие, к увеличению ее скорости. Максимум скорости реакции гидратации достигается, когда ее фронт схватывает всю поверхность гидратирующейся материнской фазы. После этого процесс гидратации начинает медленно затухать.

В приповерхностном слое твердой фазы свойственное первичному силикату кальция стехиометрическое отношение Ca/Si в результате реакции гидролиза, обусловленной переходом протона от молекулы воды к связующему кислороду, снижается по протолитической реакции:



В щелочной среде протекание гидролиза возможно по принципу трансатаки силикатного тетраэдра гидроксил-ионом по реакции:



С термодинамических позиций такая реакция вполне возможна, так как в индукционном периоде при достигаемом значении водородного показателя в пределах $\text{pH} = 12,3-12,5$ основную часть мономерных силикатных анионов составляют $\text{Ca}[\text{SiO}_4]^{2-}\text{H}_2$, что соответствует появлению гидросиликатов кальция низкой основности.

При контакте жидкого стекла с силикатами кальция переход кальция в раствор осуществляется сразу с максимальной скоростью. В растворной части кальций связывается силикатными анионами с образованием агрегатов $\equiv\text{Si}-\text{O}-\text{Ca}-\text{O}-\text{Si}\equiv$, выпадающих в осадок. Индукционный период отсутствует. Скорость перехода кальция в раствор равна кинетике связывания в твердую фазу. Последняя определяется концентрацией и модулем жидкого стекла. Чем выше модуль и плотность жидкого стекла, тем быстрее образуется твердая фаза, приводящая к раннему набору прочности загустевшей системы. Более позднее нарастание прочности обуславливается медленной гидратацией первичной силикатной фазы по обычному механизму в условиях потери подвижности системы.

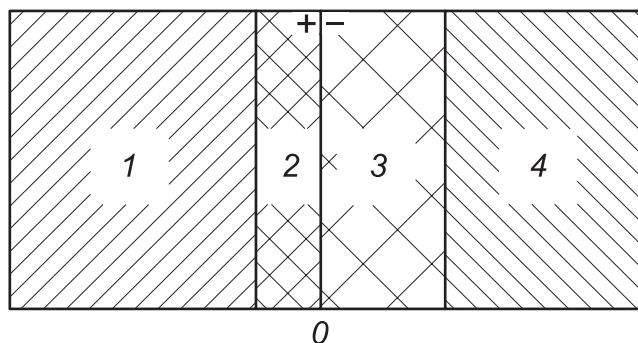


Рис. 1. Схема границы раздела фаз при гидратации гидравлически активных силикатов кальция: 1 – кристаллический каркас исходного силиката кальция; 2 – приповерхностный слой полуразрушенной твердой фазы; 3 – диффузионный слой; 4 – раствор

Кальций-алюминатные фазы портландцементного клинкера также характеризуются способностью существенного ускорения реакции гидратации при замене воды затворения жидким стеклом. Алюмоферритные фазы пассивны к действию жидкого стекла.

Чрезмерно быстрое взаимодействие жидкого стекла с силикатными и алюминатными фазами портландцементного клинкера, затрудняющее и даже делающее невозможным перемешивание раствора вяжущего, можно замедлить посредством снижения модуля и плотности жидкого стекла или введения в воду затворения добавок, замедляющих процесс растворения и реакции гидратации силикатов и алюминатов кальция.

Снижение модуля жидкого стекла несколько увеличивает скорость начальной фазы гидратации, но значительно растягивает индукционный период, что свидетельствует о блокирующем действии гидроксильных ионов OH^- , закрепляющих двойной электрический слой. Аналогичный эффект дают добавки легко растворимых в воде солей с анионами F^- и PO_4^{3-} , которые образуют с кальцием прочные, трудно разрушаемые водой связи. Карбонатные, оксалатные и сульфатные анионы, склонные к образованию хелатных связей, в которых одна молекула кислоты занимает обе валентности кальция без образования двойной связи типа $\text{O}_2\text{S}\langle^0_0\rangle\text{Ca}$ или $\text{OC}\langle^0_0\rangle\text{Ca}$, несмотря на малую растворимость таких соединений кальция, не блокируют поверхность растворяющейся фазы, а образуют осадки непосредственно в растворе, что приводит к увеличению скорости растворения. Анионы, образующие с кальцием хорошо растворимые соли, внедряясь в плотную часть двойного электрического слоя, будут способствовать ускорению перехода кальция в раствор.

Следует отметить, что жидкое стекло обладает хорошей адгезионной способностью к большинству твердых материалов, используемых в качестве минеральных добавок в вяжущие или как заполнители растворных и бетонных смесей. Поэтому затвердевшие композиции разрушаются либо когезионно, либо по смешанному механизму, что позволяет использовать заполнители и микрозаполнители с меньшей плотностью и механической прочностью.

Для вяжущей композиции на жидком стекле большой практический интерес представляет γ -модификация ортосиликата кальция в качестве отвердителя. Живучесть теста нормальной густоты, приготовленного на его основе в смеси с жидким стеклом, колеблется в пределах 15–35 мин при изменении удельной поверхности порошка отвердителя от 0,18 до 0,23 м²/г.

Теоретическая оценка количественного отношения жидкого стекла (из расчета коммерческого продукта с силикатным модулем 3 и плотностью 1400 кг/м³, в котором массовая доля трисиликата нат-

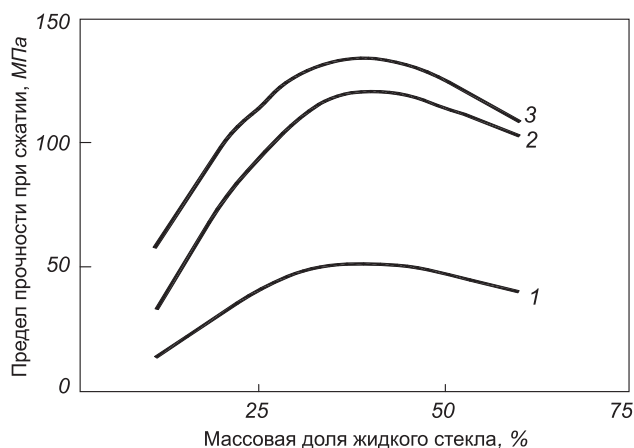


Рис. 2. Изменение механической прочности шлакожидкостекляных образцов в зависимости от содержания в вяжущем жидкого стекла с разными модулями: 1 – 2,5; 2 – 3; 3 – 3,5

рия в переводе на сухое вещество составляет около 40%) и дисиликата кальция, необходимого для полного завершения реакции гидратации с образованием низкоосновных гидросиликатов кальция, показала, что для этого требуется порядка 32 мас. % трисиликата натрия и 68 мас. % ортосиликата кальция. С учетом содержания в жидком стекле 40 мас. % трисиликата натрия и в феррохромовом шлаке 70 мас. % ортосиликата кальция оценочный расчет дает следующее соотношение компонентов в шлакожидкостекляной композиции: 45 мас. % жидкого стекла и 55 мас. % феррохромового шлака.

Как и ожидалось, механическая прочность образцов из шлакожидкостекляного вяжущего определяется степенью основности силиката натрия жидкого стекла. При повышении силикатного модуля жидкого стекла механическая прочность продуктов твердения возрастает (рис. 2).

По марочной прочности шлакожидкостекляное вяжущее относится к высокопрочным.

Ему присуще длительное нарастание прочности. К годичному возрасту механическая прочность образцов относительно 28-суточной возросла; прирост прочности в ряду жидкостекляных систем с силикатным модулем 2,5; 3 и 3,5 составил соответственно 112, 36 и 16%.

Аналогичное повышение механической прочности шлакожидкостекляных образцов независимо от силикатного модуля жидкого стекла будет наблюдаться и при повышении плотности последнего.

Сроки схватывания шлакожидкостекляного вяжущего, приготовленного на жидком стекле с одинаковой концентрацией растворенных в воде силикатов натрия с разными модулями, можно регулировать в широких пределах, сохраняя постоянным его силикатный модуль, посредством изменения его плотности. Снижая плотность жидкого стекла, можно значительно увеличить время начала и конца схватывания.

Шлакожидкостекляное вяжущее прекрасно выдерживает испытания на кипячение. Тепловлажностная обработка, даже кратковременная при относительно невысокой температуре 40–60°C, способствует более быстрому набору прочности, абсолютное значение которой на 20–30% может превышать марочную прочность. Однако во избежание микрорастрескивания нагревать и охлаждать образцы при термовлажностной обработке следует медленно.

При гидратации шлакожидкостекляного вяжущего его жидкостеклянный компонент гидролизует. На первом этапе твердения часть гидроксида натрия нахо-

дится в несвязанном состоянии. В водной среде он частично выщелачивается, что ведет при последующем хранении образцов на воздухе к образованию на их поверхности щелочных высолов. Профилактикой высокообразования служит простой прием – твердение шлакожидкостекляного вяжущего первые 3–4 сут должно осуществляться на воздухе с относительной влажностью не ниже 80%. За это время, судя по щелочности водной вытяжки, подавляющая часть ионов натрия связывается в смешанный натрий-кальциевый гидросиликат.

Продукты твердения шлакожидкостекляного вяжущего длительное время сохраняют аморфное строение, медленно переходя в мелкокристаллическое состояние. Как не достигшие, так и набравшие марочную прочность образцы хорошо противостоят действию многократно повторяющегося увлажнения и высушивания.

Образцы из шлакожидкостекляного вяжущего обладают низким водопоглощением. Вначале образцы высушивали при температуре $100 \pm 5^\circ\text{C}$ до постоянной массы, а затем водонасыщали до постоянной массы путем кипячения. Водопоглощение образцов составило 8–12%. Водонепроницаемость образцов весьма высокая; при первичном испытании сквозная фильтрация воды через образец в водонасыщенном состоянии при давлении 1,3 МПа не наблюдалась в течение 10 сут.

Список литературы

1. Данилов В.В., Корнеев В.И., Морозова Е.В. и др. Классификация добавок-регуляторов свойств жидкостекляных связующих // Журнал прикл. химии. 1987. Т. 60. № 2. С. 331–334.
2. Глуховский В.Д., Блажис А.Р. Сверхбыстротвердеющая высокопрочная вяжущая система «клинкер – жидкое стекло – фторид кальция» // Шлакощелочные цементы, бетоны и конструкции: Докл. и тез. докл. 3-й Всесоюз. науч.-практ. конфер. Киев: КИСИ. 1989. Т. 1. С. 114–116.
3. Мирзаев Г.М., Харченко С.С., Гуюмджян П.П., Гордеев С.Я. Сравнительная характеристика свойств мелкозернистых бетонов на портландцементе, шлакощелочном и комбинированном вяжущих // Ученые записки инженерно-технологического факультета. Вып. 1. Иваново: ИГАСА. 1997. С. 49–54.
4. Мирзаев Г.М., Харченко С.С., Гуюмджян П.П., Гордеев С.Я. Получение и свойства мелкозернистых бетонов на смешанных вяжущих // Ресурсосберегающие и энергосберегающие технологии в производстве строительных материалов: Матер. Междунар. науч.-технич. конференции. Новосибирск: ИГАСУ. 1997. С. 110–111.
5. Гордеев С.Я., Гуюмджян П.П., Мирзаев Г.М., Харченко С.С. Влияние поверхностно-активных веществ на физико-механические свойства мелкозернистых бетонов // Инженерные проблемы современного бетона и железобетона: Матер. III Междунар. конференции. Минск: БелНИИС. 1997. С. 43–49.
6. Гордеев С.Я., Гуюмджян П.П., Мирзаев Г.М., Харченко С.С. Легкие мелкозернистые бетоны на шлакощелочном вяжущем // Ученые записки инженерно-технологического факультета. Вып. 2. Иваново: ИГАСА. 1999. С. 140–144.
7. Гордеев С.Я., Гуюмджян П.П., Мирзаев Г.М., Харченко С.С. Сравнительная характеристика мелкозернистых бетонов на вяжущих системы «портландцемент – жидкое стекло – феррохромовый шлак» // Сборник трудов инженерно-технологического факультета. Иваново: ИГАСА. 2000. С. 42–45.

П.П. ГУЮМДЖЯН, д-р техн. наук;
М.Л. КАШНИКОВА, канд. техн. наук; Т.Н. КУЛИГИНА, инженер,
Ивановский архитектурно-строительный университет

Использование отходов асбестоцементной промышленности

Проблему расширения сырьевой базы производства низкомарочных вяжущих можно решить путем вовлечения в технологический процесс некондиционных цементосодержащих материалов, например, отходов асбестоцементной промышленности.

В настоящее время асбестоцементные отходы практически не используются в производстве строительных материалов, хотя содержат такие ценные вещества, как асбест и цемент высоких марок. Они вывозятся в отвал, занимают полезную площадь и загрязняют окружающую среду.

Например, на Воскресенском заводе асбестоцементных изделий (Московская обл.) в среднем за год образуется около 512 т влажных и 558 т сухих отходов, что составляет соответственно 8,7 и 9,5% от общего объема выпуска продукции. Такая проблема существует и на других заводах, производящих асбестоцементные изделия.

Влажные отходы образуются в результате брака отформованных изделий и фильтрации отходящих вод. Сухие отходы образуются в результате механической обработки готовых изделий (обрезка, бой изделий и т. д.). В состав сухих АЦО входят такие компоненты как хризотил-асбест, афвилит, ксонаталандит, гидросиликат кальция типа $CSH(B)$, $C_2SH(A)$, портландит, кальцит и негидратированные клинкерные минералы.

Асбестоцементные отходы (АЦО) являются системой, обладающей достаточно сложной внутренней структурой. Между частицами системы действуют силы, которые определяют ее состояние в целом. Перевод системы в новое энергетическое состояние позволяет придать материалу новые свойства. Возбуждение такой системы можно осуществить разными способами, например, помолом, перемешиванием, введением других компонентов и термическим воздействием. Возбужденная система будет стремиться перейти в термодинамически стабильное состояние, в результате которого материал будет обладать определенными физико-механическими свойствами. При обработке материала происходит его активация, т. е. накапливается энергия, необходимая для перевода материала в тер-

модинамически неустойчивое состояние. Конечная активность материала зависит от накопленного его частицами потенциала.

Установлены следующие возможные пути обработки АЦО для повышения их активности: термообработка; введение добавок; механическая активация; комплексное воздействие.

Термическая обработка АЦО отходов привела к удалению межкристаллической влаги или дегидратации клинкерных материалов. Однако дегидратация приводит к повышению хрупкости материала. Полученное вяжущее обладает низкой прочностью. Введение добавок в АЦО в виде цемента позволили увеличить прочность вяжущего. Установлено также, что прочность вяжущего можно повысить, используя в качестве наполнителя тонкодисперсные карбонатные отходы. Такие отходы в составе АЦО приводят к увеличению прочности изделий, особенно при автоклавной обработке.

Эффективным способом повышения механических характеристик вяжущего является обработка высокими энергиями. **Механическая активация** позволяет интенсифицировать технологический процесс получения вяжущего высокой активности.

При механической активации АЦО в его частицах происходит локальный внутренний нагрев в местах разрыва связей, что приводит к возбуждению молекул. Кроме выделения тепловой энергии развивается большое давление, которое также приводит к изменению структуры и состояния кристаллической решетки материала.

Экспериментально было установлено, что повысить активность АЦО без термической обработки возможно путем измельчения в мельницах ударного типа, таких как дезинтеграторы, молотковые, роторные и струйные мельницы. При ударном способе измельчения величина накопленной частицей энергии значительно выше, чем при статическом сжатии. Установлено также, что чем больше ударов получают частицы АЦО при диспергировании и чем меньше интервал между ударами, тем больше активность тонкомолотого АЦО.

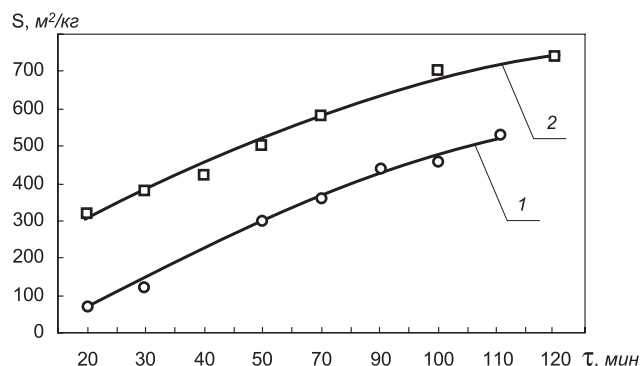


Рис. 1. Зависимость удельной поверхности АЦО от времени измельчения в мельницах статического сжатия: 1 – вибрационная, 2 – шаровая

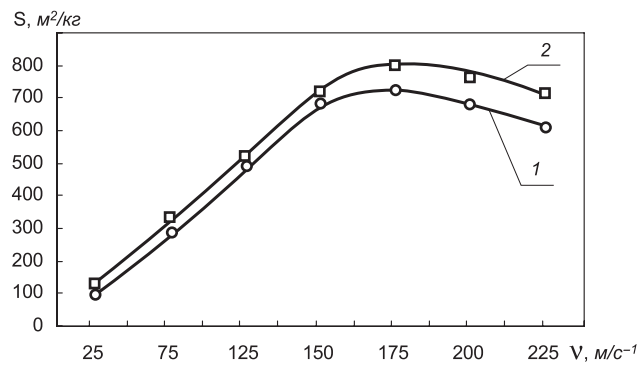


Рис. 2. Зависимость удельной поверхности АЦО от времени измельчения в мельницах ударного типа: 1 – дезинтегратор; 2 – трехступенчатая мельница

Шаровая мельница		Вибрационная мельница		Трехступенчатая мельница		Дезинтегратор		
Прочность при сжатии, МПа		Удельная поверхность, м ² /кг	Прочность при сжатии, МПа	Удельная поверхность, м ² /кг	Прочность при сжатии, МПа	Удельная поверхность, м ² /кг	Прочность при сжатии, МПа	Удельная поверхность, м ² /кг
Обожженные АЦО	Необоженные АЦО							
10	8	318	3,8	120	6	130	4	100
11	8,5	380	7	310	16	330	7	290
11,6	9,5	420	8	360	18	520	16	500
12	10	500	9,5	440	23,8	720	21,5	680
12,7	10,6	580	10	460	26,5	620	27,5	720
13,5	11,5	700	10,7	540	–	–	–	–
14	12	740	–	–	–	–	–	–

При ударном способе измельчения АЦО фазовый состав вяжущего не меняется, однако наблюдается значительная аморфизация поверхностных слоев, что приводит к появлению на термаграммах эндотермического эффекта разложения СаСО₃ при температуре 760°С. Экспериментально показано, что при равных значениях удельной поверхности порошка вяжущего ударное диспергирование приводит к значительному приросту прочности бетона по сравнению с измельчением АЦО в шаровой мельнице. Прочность цементного камня при одинаковых условиях в 2,5–3 раза выше, что объясняется активностью вяжущего.

На рис. 1, 2 приведены результаты измельчения АЦО в мельницах различных конструкций. Истинное значение удельной поверхности порошка АЦО, измельченного в мельницах ударного типа было получено путем измерения этой величины с применением низкотемпературной сорбции газа. На рис. 2 наглядно видно, что рост скорости диспергирования сначала приводит к увеличению удельной поверхности (до 175 м²/кг), а затем к ее снижению. Снижение значения удельной поверхности при более высоких скоростях диспергирования объясняется агрегированием частиц, обусловленное активностью порошка.

Из вяжущего, полученного путем измельчения обожженных и необожженных АЦО, изготавливали образцы в соответствии ГОСТ, затем определяли их прочность при сжатии. Образцы выдерживали в течение 28 сут.

При измельчении АЦО в мельницах ударного действия, происходит избирательное разрушение камня. Тонкому измельчению подвергается цемент, а волокна асбеста разрушаются незначительно. В результате этого при вторичном использовании тонко измельченного АЦО волокна асбеста выполняют армирующую функцию, повышая механическую прочность бетона.

В таблице приведены результаты экспериментальных исследований зависимости прочности цементного камня от удельной поверхности. Данные таблицы показывают, что прочность образцов, полученных из вяжущих, измельченных в устройствах ударного действия (многоступенчатая мельница, дезинтегратор) в два раза выше, чем в шаровой и вибрационной мельницах.

На основании теоретических и экспериментальных исследований разработана технология получения изделий (стеновых и бордюрных блоков, теплоизоляции) на основе механоактивированного АЦО. Технология включает механическую активацию АЦО в мельнице ударного типа, подготовку смеси АЦО + наполнитель + вода, формование или полусухое прессование, термовлажностную обработку изделий и складирование. В настоящее время такая технология внедряется на Ивановском заводе

силикатного кирпича. Для предприятия разработана принципиальная технологическая схема производства строительных материалов на вяжущем из АЦО. Полупромышленные испытания показали, что используя данную технологию, можно получить мелкозернистый бетон с пределом прочности при сжатии 30 МПа, при изгибе 11 МПа, средней плотностью 1,8 г/см³ и морозостойкостью 32 цикла. Физико-механические показатели этих изделий отвечают требованиям ГОСТ.

Разработанная технология позволяет утилизировать значительное количество как сухих, так и влажных отходов, освободить занимаемую отвалами площадь.

Расчетная экономическая эффективность только от вторичного использования асбеста и цемента составит более 6 млн р. в год.

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) 3-96-19, факс (81371) 3-78-44

e-mail: niism@gtn.ru

www.gatchina.ru/business/strommash/

www.niistrommash.ru

В.И. КОЛОБЕРДИН, д-р техн. наук,
Ивановский государственный архитектурно-строительный университет

Прогнозирование свойств извести, получаемой термомеханической обработкой известняков

В данной работе представлены результаты исследования термомеханической обработки известняков в пресс-сдвиговом (стирающем) измельчителе интенсивного действия с выходом из него известковой массы с заданной дисперсностью и активностью. Такая обработка известняка приводит к его нагреву за счет теплоты трения до температуры термической диссоциации. В этом случае теплообмен внутри измельчаемой и диссоциирующей частицы можно рассматривать как температурное поле с непрерывно действующими отрицательными постоянными источниками энергии. В результате решения дифференциального уравнения теплопроводности при граничных условиях второго рода и интегрирования в пределах $0 < r < R_0$ получаем следующее [1]:

$$\bar{\theta} - \bar{\theta}_0 = \frac{\tau}{\bar{n}} (g_c - w), \quad \bar{T}(\tau) = \bar{T}; \quad (1)$$

где $q_c = (R_0 \cdot \rho \cdot g_c) / 3$ – плотность теплового потока, Дж/м²·с; $g = g_{mp}$; g_c – скорость внешнего удельного энергоподвода, кДж/(кг·с); τ – текущее время; $w = g_{изм} + g_{дис}$ – удельная мощность постоянных отрицательных источников, кДж/(кг·с); $g_{дис}$ – часть удельной мощности, идущей на термическую диссоциацию карбоната; $g_{изм}$ – часть удельной мощности, идущей на процесс измельчения (стирания) материала; \bar{T} – средняя интегральная температура; T_0 – начальная температура; R_0 – наружный радиус частицы; g_{mp} – удельная мощность сил трения; c – теплоемкость материала; ρ – истинная плотность материала.

Удельная мощность сил трения определяется параметрами работы пресс-сдвиговой установки – усилием сдвливания слоя стираемого материала F и усредненной линейной скоростью \bar{v} вращения стирающего материал элемента (ротора) установки:

$$g_{mp} = F \cdot \bar{v} \cdot f / V_n, \quad (2)$$

где f – коэффициент трения; V_n – объем навески обрабатываемого материала.

Удельная мощность, идущая на термическую диссоциацию карбоната, определяется производительностью установки Π и теплотой термической диссоциации карбонатов ΔH :

$$g_{дис} = \Pi \cdot \Delta H / V_n. \quad (3)$$

При определении удельной мощности $g_{изм}$, которая расходуется на измельчение, исходим из следующего. Механические воздействия на частицу приводят к образованию системы дефектов структуры материала, к снижению механической прочности частицы. Одновременно с образованием дефектов в частице происходит процесс релаксации напряжений, самозаживления дефектов, причем эффект измельчения определяется их количеством:

$$S = \varphi'(N, z, \gamma, \delta, \dots), \quad (4)$$

где S – текущее значение удельной поверхности материала; N – количество дефектов; z, γ, δ, \dots – второстепенные факторы. Разложим выражение (4) в ряд Тейлора и ограничимся первыми двумя членами [2]:

$$S \approx S_0 + \alpha \cdot n, \quad (5)$$

где $n = N/V$ – концентрация дефектов; V – объем вещества; S_0 – исходная удельная поверхность материала.

Изменение концентрации дефектов в момент времени подчиняется уравнению их рождения и гибели (самозаживления):

$$dn/d\tau = a \cdot g_\delta - \beta \cdot n/\tau_p, \quad (6)$$

где g_δ – скорость нарастания удельной энергии деформации структуры материала; τ_p – время релаксации напряжений, определяется опытным путем.

Интегрирование уравнения (6) дает следующее выражение:

$$n = (a \cdot \tau_\delta / \beta) \cdot g_\delta \cdot \left[1 - \exp\left(-\frac{\beta}{\tau_\delta} \cdot \tau\right) \right]. \quad (7)$$

Подставляя выражение (7) в уравнение (5), получим:

$$S - S_0 = \Delta S = A \cdot g_\delta \cdot \left[1 - \exp(-B \cdot \tau) \right], \quad (8)$$

где α, a, β – эмпирические коэффициенты; $A = \alpha \cdot a / V$; $B = \beta / \tau_p$.

Выражение (8) позволяет рассчитать вновь образующуюся удельную поверхность ΔS в процессе измельчения материала при известном значении g_δ , причем $g_\delta = du/d\tau$, где u – удельная энергия деформации частицы. Подводимый к материалу энергетический поток плотностью q_c (кДж/(м²·с)) вызывает внутри массы частицы деформацию кристаллической решетки, причем удельная энергия деформации u убывает от поверхности частицы к ее центру. Для прогнозирования гранулометрического состава обработанного материала необходимо знать картину распределения и изменения удельной энергии деформации $u(r, \tau)$ по сечению исходной частицы, где r – радиус-вектор. Исходим из положения, что количество энергии, аккумулированной в элементарном объеме частицы, пропорционально скорости приращения удельной энергии деформации в нем, тогда можно использовать следующее дифференциальное уравнение распределения и изменения энергии деформации:

$$\frac{\partial u(r, \tau)}{\partial \tau} = \hat{a} \cdot \left(\frac{\partial^2 u(r, \tau)}{\partial r^2} + \frac{2}{r} \cdot \frac{\partial u(r, \tau)}{\partial r} \right), \quad (\tau > 0; 0 < r < R_0); \quad (9)$$

$$u(r, 0) = 0, \quad -\frac{\partial u(R_0, \tau)}{\partial r} + \frac{q_c}{\xi} = 0, \quad u(0, \tau) \neq \infty, \quad \frac{\partial u(0, \tau)}{\partial r} = 0. \quad (10)$$

Решение дифференциального уравнения (9) при начальном и граничных условиях (10) имеет следующий вид:

$$u(r, \tau) = u = \frac{q_c \cdot R_0}{\xi} \left[3F_\tau - 0,1(3 - 5 \frac{r^2}{R_0^2}) - C_i \right], \quad (11)$$

где

$$C_i = \sum_{n=1}^{\infty} \frac{2}{\mu_n^2 \cdot \cos \mu_n} \cdot \frac{R_0 \cdot \sin(\mu_n \frac{r}{R_0})}{r \cdot \mu_n} \cdot \exp(-\mu_n^2 \cdot F_\tau), \quad F = \hat{a} \cdot \frac{\tau}{R_0^2};$$

ν, ξ, c' – коэффициенты, характеризующие особенности распространения упругой деформации в массе частицы: $\nu = \xi / (c' \cdot \rho)$.

После дифференцирования уравнения (11) по времени τ получили зависимость для расчета скорости нарастания удельной энергии деформации g_δ :

$$g_\delta = du/d\tau = \frac{q_c}{c' \cdot \rho \cdot R_0} \left[3 + \sum_{n=1}^{\infty} \frac{2}{\cos \mu_n} \cdot \frac{\sin(\mu_n \cdot \frac{r}{R_0})}{\mu_n \cdot \frac{r}{R_0}} \cdot \exp(-\mu_n^2 \cdot F_\tau) \right]. \quad (12)$$

Для расчетов важно знать усредненное значение удельной энергии деформации, в этом случае выражение (11) необходимо проинтегрировать в пределах $0 < r \leq R_0$; получим формулу для расчета средней интегральной удельной энергии деформации:

$$\bar{u} = 3 \frac{q_c \cdot \tau}{c' \cdot \rho \cdot R_0} = \frac{1}{\bar{n}} \cdot g_{\text{эци}} \cdot \tau; \quad q_c = \frac{R_0}{3} \cdot \rho \cdot g_{\text{эци}}; \quad g_a = d\bar{u} / d\tau = g_{\text{эци}} / \bar{n}. \quad (13)$$

Подставив выражение (13) в уравнения (8), получим следующее:

$$S - S_0 = \Delta S = A_0 \cdot g_{\text{изм}} \cdot [1 - \exp(-B \cdot \tau)], \quad A_0 = A / c'. \quad (14)$$

Входящая в состав уравнения (14) вновь образованная в процессе диспергирования известняка удельная поверхность определяется скоростью удельного энергоподвода $g_{\text{изм}}$ и величиной релаксационной составляющей $\exp(-B \cdot \tau)$, которая в условиях скоротечного процесса измельчения известняка с допустимой погрешностью может быть заменена линейной зависимостью $(1 - B \cdot \tau)$; тогда имеем следующее:

$$\exp(-B \cdot \tau) \approx (1 - B \cdot \tau) \quad \text{при } 0 < (B \cdot \tau) \leq 0,28. \quad (15)$$

Подставив выражение (15) в уравнение (14), получили следующую упрощенную формулу для расчета степени диспергирования в скоротечном процессе термомеханической обработки известняка:

$$S - S_0 = \Delta S = C_0 \cdot g_{\text{эци}} \cdot \tau_{\text{эци}} = C_0 \cdot Q_{\text{эци}} = \tilde{N}_0 \cdot K_2 \cdot (Q_{\text{ia}} + Q_{\text{эци}}), \\ \Delta S = C_0 \cdot \frac{K_2}{1 - K_2} \cdot Q_{\text{ia}} = C_0 \cdot K_3 \cdot \Delta \bar{T} \cdot c, \quad (16)$$

где $C_0 = A_0 \cdot B$ – опытный коэффициент.

Интенсивные механические воздействия на частицу обрабатываемого материала приводят к деформации структуры материала, к возникновению и росту концентрации дефектов кристаллической решетки, которые не только снижают механическую прочность материала, разрушают его, но и ослабляют химические связи вещества, повышают химическую активность материала, снижают энергию активации химической реакции E на величину энергии механической активации ε . При математическом описании процесса механической активации известняка мы исходили из того, что причиной ее возникновения является в основном тот же фактор, который вызывает процесс разрушения (измельчения) частиц материала, а именно возникновение и рост плотности дефектов структуры в объеме частицы.

Исходя из этого в первом приближении можно считать, что энергия механической активации ε пропорциональна плотности (концентрации) дефектов структуры:

$$\varepsilon \approx \alpha_1 \cdot n, \quad (17)$$

где α_1 – коэффициент пропорциональности, определяется опытом; n – количество дефектов структуры в единице объема частицы.

Из уравнений (5) и (17) находим n ; приравняв полученные выражения и подставив зависимость (16), получим следующее:

$$\frac{S - S_0}{\alpha} = \frac{\varepsilon}{\alpha_1} \Rightarrow \varepsilon = \psi_1 \cdot (S - S_0) = \psi_1 \cdot \Delta S = \psi_1 \cdot \tilde{N}_0 \cdot K_3 \cdot \Delta \bar{T} \cdot c, \quad (18)$$

где $\psi_1 = \alpha_1 / \alpha$ – коэффициент, определяется экспериментом.

Скорость процесса термической диссоциации карбонатов определяется по известным формулам [3]:

$$P = K_j \cdot S \cdot (1 - p / P_e);$$

$$K_j = K_0 \cdot \exp[-E / (R \cdot \bar{T})]; \quad P_e = P_0 \cdot \exp[-E / (R \cdot \bar{T})], \quad (19)$$

где K_0 , P_0 – предэкспоненциальные множители; p – парциальное давление углекислого газа в зоне обработки; P_e – упругость диссоциации известняка; E – энергия активации химической реакции (диссоциации); R – газовая постоянная.

После преобразования выражений (19) имеем следующее:

$$P = K_0 \cdot S \cdot \{\exp[-E / (R \cdot \bar{T})] - p / P_0\}. \quad (20)$$

В уравнении (1) выражение $(g_c - w) = g_{\text{не}}$ представляет собой мощность, идущую на нагрев единицы массы материала, тогда:

$$(g_c - w) \cdot \tau_{\text{ia}} = g_{\text{ia}} \cdot \tau_{\text{ia}} = Q_{\text{ia}} = (Q_{\text{ia}} + Q_{\text{эци}}) - K_2 \cdot (Q_{\text{ia}} + Q_{\text{эци}}) = \\ = (1 - K_2) \cdot (Q_{\text{ia}} + Q_{\text{эци}}) = \Delta \bar{T} \cdot c;$$

$$Q_{\text{эци}} = \frac{K_2}{1 - K_2} \cdot Q_{\text{ia}} = K_3 \cdot Q_{\text{ia}}; \quad K_3 = \frac{K_2}{1 - K_2} \Delta \bar{T} = \bar{T} - T_0. \quad (21)$$

В уравнении (20) P представляет собой отношение массы прореагировавшего в течение одной секунды известняка ко всей массе обрабатываемого материала.

Отношение массы прореагировавшего известняка ко всей его одновременно обрабатываемой массе является степенью обжига φ , в этом случае производительность установки можно представить в следующем виде:

$$P = d\varphi / d\tau \approx 1 / \tau_k, \quad (22)$$

где τ_k – время полной декарбонизации ($\varphi = 1$); $1 / \tau_k$ – усредненная скорость декарбонизации известняка; $g_c \cdot \tau_c = Q_c$ – удельные энергозатраты на процесс термомеханической обработки известняка; $\tau_c = \tau_k$ – время обработки материала.

С целью учета эффекта механической активации при термомеханической обработке материала уменьшим E в выражении (20) на величину ε (18), а также подставим выражение $\Delta \bar{T}$ из (16) и получим зависимость для расчета времени обжига известняка τ_k и производительности P установки как функции температурного напора $\Delta \bar{T}$:

$$\dot{\varphi} = \frac{d\varphi}{d\tau} = \frac{1}{\tau_k} = \\ = K_0 \cdot (\tilde{N}_0 \cdot K_3 \cdot \Delta \bar{T} \cdot c + S_0) \left\{ \exp \frac{-(E - \psi_1 \cdot C_0 \cdot K_3 \cdot \Delta \bar{T} \cdot c)}{R \cdot (\Delta \bar{T} + T_0)} - \frac{p}{P_0} \right\}. \quad (23)$$

Уравнение (23) позволяет рассчитать усредненную скорость обжига $d\varphi/d\tau = 1/\tau_k$ и время полной декарбонизации τ_k , зная которые можно определить текущее значение степени декарбонизации φ :

$$\varphi = \frac{d\varphi}{d\tau} \cdot \tau = \frac{1}{\tau_k} \cdot \tau, \quad 0 < \tau \leq \tau_k, \quad (24)$$

где τ – текущее время процесса обжига известняка.

С изменением степени декарбонизации φ в процессе обжига меняется и такой важный для практических целей показатель, как активность обрабатываемой известковой массы A_k , расчет которой выполняется по ниже представленной формуле А.В. Волженского [4]:

$$A_k = \frac{CaO + MgO - 1,27 \cdot \dot{\varphi}' \cdot (1 - \varphi)}{CaO + MgO + S' + \dot{\varphi}' \cdot (1 - \varphi)}, \quad 1 - \frac{CaO + MgO}{1,27 \cdot \dot{\varphi}'} \leq \varphi \leq 1, \quad (25)$$

где CaO , MgO – содержание оксидов кальция и магния в известняке, %; S' – суммарное содержание в известняке $SiO_2 + R_2O_3$, %; P – потери при прокаливании, %; φ – степень декарбонизации известняка в процессе термомеханической обработки и A_k – активность обрабатываемой известковой массы, выраженные в долях единицы.

Если известна требуемая технологией производством величина активности используемой известковой массы A_k , тогда можно рассчитать степень декарбонизации φ обрабатываемого материала по полученной из уравнения (25) формуле:

$$\varphi = 1 - \frac{(\tilde{N}aO + MgO) \cdot (1 - A_k) - A_k \cdot S'}{\dot{\varphi}' \cdot (1,27 + A_k)}. \quad (26)$$

Для расчета времени τ_k полной декарбонизации известняка ($\varphi = 1$) и усредненной скорости процесса обжига $1/\tau_k$ (уравнение (23)) необходимо знать скорость удельного энергоподвода g_c , которая в конечном итоге определяется величиной потребляемой (установленной) мощности N_y :

$$g_n = \frac{N_o}{m} \cdot \eta_o = \frac{N_o}{V_i \cdot \rho} \cdot \eta_o, \quad (27)$$

где η_y – КПД установки; N_y – мощность установки; $m = V_n \cdot \rho_{nc}$ – масса одновременно обрабатываемого известняка; ρ_{nc} – насыпная плотность материала.

Процесс термомеханической обработки известняка складывается из двух следующих друг за другом периодов – периода нагрева известняка от температуры T_0 до температуры обжига T с измельчением его от S_0 до S и периода обжига известняка. Время τ_k полной декарбонизации ($\varphi = 1$) рассчитывается по формуле (23), а время нагрева τ_{nc} материала до температуры обжига (диссоциации) T определяется по следующей формуле, полученной из выражений (1), (21) и (27):

$$\tau_{ia} = \frac{Q_{ia}}{g_n} = m \cdot \frac{\Delta T \cdot c}{N_o \cdot \eta_o \cdot (1 - K_2)}. \quad (28)$$

Поскольку период нагрева и период диссоциации следуют друг за другом, скорость удельного энергоподвода в период термической диссоциации g_{disc} распространяем и на период нагрева + измельчение, то есть $g_c = g_{nc} + g_{изм}$.

Исследования на экспериментальной установке показали, что степень измельчения ΔS в период диссоциации известняка практически не меняется, то есть с допустимой погрешностью можно считать, что $\tau_{изм} \approx \tau_{nc}$.

Для получения в процессе термомеханической обработки известковой массы с активностью A_k , тониной помола S при производительности установки Π кроме установленной мощности N_y , необходимо обеспечить требуемое время пребывания τ_{np} в зоне обработки, причем

$$\tau_{np} = \tau_c = \tau_k. \quad (29)$$

При решении этой задачи мы исходили из следующего. В процессе обработки известняка в измельчающей установке на него действуют сила трения $F \cdot f$, препятствующая перемещению его как в радиальном направлении, так и по окружности ротора, а также сила сопротивления Кориолиса $F_{кор}$. Составим энергетический баланс:

$$N_o \cdot \eta_o = F \cdot f \cdot \bar{v}_{\partial a} + F \cdot f \cdot \bar{v}_{i \partial} + F_{Ei \partial} \cdot \bar{v}_{i \partial}; \quad (30)$$

$$F = p' \cdot \pi \cdot R_o^2, \quad \bar{v}_{\partial a} = R_o / \tau_{i \partial};$$

$$\bar{v}_{i \partial} = 2 \cdot \pi \cdot \frac{R_o}{2} \cdot n, \quad F_{Ei \partial} = 2 \cdot \omega_{i \partial} \cdot v_{i \partial} \cdot m; \quad (31)$$

$$\omega_{i \partial} = 2 \cdot \pi \cdot n, \quad v_{i \partial} = \bar{v}_{\partial a}, \quad F_{Ei \partial} = 2 \cdot \pi \cdot n \cdot \frac{R_o}{\tau_{i \partial}} \cdot m, \quad (32)$$

где $\bar{v}_{\partial a}$ и $\bar{v}_{окр}$ – усредненные скорости движения материала по радиусу и по окружности истирающего элемента (ротора) установки соответственно; n – число оборотов ротора в единицу времени; $\omega_{нep}$ – скорость вращения системы отсчета (ротора); R_p – радиус ротора; p' – создаваемое в процессе обработки давление на слой материала.

Подставив выражения (31) и (32) в уравнение энергетического баланса (30) и выполнив соответствующие математические преобразования, получим следующее:

$$g_n = \frac{N_o}{m} \cdot \eta_o = p' \cdot \pi \cdot R_o^3 \cdot f \cdot \left(\frac{1}{\tau_{i \partial}} + \pi \cdot n \right) \cdot \frac{1}{m} + 2 \cdot \pi^2 \cdot n^2 \cdot \frac{R_o^2}{\tau_{i \partial}}. \quad (33)$$

Решая уравнение (33) относительно необходимого давления p' на слой истираемого материала, получим следующую зависимость:

$$p' = \frac{\frac{N_o}{m} \cdot \eta_o - 2 \cdot \pi^2 \cdot n^2 \cdot \frac{R_o^2}{\tau_{i \partial}}}{\pi \cdot R_o^3 \cdot f \cdot \left(\frac{1}{\tau_{i \partial}} + \pi \cdot n \right) \cdot \frac{1}{m}} = \frac{g_n - 2 \cdot \pi^2 \cdot n^2 \cdot \frac{R_o^2}{\tau_{i \partial}}}{R_o \cdot f \cdot \left(\frac{1}{\tau_{i \partial}} + \pi \cdot n \right)} \cdot \delta_l \cdot \rho_{in}, \quad (34)$$

где $m = R_p^2 \cdot \delta_l \cdot \rho_{nc}$; δ_l – толщина слоя обрабатываемого материала.

При заданной производительности Π , известных диаметре ротора ($2 \cdot R_p$) и степени обжига $\varphi = 1$ имеем следующее значение времени пребывания τ_{np} известняка в зоне обработки:

$$\tau_{i \partial} = \tau_e = \frac{m}{\dot{I}} = \frac{V_i \cdot \rho_{in}}{\dot{I}} = \frac{\pi \cdot R_o^2 \cdot \delta_l \cdot \rho_{in}}{\dot{I}}. \quad (35)$$

Подставив выражение времени τ_{np} в уравнение (23), получим следующее:

$$\tau_{i \partial} = \left[K_o \cdot (C_o \cdot K_3 \cdot \Delta T \cdot c + S_o) \cdot \left\{ \exp \left(\frac{(E - \psi_1 \cdot C_o \cdot K_3 \cdot \Delta T \cdot c)}{R \cdot (\Delta T + T_o)} \right) \cdot \frac{p}{P_o} \right\} \right]^{-1} = \frac{\pi \cdot R_o^2 \cdot \delta_l \cdot \rho_{in}}{\dot{I}}. \quad (36)$$

Решая уравнение (36) относительно ΔT , получим значение температуры T обжига известняка, при которой достигается требуемая производительность установки Π .

Представленные зависимости позволяют рассчитать основные параметры термомеханической обработки известняка не только для случая его полного обжига ($\varphi = 1$), но и для случая частичного обжига ($0 < \varphi < 1$), что дает возможность регулировать активность A_k выходящей из установки известковой массы (26). При частичном обжиге известняка удельные энергозатраты на процесс термомеханической обработки снижаются в сравнении с полным обжигом, а это требует сокращения времени пребывания материала в зоне обработки, уменьшения диаметра ротора установки, что не всегда удобно. В этом случае целесообразно сохранить время пребывания τ_{np} и диаметр ротора для случая полного обжига, но снизить скорость удельного энергоподвода $g'_c < g_c$, что практически достигается снижением давления p' на слой обрабатываемого материала (34). Исходя из этого имеем следующее:

$$g_n = [Q_{ia} + Q_{эч} + (Q_n - Q_{ia} - Q_{эч})] / \tau_e,$$

$$g'_n = [Q_{ia} + Q_{эч} + (Q_n - Q_{ia} - Q_{эч}) \cdot \varphi] / \tau_e \Rightarrow$$

$$\frac{g'_n}{g_n} = \frac{Q_{ia} + Q_{эч}}{Q_n} \cdot (1 - \varphi) + \varphi;$$

$$g'_n = g_n \cdot \left[\frac{Q_{ia} + Q_{эч}}{Q_n} \cdot (1 - \varphi) + \varphi \right]. \quad (37)$$

Подставив выражение для g'_c (37) в уравнение (34) вместо g_c , получим величину давления p'_l на слой обрабатываемого материала при частичном обжиге известняка ($0 < \varphi < 1$).

Представленные зависимости описывают нагрев, измельчение, механическую активацию и обжиг известняка, влияние каждого процесса друг на друга и на термомеханическую обработку материала в целом, на получение известковой массы с заданной активностью и дисперсностью. Разрабатываемая технология позволяет отказаться от использования громоздких, трудноуправляемых обжиговых печей и организовать производство строительной извести на базе малогабаритных, легкоуправляемых, энергосберегающих термомеханических модулей обжига карбонатного сырья.

Список литературы

1. Лыков А.В. Теория теплопроводности. М.: Высшая школа. 1967. 600 с.
2. Закгейм А.Ю. Введение в моделирование химико-технологических процессов. Математическое описание процессов. М.: Химия. 1973. 224 с.
3. Ростовцев С.Т. Теория металлургических процессов. М.: Черная и цветная металлургия. 1956. 508 с.
4. Волженский А.В. Минеральные вяжущие вещества: учебн. для вузов. 4-е изд., перераб. и доп. М.: Стройиздат. 1986. 464 с.

А.Б. ПЕТРУХИН, канд. техн. наук; О.П. СМИРНОВА, инженер,
Ивановский государственный архитектурно-строительный университет

Перспективы развития деревянного домостроения в России

Дерево — экологически чистый возобновляемый материал. Если правильно осуществлять вырубку леса и вовремя заниматься лесопосадками, это практически неисчерпаемый ресурс для нужд человека.

Не утратили актуальности постройки из цельного леса — бревенчатые срубы и стены из бруса. До сих пор эталоном самого лучшего дома для человека служит бревенчатая изба в силу уникальной способности бревна служить одновременно теплоизолирующим элементом и вентилировать помещение. Перпендикулярно волокнам проходит тепловой поток, а продукты жизнедеятельности человека, токсины проходят через каналы ствола к торцам сруба и удаляются. Поэтому в бревенчатом доме дышится легко. Происходит естественная вентиляция по так называемой вытеснительной схеме без сложных автоматизированных систем механической вентиляции. На долю антропоксинов приходится 2/3 вредных веществ в жилом помещении, и их удаление — центральная проблема обеспечения гигиенической комфортности жилья. Насыщение воздуха антропоксинами в панельном доме или бревенчатой избе, собственно, и определяет различное самочувствие человека в этих помещениях.

Дерево — достаточно прочный, легко обрабатываемый строительный материал, в нем не накапливается электростатика, оно не дает никаких излучений, а также обладает низкой теплопроводностью.

Различные виды древесины, ее плотность, свилеватость представляют массу возможностей с технической и декоративной точек зрения. Высокое качество строительного материала из дерева, производимого на деревообрабатывающих предприятиях при использовании техники высокой точности, обеспечивают простоту сборки дома, а выгодное соотношение собственной массы и прочности дерева, небольшая масса отдельных элементов конструкции позволяет избежать сложностей при транспортировке и монтаже. При равной жилой площади застройки деревянного дома занимает на 10% меньше земли.

Хорошо выполненная теплоизоляция значительно снижает расходы на отопление, а также выброс углекислоты в атмосферу. При строительстве деревянного дома легко достичь высокой степени энергосбережения. Во-первых, само дерево обладает очень низкой теплопроводностью, во-вторых, конструкционная технология позволяет использовать достаточно толстые слои утеплителя. Небольшая разница температуры между деревянными стенами и воздухом в помещении препятствует возникновению неприятных сквозняков в доме и образованию плесени.

Современные деревянные дома легко и недорого перестраиваются. Поскольку спрос на индивидуальные дома в процессе развития среднего класса в России будет расти, перед деревянным домостроением открываются широкие перспективы на российском рынке.

Российский средний класс, в том числе и в Ивановской области, стремится к приобретению атрибутов социального статуса, которые имеет аналогичный социальный слой на Западе. Одним из таких атрибутов является проживание в современном индивидуальном загородном доме.

К факторам, обуславливающим перспективность деревянного домостроения для постоянного проживания, можно отнести следующие:

- недоступность кирпичных и каменных индивидуальных домов для подавляющего большинства населения в связи с их высокой стоимостью;
- длительность сроков строительства кирпичных и каменных индивидуальных домов и связанное с этим увеличение издержек на производство работ;
- огромные запасы, доступность, относительная дешевизна ресурсов для деревянного домостроения и сравнительно простые технологии;
- развитие деревянного домостроения хорошо вписывается в стратегию лесопромышленного комплекса России;
- строительство деревянных домов может быть осуществлено с разной степенью готовности в условиях промышленного (заводского) производства и последующей сборки на строительной площадке;
- в процессе развития деревянного домостроения может быть полностью использована местная рабочая сила и ее трудовые навыки;
- возможность разделения технологического процесса деревянного домостроения, часть которого потребитель может выполнить самостоятельно, сокращая тем самым издержки на приобретение жилья;
- экологическая безопасность жилища и энергосбережение при эксплуатации деревянного дома.

Существуют также общие социально-экономические предпосылки для развития индивидуального домостроения:

- изношенность, необходимость расселения и обновления жилищного фонда типовой застройки;
- высокая степень износа городских инфраструктурных коммуникационных сетей и сооружений. Реальная неспособность муниципальных бюджетов сегодня финансировать обновление и ремонт инфраструктурных сетей в необходимом объеме автоматически ведет к переносу центра тяжести затрат по эксплуатации коммунального хозяйства (до 100%) на квартиросъемщиков, а следовательно, к значительному удорожанию стоимости для них содержания квартир в типовом жилье. Наряду с этим остается угроза аварийности сетей, влекущая угрозу безопасности жилища, жизнедеятельности и здоровью населения;
- нерациональное использование и заселение земель (70% населения России сосредоточено сегодня на 5% территории страны), проблема заброшенности

территорий, в том числе пригородных, необходимость их облагораживания и застройки;

- появившаяся в последние годы в российском обществе и нарастающая тенденция к индивидуализации личности, стремление к повышенной комфортности собственного жилища.

Рынок индивидуального деревянного домостроения в России пока не насыщен, что определяется следующими факторами:

- недостаток стартовых средств для развертывания новых проектов у предприятий строительной и деревообрабатывающей отраслей;
- сложность получения кредитов на строительство жилищных поселков и процедуры выделения земли;
- неразвитость системы финансирования жилищного строительства, в частности ипотечного жилищного кредитования в России;
- проблемы, связанные с регламентированием частного домовладения в России: собственности на землю, землеотвод, лицензирование строительства и др.;
- слабое развитие пригородной инфраструктуры в регионах России, низкое качество дорог;
- недоверие части потребителей к деревянным домам, связанное со спецификой социально-психологических характеристик российского менталитета: древесина традиционно считается приемлемым материалом скорее для дач, чем для постоянного жилья.

Общие запасы древесины в России оцениваются в 80,5 млрд м³, что составляет около 21% мировых запасов. Запасы на корню, расположенные на территории Рослесхоза, составляют 70,6 млрд м³, из которых 50,8 млрд м³ представлены хвойными породами. Доля спелых и перестойных лесов высока и составляет 42 млрд м³, из которых 38,4 млрд м³ – хвойные породы. Это, а также местные климатические условия объясняет, почему годовой рост лесов достаточно низок, в среднем лишь около 1,2 м³/га. Большая часть лесных запасов России находится в Сибири.

В Ивановской области общая площадь лесов составляет 805 тыс. га, в том числе покрытая лесом – 702 тыс. га. Площадь не покрытых лесом земель уменьшилась до 13,6 тыс. га. Площадь хвойных лесов почти 380 тыс. га, что составляет 54% всей площади. Только за последние 10 лет проведены лесовосстановительные работы на площади 48 тыс. га, в том числе посадка леса на 35 тыс. га.

Таким образом, в России, в частности в Ивановской области, имеется достаточное количество лесных ресурсов, пригодных для производства строительных материалов, однако способы обработки и ухода за лесными массивами развиты недостаточно.

Эксплуатация лесных ресурсов часто затруднена из-за больших расстояний, низкого качества дорог, а также из-за применяемой политики использования. Заготовка почти полностью базировалась на сплошной рубке, и все леса, пригодные к промышленному использованию, часто заготавливались поблизости от крупных лесопромышленных предприятий. Это привело к нехватке древесины и увеличению цен на древесное сырье в некоторых районах. Новые методы промежуточной, селективной и санитарной рубки начали применять лишь в конце 90-х гг. прошлого века.

В настоящее время не представляется возможным объективно оценить уровень развития деревянного домостроения в России, так как данный вид строительства пока не превратился в индустрию.

Деревянное домостроение за редким исключением осуществляется в сельской местности и пригородах индивидуально самими потребителями по технологиям, которые использовали в России еще в прошлом веке. Строительство садовых домиков, распростра-

нившееся повсеместно в России в последние 30 лет, имеет реальную связь с промышленным производством, так как материалы для садовых домиков долгое время производила деревообрабатывающая промышленность.

Поэтому технологический процесс строительства деревянных домов для постоянного проживания, организованный по новым технологиям, только осваивается строителями. Примером такого освоения может служить первый опыт в Тверской и Самарской областях.

Использование преимуществ деревянного домостроения перед другими видами строительства потребует в первую очередь перевооружения технологической базы.

В Ивановской области, несмотря на очевидные преимущества деревянного домостроения, развитию указанных технологий не уделяется должного внимания. Доля деревянных домов в ивановском малоэтажном жилищном фонде в последние годы составляет около 30%. Это явно не соответствует ни европейскому опыту, ни имеющимся возможностям региональной строительной деревообработки, ни тем более перспективам развития малоэтажного домостроения в области. Однако в стратегии жилищной политики Ивановской области этот сектор никак не обозначен.

Специалистами Ивановского государственного архитектурно-строительного университета обоснована техническая возможность, хозяйственная необходимость и экономическая целесообразность этого направления строительной индустрии. Разработаны конкретные мероприятия и предложения к исполнительной власти муниципальных образований области включения их в целевые муниципальные программы «Жилище» в 2006–2010 гг. в рамках реализации национального проекта «Доступное и комфортное жилье – гражданам России».

Собственные ресурсы предприятий, которые могут развивать деревянное домостроение на промышленной основе, незначительны. Единственным источником средств для реализации строительных проектов являются средства потребителей, а также предприятий за счет повышения эффективности расходования ресурсов. Для деревообрабатывающих предприятий существует возможность аккумулировать ресурсы за счет сокращения экспорта продукции на международный рынок. Такое решение может ухудшить положение предприятия на краткосрочный период, но на долгосрочный период принятие данной меры позволит получить большую прибыль. В этом случае предприятию понадобятся дополнительные внешние источники финансирования на период до реализации проекта.

Таким источником финансирования может стать региональный или муниципальный бюджет, заинтересованность которого в реализации проектов деревянного домостроения обусловлена необходимостью разгрузки городского центра; возможностью решения проблем благоустройства пригородной зоны, строительства дорог и пригородной инфраструктуры; расширением налоговой базы местного и регионального бюджетов; высвобождением городских квартир для удовлетворения потребностей очередников и других категорий граждан, имеющих право на льготы при приобретении жилья.

Формы участия бюджета в финансировании деревянного домостроения могут быть различными – прямое кредитование предприятий; налоговые льготы; списание части задолженности предприятия; предоставление сырья для деревообрабатывающего предприятия по сниженным ценам.

При этом индивидуальные дома могут включаться в жилищную программу муниципалитета или регио-

нального правительства (в этом случае кредит от бюджета получает потребитель, а не строительная организация).

Источником финансирования может стать банк или иная кредитная организация. Сложность получения данного источника средств для строительного предприятия или предприятия деревообрабатывающей промышленности заключается в том, что в настоящее время чрезвычайно сложно рассчитывать на долгосрочный кредит, необходимый при современном уровне развития деревянного строительства в России. В связи с этим об использовании ресурсов банка для реализации проектов деревянного домостроения можно говорить при условии, что данные проекты имеют стопроцентную гарантию быть реализованными в короткий срок, то есть существует полная уверенность в потребителе, застройщике, поставщиках сырья, сроках лицензирования и согласования, сроках исполнения работ и реализации построенного жилья.

Основой для сотрудничества между строительной организацией и банком может стать договор долгосрочной ипотеки на объект застраиваемой недвижимости, однако опыт такого рода не распространен в регионах России. Такая возможность на сегодняшний день является скорее перспективой, чем реальностью.

Еще одним источником средств для развития деревянного домостроения являются денежные ресурсы потребителей. В качестве инвестиций в деревянное домостроение они могут привлекаться через механизмы долевого строительства или через организацию потребительского кооператива.

Из анализа перспектив развития рынка индивидуального деревянного домостроения следуют практические выводы:

- эффективность проектов деревянного домостроения зависит от количества и степени вовлеченности в процесс потенциально заинтересованных организаций — строительной компании, деревообрабатывающего предприятия, местной администрации, банка, риелторского агентства;
- формами такого сотрудничества может стать заключение двухсторонних или многосторонних договоров, организация корпорации, холдинга;
- на эффективности реализации проектов деревянного домостроения может положительно сказаться включенность их в жилищные программы с использованием механизмов ипотеки или иных форм долгосрочного жилищного кредитования;
- для успешной реализации проектов деревянного домостроения необходимо проведение масштабного исследования рынка.

Перед переходом на массовое строительство необходимо реализовать несколько пилотных проектов в целях испытания и демонстрации конкурентоспособности и качества деревянного домостроения.

Идея экспериментального строительства заключается в практическом тестировании и улучшении исполнения проектных работ, а также в общей концепции маркетинга производства домов, находящихся в стадии развития. Другой целью экспериментального домостроения является практика и обучение рабочего персонала. Для этой цели обычно используют несколько домов для каждого из потребительских сегментов.

Все мероприятия по развитию деревянного домостроения должны осуществляться по единому плану, включающему экономическое обоснование, технологическое обеспечение и поэтапный организационный план работ на долгосрочный период и обращенному ко всем заинтересованным в развитии деревянного домостроения организациям.

Компания "ВНИИР"

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



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

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



Испытание лакокрасочных материалов
Весовое оборудование
Приборы неразрушающего контроля качества
Приборы для измерения температуры и влажности
Геодзическое 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



СТРОИТЕЛЬНОЕ ЛАБОРАТОРНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

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

О.Н. КРАСАВИНА, канд. техн. наук;
 А.А. ЯКОВЛЕВА, зав. сектором системного математического обеспечения ОМО ЦНИТ,
 Ивановский государственный архитектурно-строительный университет

Опыт работы ИГАСУ в области автоматизации организационно-технологического проектирования в строительстве

В настоящее время общепризнана ключевая роль автоматизации проектирования в решении задач интенсификации разработки и повышения качества проектной документации. В последние годы большинство отечественных проектных фирм осуществляет переход от компьютеризации отдельных, наиболее трудоемких видов работ к системам автоматизированного проектирования (САПР). Из имеющих приложение в области архитектуры и строительства наиболее широкое распространение получили такие САПР, как AutoCAD, ArchiCAD, ARKO, «Компас», UniCAD и др. Они в основном предназначены для автоматизации проектирования архитектурно-строительной и конструкторской документации и используются проектными фирмами для разработки соответствующих разделов проекта.

В строительных и проектных фирмах, занимающихся организационно-технологическим проектированием (ОТП), уровень автоматизации проектных работ пока низок. Это объясняется прежде всего отсутствием САПР для разработки организационно-технологической документации. Все отечественные разработки в этой области направлены на решение лишь отдельных, наиболее трудоемких задач ОТП, таких как определение объемов строительно-монтажных работ, выбор машин и механизмов и т. п.

Комплексный подход к автоматизации организационно-технологического проектирования предпринят ОАО «ПКТИпромстрой» и НТЦ «Гектор» (г. Москва), где ведется работа по созданию автоматизированного рабочего места проектировщика-технолога (АРМ ПОС и АРМ ППР).

На кафедре технологии строительного производства ИГАСУ совместно с Центром НИТ в течение более 10 лет осуществляется разработка методики автоматизированного проектирования организационно-технологической документации и ведутся работы по созданию САПР, ее реализующей.

Одним из этапов проектирования организационно-технологической документации является разработка технологических карт. Это сложный и трудоемкий процесс. Для его автоматизации разработана модель, позволяющая реализовать эту задачу с использованием новых информационных технологий.

На рис. 1 представлена схема информационного обеспечения модели автоматизированного проектирования технологической карты (ТК).

Из схемы видно, что для эффективной организации автоматизированного проектирования требуется большой объем исходной информации, представленной первоначально в форме технической, организационно-

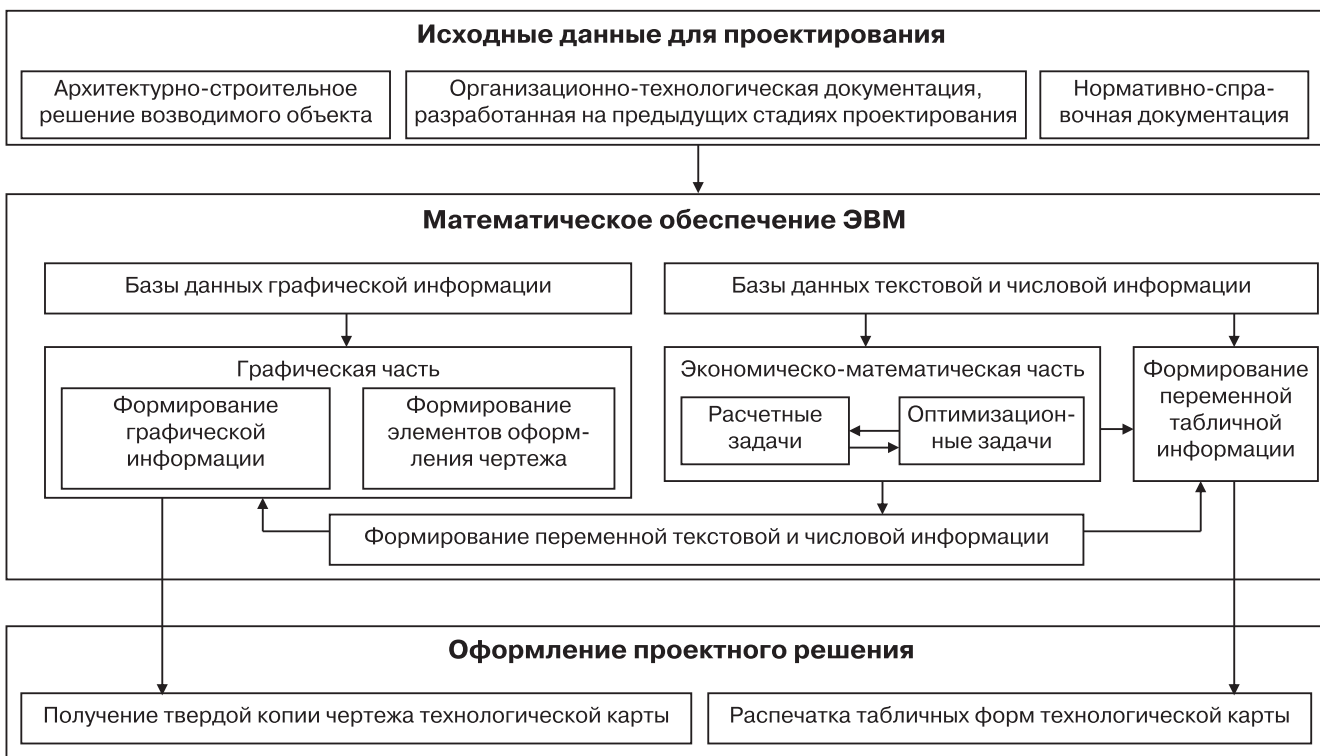


Рис. 1. Схема информационного обеспечения модели автоматизированного проектирования технологической карты

технологической и нормативно-справочной документации. Значительная часть исходной информации, прежде всего нормативно-справочной, формализована в виде массива постоянной информации, представляющего базы данных графической, текстовой и числовой информации.

В процессе автоматизированного проектирования технологической карты формируются массивы переменной информации — текстовой, числовой, табличной и графической.

Массивы текстовой, числовой и табличной информации создаются в результате решения расчетных и оптимизационных задач. Массив графической информации является результатом работы программных модулей, реализующих графические построения элементов чертежа ТК с учетом данных массива переменной текстовой и числовой информации.

Из сформированного массива графической информации, включающего как элементы чертежа ТК, так и его оформления (штамп, рамка), программным средством на экране компьютера создается виртуальный чертеж ТК. Он может быть сохранен в виде файла или преобразован в твердую копию на печатающем устройстве.

Необходимые сведения из массивов переменной текстовой и табличной информации распечатываются как приложения к чертежу технологической карты.

На основе данной модели созданы САПР технологических карт на следующие виды работ:

- монтаж конструкций одно- и многоэтажных зданий из сборного железобетона [1];
- разработка грунта в котлованах одноковшовыми экскаваторами с различным рабочим оборудованием (прямая, обратная лопата и драглайн) [2];
- устройство ленточных фундаментов из сборного и монолитного железобетона [3];
- кирпичная кладка стен [4].

Данные САПР имеют современный интерфейс, выполненный в виде диалогового окна с несколькими вкладками, расположенными в последовательности проектирования разделов ТК (рис. 2, 3).

САПР включают программные средства (ПС), а также обеспечивающие их работу массивы постоянной информации в виде баз данных (БД) и библиотек рисунков (БР). ПС, БД и БР представляют собой приложения к графической системе AutoCAD. Программные модули для решения расчетно-оптимизационных задач реализованы на языке Microsoft VBA, а для графических построений — AutoLISP.

Разработанные САПР имеют единую структуру и включают программные средства и базы данных для выполнения традиционных разделов технологической карты:

- программные средства для определения объемов работ; выбора ведущей машины для производства работ; формирования оптимального комплекта машин; расчета, оптимизации и построения календарного графика; расчета и построения технологических схем производства работ; расчета технико-экономических показателей ТК;
- текстовые базы данных: область применения ТК; техника безопасности; материально-технические ресурсы (машины, инструменты, приспособления и инвентарь); технические и стоимостные характеристики строительных машин;
- библиотеки рисунков: схем операционного контроля качества работ; строительных машин (для ТК на земляные работы — экскаваторов, экскавационного оборудования и автосамосвалов, для устройства фундаментов — самоходных стреловых и башенных кранов, бетононасосов, бетоновозов и т. п.); схем операционного контроля качества; схем строповки и складирования строительных конструкций и материалов.

Рис. 2. Пример закладки САПР для ввода исходных данных и выбора комплекта машин

Рис. 3. Пример закладки САПР для расчета календарного графика

Из ПС, входящих в состав САПР ТК, особый интерес представляет интегрированный программный комплекс для выбора оптимального комплекта монтажных кранов — «KРАН-2». Он состоит из нескольких ПС, используемых как самостоятельно, так и в однопакетном режиме, когда результаты работы одной программы автоматически передаются в другие. Программный комплекс «KРАН-2» реализует принципиально новый подход к автоматизированному выбору монтажных кранов по техническим параметрам. Выбор осуществляется с помощью ПС по виртуальным графикам грузových характеристик крана, которые строятся этим программным средством на основе базы данных, содержащей координаты характерных точек кривых грузоподъемности. База включает координаты более 160 графиков грузоподъемности для 35 кранов. Для создания данной базы было разработано ПС, позволяющее с высокой точностью трансформировать графическую информацию в аналитическую, чего не достигалось ранее.

Текстовые базы данных и библиотеки рисунков, используемые САПР ТК на отдельные виды работ, объединены в единую базу данных. Она включает графическую (библиотеки рисунков строительных конструкций и материалов; строительных машин, механизмов и приспособлений); схем операционного качества работ — СОКК и др.) и текстовую часть (технические характеристики машин и механизмов; характеристики строительных конструкций, строповочных приспособлений и инвентаря; требования техники безопасности и т. д.).

База данных имеет разветвленную структуру каталогов и состоит из файлов-чертежей формата AutoCAD и текстовых файлов. Отдельно взятый файл-чертеж со-

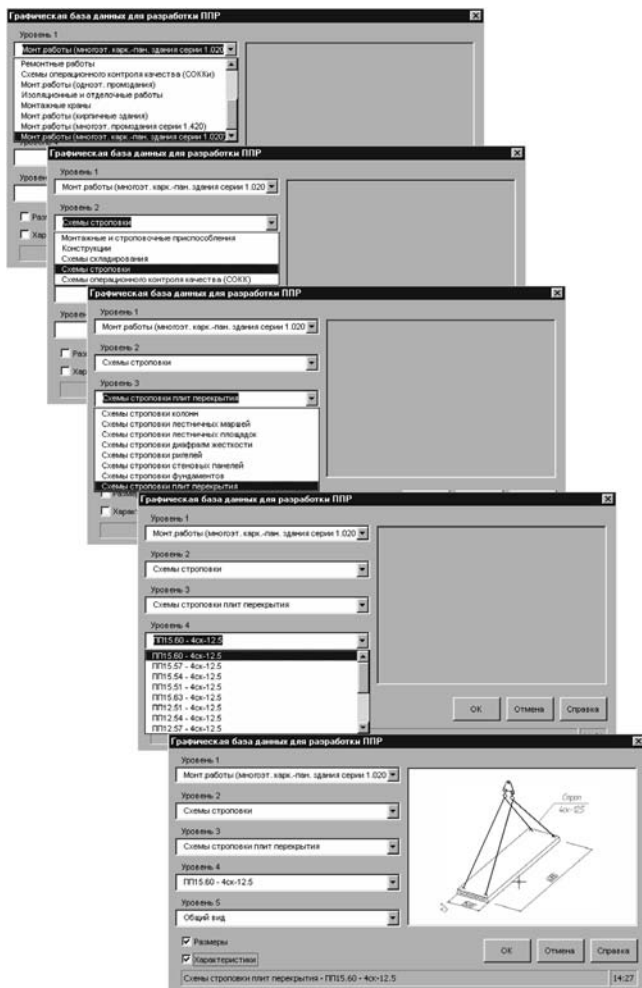


Рис. 4. Пример работы программного средства с графическими базами

стоит из нескольких слоев, например для строительных конструкций файл включает: слой размеров, слой технических характеристик и слой непосредственно чертежа конструкции. Слои обеспечивают быстрое редактирование графического примитива и возможность автоматического отключения ненужной на данный момент информации.

С целью облегчения работы с базами данных и библиотеками рисунков было создано программное средство, которое позволяет обращаться к базам, просматривать их и выбирать необходимые блоки и рисунки для дальнейшего использования, что значительно сокращает время на разработку технологических схем, карт и т. д. Пример работы программного средства представлен на рис. 4.

Этапы работы программного средства соответствуют уровням классификатора-каталога. На первом этапе пользователь выбирает требуемый ему вид строительного-монтажных работ. При этом автоматически формируется список из имеющихся в БД ресурсов по данному виду работ, из которого на втором этапе пользователь выбирает необходимый ресурс: конструкцию, СОКК, схемы строповки и др. На третьем этапе выбирается требуемый тип приспособления, конструкции, схемы и т. п. На четвертом этапе уточняется марка конструкции, приспособления и т. п. На пятом этапе пользователь выбирает вид графического примитива, необходимый для вставки в соответствующий раздел ТК.

В локальном режиме данное программное средство позволяет добавлять записи базы, корректировать их, а

также выводить на печать информацию баз как целиком, так и по частям.

Разработанные САПР позволяют за счет сокращения времени на трудоемкие расчетные и чертежные работы осуществлять вариантное проектирование производства работ и оптимизировать принимаемые решения. САПР обеспечивают быструю и качественную разработку технологических карт на производство строительного-монтажных работ в строгом соответствии с ГОСТ и СПДС.

На базе сформированной библиотеки рисунков монтажных кранов изданы справочники «Стреловые самоходные краны» [5] и «Башенные строительные краны» [6], которые используются студентами и преподавателями не только ИГАСУ, но и других вузов строительного профиля, а также специалистами различных строительных организаций.

Созданные программные комплексы для автоматизации организационно-технологического проектирования внедрены в учебный процесс ИГАСУ. Наиболее активно они используются студентами специальности «Промышленное и гражданское строительство», для которой в 1993 г. выпускающими кафедрами «Технология строительного производства» и «Строительные конструкции» совместно с Центром НИТ разработана и внедряется специальная система обучения новым информационным технологиям. Методика реализации этой системы представлена в сформированном комплексе документов, названном «Учебно-методический комплекс для подготовки студентов на базе НИТ» [7].

Внедрение этой системы позволяет осуществить информатизацию процесса обучения с целью подготовки специалистов нового уровня, готовых к деятельности в информационном обществе.

Список литературы

1. Красавина О.Н., Якимичев П.В. Использование программных продуктов для автоматизации графических построений в курсовом проекте по «Технологии строительных процессов» // Опыт информатизации образования в институте: состояние и перспективы: Сб. статей к конф. Иваново: ИИСИ. 1995. С. 62–64.
2. Красавина О.Н., Якимичев П.В., Середенко А.А., Климентьев А.В. К вопросу автоматизации организационно-технологического проектирования в строительстве // X Российско-польский семинар «Теоретические основы строительства». Доклады: Строительный факультет Варшавского политехнического университета. Варшава. 2001. С. 393–396.
3. Красавина О.Н., Климентьев А.В., Середенко А.А. Проектирование технологических карт на устройство ленточных фундаментов // Сб. статей VIII Междунар. науч.-технич. конференции «Информационная среда вуза». Иваново. 2001. С. 73–76.
4. Красавина О.Н., Середенко А.А. Проектирование технологических карт на возведение кирпичных стен // Сб. статей IX Междунар. науч.-технич. конференции «Информационная среда вуза». Иваново. 2002. С. 208–210.
5. Стреловые самоходные краны: Справочник / Сост.: О.Н. Красавина, М.В. Неустроева, В.В. Васохин и др. Иваново. Иванов. гос. арх.-строит. акад. 1996. 160 с.
6. Башенные строительные краны: Справочник / Под ред. О.Н. Красавиной. 2-е изд., перераб. и доп. Иваново: Иванов. гос. арх.-строит. акад. 2002. 38 с.
7. Красавина О.Н., Елин Д.А. Учебно-методический комплекс для подготовки студентов по системе сквозного обучения на базе НИТ ИГАСУ // Опыт информатизации образования в высшей школе: состояние и перспективы: Сб. статей к конф. Иваново: ИГАСУ. 1996. С. 96–99.

Н.А. КВАШНИНА, д-р эконом. наук,
Ивановский государственный архитектурно-строительный университет

Видовая классификация экономического роста с учетом инвестиционной активности: мезоэкономический аспект

Традиционная типология экономического роста сводится к выделению интенсивного и экстенсивного типов роста. Однако если посмотреть на эту проблему с точки зрения факторов, вызывающих экономический рост, то можно значительно расширить теорию экономического роста и общественного воспроизводства. Авторами предложено рассматривать в качестве технологических факторов инвестиции. Между ними и экономическим ростом установлена связь и сформулирована гипотеза о наличии двух типов экономического роста с учетом инвестиционной активности: экономического роста с инвестиционным натиском и экономического роста без инвестиционного натиска. Кроме того, на основе изменений, происходящих в институциональной среде в результате адаптации инноваций и инвестиций, дополнительно выделяется инновационно-инвестиционный тип роста экзогенного и эндогенного характера. Вместе с тем видовую классификацию экономического роста с учетом инвестиционной активности вряд ли стоит ограничивать вышеперечисленными типами; изучение значительного объема эмпирического материала, прежде всего регионального, дает основания для раздвижения ее границ как в теоретическом, так и в прикладном направлениях.

Экономический рост без инвестиционного натиска является инерционным по своему характеру, обеспечивается за счет использования накопленных в прошлом производственных мощностей и ресурсов без осуществления инвестиций, прежде всего в основной капитал. В экономической литературе встречаются различные синонимы этого роста — безинвестиционный, экстенсивный, восстановительный. Эти расхождения в названиях не меняют сути, наша терминологическая позиция объясняется стремлением акцентировать внимание на степени активности инвестиционного процесса.

Этот рост наблюдается в сельском хозяйстве, машиностроении, легкой и особенно текстильной промышленности. Как правило, он сопровождается высоким уровнем выбытия основных фондов, ниже среднего уровнем рентабельности продукции, низкой прибыльностью и конкурентоспособностью производителей, незначительной долей валового накопления в валовом продукте. При этом массовое распространение получают замещающие инвестиции, связанные с возмещением, ремонтом и модернизацией основного капитала. Что касается темпов, то они невысокие, имеют слабо проявленную тенденцию к увеличению, и сам рост приобретает неустойчивый характер. Можно сказать, что этот тип роста идет в нарушение законов накопления и расширения производства.

Тревожно, что в группу с таким типом роста входят машиностроение и производство строительных материалов, составляющие фундамент инвестиционного про-

цесса. Нехватка инвестиций в этих отраслях означает, что в целом по России и в ряде регионов ЦФО еще не начала закладываться необходимая база для расширения инвестиционного процесса в будущем, а следовательно, для обновления основных фондов на иной технологической основе и обеспечения устойчивых темпов экономического роста.

Экономический рост с инвестиционным натиском является динамичным по своему характеру. В настоящее время он имеет место в таких отраслях российской экономики, как топливная, пищевая промышленность, цветная металлургия. Ему свойственно снижение величины износа основных фондов, обновление, техническое перевооружение и новое строительство. Особенностью этого роста является заметное увеличение инвестиций в нематериальные активы, повышение квалификации работников, улучшение менеджмента. Как правило, для него характерны наиболее высокие темпы, он носит устойчивый характер и отчетливо проявляет тенденцию к реинвестированию и осуществлению новых инвестиций в производство.

В 2005 г. темпы экономического роста составили в цветной металлургии 8,9%, топливной — 6,3%, пищевой — 7,8%. Потенциальные собственные инвестиционные ресурсы в двух первых отраслях превышают фактический объем капиталовложений, что выражается в скрытом оттоке капитала, между тем в пищевой промышленности собственных финансовых источников не хватает. Однако на эту отрасль приходится наибольшая часть (10,9%) прямых иностранных инвестиций. В условиях российской действительности экономический рост с инвестиционным натиском характерен для отраслей, ориентированных преимущественно на экспорт или являющихся продолжением мирового рынка.

Экономический рост с инвестиционным натиском при условии адаптации инноваций и инвестиций приобретает черты инновационного роста. В этом случае приоритеты отдаются инвестициям в нововведения, которые позволяют обеспечить конкурентные преимущества и, естественно, получение более высоких доходов, которые могут стать источником накопления капитала и дальнейшего расширения производства. Инновационно-инвестиционный тип роста в его двойственном проявлении — эндогенного и экзогенного характера следует расценивать как разновидность экономического роста с инвестиционным натиском. Из вышеизложенного следует, что в целом этот тип роста адекватен действию объективных экономических законов, стимулирующих инвестиционную активность и рост.

Обращение к региональной тематике и акцентирование внимания на специфике депрессивных территорий дает основания для дополнения видовой классификации экономического роста. На основе ин-

тегирования элементов взаимосвязи экономического роста и инвестиций в депрессивном регионе можно выделить несколько видов экономического роста, проявление которых на макроэкономическом уровне весьма ограничено или вообще отсутствует. Несмотря на то что одни из них проявляются фрагментарно, другие начинают приобретать массовый характер, третьи локализованы в узких границах, углубляется системное видение развития национальной экономики и понимание ее проблем.

К числу достаточно парадоксальных видов следует отнести экономический рост на фоне сохранения убыточности, особенно ярко проявившийся в текстильной промышленности. При сравнении индикаторов роста с сальдированным финансовым результатом возникает ситуация, когда, с одной стороны, имеет место рост объема промышленного производства, а с другой — убытки отрасли превышают ее доходы. Этот вид роста идет в нарушение всех законов расширенного воспроизводства. Для него характерны отсутствие или ничтожно малые инвестиции на обновление основных производственных фондов, массовое банкротство предприятий, «давальческие» схемы производства, распродажа имущества предприятий, широкое распространение аренды производственных площадей.

Взаимосвязь экономического роста и инвестиций практически отсутствует, поэтому говорить об инвестициях в менеджмент, знания, инновации не приходится. Причинами появления такого вида роста явились проведенная реструктуризация текстильных предприятий, в результате которой производство отделено от сбыта, направление части прибыли в третьи структуры, реализация продукции по демпинговым ценам, разрыв единого экономического пространства, нарушение интеграционных связей и др.

Разновидностью экономического роста без инвестиционного натиска может служить некапиталоемкий рост, встречающийся в науке, образовании, исследовательской сфере, частично в сельском хозяйстве. Он носит непродолжительный характер, для его поддержания требуется активное инвестирование, в противном случае начинается спад. Обеспечивается такой вид роста на основе более полного использования имеющегося потенциала и в связи с улучшением организации производства и труда, не требующих капиталовложений. Некапиталоемкий рост в указанных сферах осуществляется прежде всего за счет отлаженной системы управления и использования высококвалифицированной рабочей силы, которая в единицу времени создает большую стоимость, обеспечивая тем самым экономический рост. В сельском хозяйстве этот вид роста также связан с использованием имеющихся ресурсов — земли, погодных условий, людей с их навыками и опытом, сельскохозяйственной техники, для поддержания работоспособности которой подчас снимаются детали с вышедшей из строя и устанавливаются на работающую технику.

В депрессивных регионах распространение получает специфический вид роста — квазирост. Он проявляется в увеличении количественных показателей деятельности предприятий в результате смены их профиля, уменьшения доли основного производства до минимума, перехода промышленного предприятия в состояние рантье. По всем экономическим показателям, казалось бы, рост имеется, но он не соответствует отраслевой специфике предприятия. И если даже имеется инвестирование на таком предприятии, то чаще всего оно связано не с обновлением производственных фондов и увеличением выпуска товаров основного производства, а с ремонтом и обустройством кабинетов руководителей, вложениями в финансовые акти-

вы, в сферу торговли и услуг, которые в итоге обеспечивают экономический рост. Такой вид роста изменяет пропорции в экономике, ведет к трансформациям в структуре региона. Примером могут служить многие текстильные и машиностроительные предприятия Ивановской области.

Для большинства депрессивных территорий типичным становится анклавный рост, обусловленный действием законов концентрации и централизации производства и капитала, интеграции и диверсификации производства. В соответствии с действием этих законов образуются так называемые анклавные в отдельных отраслях и сферах экономики региона или в промышленных зонах (узлах) региональной экономики, представляющие собой локально замкнутые или ограниченные территории, обладающие скрытыми внутренними инвестиционными возможностями или благоприятными условиями для привлечения инвестиций со стороны. Многие анклавные являются самодостаточными и инвестиционно привлекательными, имеют разветвленную производственную и институциональную инфраструктуру, поэтому без особого труда могут обеспечить экономический рост — высокий уровень занятости, нормальный уровень доходов работающих, стабильные поступления в местный бюджет, расширение потребительского и инвестиционного спроса.

Этот вид роста имеет место в условиях поляризации экономики региона, когда на одном полюсе выделяются благополучные сферы или районы производственной деятельности, а на другом — упадок и глубокий застой. Анклавами выступают практически все города областного назначения, а также крупные промышленные узлы, например в Костромской области — г. Буй и Галич, в Ярославской области — г. Углич, в Ивановской области — г. Кинешма и Вичуга. На фоне общего упадка эти анклавные являются вполне процветающими территориями.

Инвестиционно зависимый вид роста, когда рост и его темпы действительно зависят от инвестиционной активности, в регионах демонстрируют строительство и электроэнергетика. При этом инвестиции направляются на обновление, модернизацию и техническое перевооружение, но в объемах, недостаточных для удовлетворения инвестиционного спроса полностью. В связи с этим эффект от инвестиций имеет непродолжительный характер, поэтому требуется постоянное возобновление инвестиционного процесса. Темпы экономического роста определяются темпами капиталовложений в основной капитал, снижение последних неминуемо сказывается на объемах производства данных отраслей.

Структурный рост региональной экономики сопряжен с изменением отраслевой структуры. Поскольку основу экономики во многих регионах, а в старопромышленных особенно, составляет индустриальный комплекс, но его структура, соответствующая советской системе управления народным хозяйством, устарела, ей необходима структурная перестройка. Она может проявляться в том, что традиционные отрасли будут заменяться высокотехнологичными производствами или отраслями с высокой долей добавленной стоимости. Однако в депрессивных регионах не всегда структурный рост связан именно с такими преобразованиями. Так, в Ивановской области он проявляется в том, что в валовом региональном продукте снижается доля отраслей, производящих товары, и увеличивается доля отраслей, оказывающих рыночные и нерыночные услуги. Проявлением структурного роста в регионе можно считать сокращение удельного веса отраслей традиционных для данной территории, и нарастание новых, нетипичных для нее. В нашем регионе этот рост

получил отражение в увеличении значимости электроэнергетики, деревообработки, торговли на фоне заметного снижения текстильного производства.

Локальный характер носит инновационный вид экономического роста. Так, машиностроение, пищевая промышленность, полиграфическое производство во Владимирской и Ярославской областях проявляют подобный вид роста. Между тем используются продуктовые и технологические инновации большей частью зарубежного производства. Разновидностью инновационного роста выступают не только технологические, но и нетехнологические инновации, связанные с новыми видами деятельности, например в банковской, страховой, биржевой деятельности, на рынке недвижимости и рекламы. К сожалению, инновационно-инвестиционный тип роста в старопромышленных регионах не приобрел пока общерегиональный характер, как в Томской области, где реализуется инновационная модель развития экономики.

Гипотетически в депрессивном регионе можно предположить кластерный вид роста. Но в таком случае обязательно должны быть выделены приоритеты или точки роста, куда будут направлены инвестиции, например крупная стройка. Осуществление подобного проекта приведет к развитию инфраструктуры, производства строительных материалов, машиностроения, дорожного строительства и других сопряженных и родственных отраслей, а значит, к созданию новых рабочих мест, спросу на квалифицированную рабочую силу, увеличению занятости, доходов, поступлений в региональный бюджет и экономическому росту.

Предложенная нами видовая классификация экономического роста в зависимости от степени активности инвестиционного процесса является результатом

обширных эмпирических исследований проблемы взаимосвязи экономического роста и инвестиций в депрессивных регионах. На наш взгляд, это не только расширяет теорию экономического роста, но и дает ключ к практическим решениям выхода депрессивных территорий из состояния стагнации. Между тем специфика их такова, что для включения процесса роста необходим первоначальный толчок, включающий мультипликационный эффект. Такой толчок не обязательно дают крупномасштабные инвестиции, он может возникнуть в результате стечения обстоятельств, благоприятствующих началу роста. Так было после дефолта 1998 г., когда у отечественных производителей появилась возможность вернуть утерянные рынки.

В связи с этим в новейшей истории развития российской экономики возникают парадоксальные явления, свойственные депрессивным регионам, когда наблюдается экономический рост в регионе без особого инвестиционного натиска. Этот рост не имеет под собой твердой основы, поскольку не опирается на инвестиционный процесс. И тем не менее этот квазиросст выполняет положительную функцию, поскольку обеспечивает возможность в дальнейшем перейти к восстановительному росту и устойчивому развитию региона. В такой период органы регионального управления могут проводить политику регионального протекционизма, координировать действия местных производителей с целью недопущения ценовой конкуренции, при этом руководствоваться принципами разумной достаточности и накопления инвестиционных возможностей. По этой причине для российских регионов идеальным вариантом развития, как нам представляется, будет обеспечение сначала экономического роста, а затем запуск инвестиционного процесса.

УДК 69

В.И. ЛАРИН, канд. экон. наук; В.В. ШУТЕНКО, экономист-менеджер,
Ивановский государственный архитектурно-строительный университет

Инвестирование строительных организаций с привлечением ипотечных кредитных средств

В сложившихся экономических условиях жители Иваново отдадут предпочтение не вторичному жилью, а квартирам-новостройкам. При этом спрос на вторичное жилье базируется в основном на более низкой стоимости квартиры по сравнению с новым фондом, хотя стоимость 1 м² вторичного жилья много выше. Средняя стоимость нового жилья в Иваново составляет 18,5 тыс. р за 1 м², а стоимость жилья на вторичном рынке — 23 тыс. р за 1 м². Основная причина более успешной реализации квартир вторичного рынка заключается в их меньшей общей площади. Например, средняя площадь трехкомнатной квартиры в пятиэтажном доме составляет 55 м², площадь же новой трехкомнатной квартиры — не менее 100 м². Таким образом, даже при меньшей цене 1 м², стоимость квартиры в новом доме получается значительно выше.

Основной проблемой современных строительных организаций, занимающихся возведением жилых объектов, является недостаток собственных средств для инвестирования строительных проектов. Необходимо привлечь в схему финансирования строительства банковские средства. При этом прибыль банка будет зак-

лючаться не только в получении процентов за пользование заемными средствами, но и в получении прибыли от реализации строительного инвестиционного проекта, как в натуральном выражении (построенные квартиры), так и в виде денежных средств полученных после их реализации.

Предоставление готового жилья позволит банковской организации распоряжаться ими по своему усмотрению, а также даст возможность дополнительно стимулировать и мотивировать свой персонал, путем передачи квартир в собственность работников на определенных условиях при условии отработки в данной организации установленного периода времени.

Таким образом, предлагается механизм привлечения банковских средств в отрасль капитального строительства, что будет способствовать ее скорейшему развитию.

Реализация нового механизма позволит сократить сроки строительства жилых объектов за счет своевременного финансирования, а, следовательно, сократить размер накладных расходов, что обеспечивает снижение себестоимости строительства нового жилья.

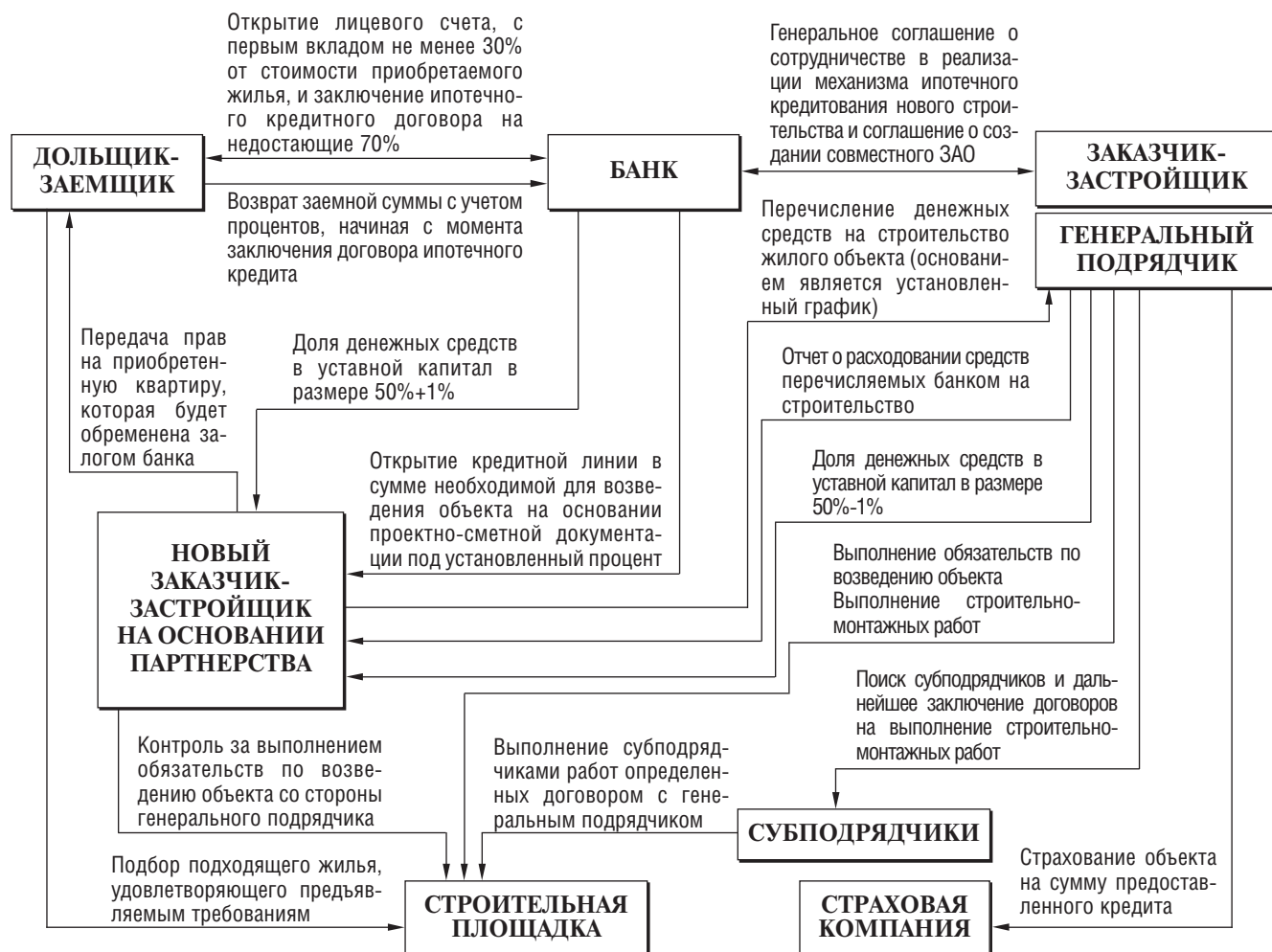


Рис. 1. Схема инвестирования строительства методом организации совместного общества с привлечением финансов за счет открытия долищником-заемщиком кредитной линии

В настоящее время стоимость новых квартир достигла такого уровня, что далеко не каждый из потенциальных покупателей способен одновременно предоставить необходимую для покупки жилья сумму. Одним из решений этой проблемы может стать такой экономический инструмент как открытие кредитной линии для любого желающего приобрести квартиру.

Актуальность и выгодность предлагаемой модели определяется следующими положениями:

- организации капитального строительства принимают на себя только часть финансового бремени по реализации инвестиционного проекта по возведению жилых объектов;
- финансовые вложения банка в строительную сферу позволяют получить значительную прибыль за достаточно короткий срок (1–2 года);
- привлечение банковских средств способствует развитию строительного комплекса в целом;
- стабильное финансирование работ по возведению жилых объектов, позволяет снизить накладные расходы по строительству, а, следовательно, снизить реализационную стоимость готовых квартир;
- открытие кредитной линии для приобретателей квартир, позволит покупать новое жилье более широкому кругу граждан.

Предлагаемая схема инвестирования, представленная на рисунке, базируется на создании партнерства в виде ЗАО для строительства конкретного

жилого объекта. Партнерами в данном случае выступают банк и заказчик-застройщик. На основании сводного сметного расчета стоимости строительства устанавливается размер уставного капитала нового юридического лица. Выпускается пакет акций, 51% которых принадлежит банку, а 49% — заказчику-застройщику. При этом разрешение местных органов власти на строительство получает заказчик-застройщик, а право на реализацию квартир принадлежит новому ЗАО, юридически выступающему инвестором. Контроль за деятельностью ЗАО осуществляет заказчик-застройщик. В этом случае упрощается процесс поиска субподрядчиков, так как опыт и связи играют важную роль в решении этого вопроса. Помимо этого часть обязанностей по выполнению каких-либо работ заказчик-застройщик может взять на себя.

По завершении инвестиционного проекта — завершении строительства и реализации квартир, — каждый участник получает часть прибыли в соответствии с понесенными затратами.

Потенциальный покупатель, выбрав квартиру в строящемся доме, обращается к заказчику-застройщику с целью приобретения этого жилья. Но при этом покупатель имеет в наличии только 30% от стоимости квартиры. Недостающую сумму, т. е. 70% он готов взять в банке под установленные проценты, на определенный срок.



Такие дома будут возведены в г. Иваново с использованием нового механизма финансирования строительства

Заказчик-застройщик заключает с банком договор о сотрудничестве в реализации механизма ипотечного кредитования нового строительства, с целью открытия ипотечной кредитной линии в отношении конкретного заемщика. В условиях конкуренции между банковскими организациями (кредиторов), за потенциальных клиентов (заемщиков) такой договор ограничивает круг кредиторов, которые могут способствовать покупке квартир в строящемся доме. Это делается с целью повышения заинтересованности банка в дальнейшем сотрудничестве при реализации следующих проектов строительной организации.

Банк выполняет проверку платежеспособности реального заемщика, оценивает совокупный доход семьи заемщика и выносит решение о предоставлении ипотечного кредита на возможный срок в требуемом размере.

После открытия лицевого счета, на него поступает первоначальный взнос со стороны покупателя квартиры в размере не менее 30% от общей стоимости жилья. Банк со своей стороны предоставляет заемщику кредит на недостающую сумму стоимости жилья. При этом сам заемщик не получает данную сумму, так как процесс кредитования осуществляется открытием кредитной линии, то есть денежные средства поступают непосредственно на расчетный счет компании-застройщика, который по мере возникающей необходимости привлекает данные заемные средства для реализации проекта. Заемщик начинает возвращать в банк кредит под установленные проценты с момента открытия кредитной линии.

Банк, начиная с момента заключения договора кредитования, предоставляет заказчику-застройщику денежные средства по мере потребности, но в пределах суммы указанной в договоре между банком и заемщиком. Заказчик-застройщик предоставляет банку поручительство на выполнение строительных работ по возведению объекта. Также заказчик-застройщик осуществляет страхование объекта в размере предоставленного кредита.

После окончания строительного-монтажных работ по возведению объекта и сдачи его в эксплуатацию, квартира, приобретенная заемщиком, обременяется залогом со стороны банка, до момента полного погашения кредита. Данный факт является гарантией возврата заемщиком кредитных средств банку.

После полного погашения кредитной задолженности обременение залога с квартиры снимается, и она в полной мере переходит в собственность заемщика.

Преимущество реализации данной схемы приобретения жилья заключается в том, что:

- стоимость приобретаемого жилья остается неизменной на всех этапах возведения объекта;

- заказчик-застройщик получает в свое распоряжение полную стоимость квартиры, что позволяет в срок завершить строительство жилого объекта;
- обязательства заказчика-застройщика перед банком и покупателем ограничиваются сдачей объекта в эксплуатацию точно в срок и заканчиваются при их реализации.

Заказчик-застройщик, за счет сокращения сроков строительства быстрее может приступить к возведению следующего объекта, и тем самым увеличить коэффициент оборачиваемости оборотных средств и сократить длительность одного оборота.

Предлагаются следующие уравнения, отражающие сущность представленной модели.

Затраты каждого из участников (З) определяются по формуле:

$$C = \tilde{N}_{\text{НИЛО}} \cdot \hat{E}_{\text{АЕ}}$$

где $C_{\text{СМЕТ}}$ — сметная себестоимость работ и услуг на основании сводного сметного расчета стоимости строительства, р;

$K_{\text{БК}}$ — коэффициент, отражающий долю прибыли в общем объеме.

Прибыль для заказчика-застройщика можно рассчитать следующим образом:

$$\begin{aligned} \dot{I}_{\text{НОД}} = & \left(\sum_{i=1}^n (S_{\text{ЕА}} \cdot \ddot{O}_{\text{ЕА.І}} \cdot \hat{E}_{\text{АЕ}}) \right) - (\tilde{N}_{\text{НИЛО}} \cdot \hat{E}_{\text{АЕ}}) - \\ & - \left(\dot{I}_{\text{Д}} \cdot \hat{E}_{\text{ІД}} \cdot \frac{\dot{I}_{\text{Д}}}{\tilde{N}_{\text{НИЛО}}} \cdot \left(1 - \frac{\dot{O}_0}{\dot{O}_{\text{ІЕ}}} \right) \cdot \hat{E}_{\text{АЕ}} \right), \end{aligned}$$

где n — общее число реализуемых квартир;

$S_{\text{КВ}}$ — площадь реализуемой квартиры, м²;

$Ц_{\text{КВ.М}}$ — цена за 1 м², р;

HP — величина накладных расходов стоимости строительства на основании сметной документации, р;

K_{HP} — коэффициент определения доли условно-переменной части накладных расходов — 50%;

$T_{\text{Ф}}$ — фактическая продолжительность строительства, дней;

$T_{\text{ПЛ}}$ — плановая продолжительность строительства, дней.

При расчете прибыли банка (ПБК) необходимо учитывать предоставление ипотечных кредитов путем открытия кредитной линии:

$$\begin{aligned} \dot{I}_{\text{АЕ}} = & \left(\sum_{i=1}^n (S_{\text{ЕА}} \cdot \ddot{O}_{\text{ЕА.І}} \cdot \hat{E}_{\text{АЕ}}) \right) - (\tilde{N}_{\text{НИЛО}} \cdot \hat{E}_{\text{АЕ}}) + \\ & + \left(\sum_{i=1}^m \left(\left(S_{\text{ЕА}} \cdot \ddot{O}_{\text{ЕА.І}} \cdot \hat{E}_{\text{АЕ}} \cdot \left(\frac{\dot{I}_{\text{Н}}}{1 - (1 + \dot{I}_{\text{Н}})^{-(\text{ЕІ} - 1)}} \right) \cdot \hat{E}_{\text{І}} \right) - (S_{\text{ЕА}} \cdot \ddot{O}_{\text{ЕА.І}} \cdot \hat{E}_{\text{АЕ}}) \right) \right) - \\ & - \left(\dot{I}_{\text{Д}} \cdot \hat{E}_{\text{ІД}} \cdot \frac{\dot{I}_{\text{Д}}}{\tilde{N}_{\text{НИЛО}}} \cdot \left(1 - \frac{\dot{O}_0}{\dot{O}_{\text{ІЕ}}} \right) \cdot \hat{E}_{\text{АЕ}} \right), \end{aligned}$$

где m — число предоставленных кредитов;

$K_{\text{ВЗ}}$ — коэффициент, отражающий долю от стоимости квартиры, на которую выдается ипотечный кредит;

$ПС$ — ежемесячная процентная ставка;

$КМ$ — срок, на который предоставляется кредит, мес.

Расчеты показывают, что предлагаемая экономико-организационная модель инвестирования экономически выгодна для всех ее участников. Данная схема была одобрена руководством коммерческого банка «Иваново» и апробирована группой строительных предприятий «Квартал». На ее основе начата застройка жилого микрорайона по ул. Суворова в Иваново.

Внедрение описанной экономико-организационной модели инвестирования в сферу жилищного строительства может способствовать оптимизации себестоимости строительства и повышению эффективности реализации жилищных программ.

Фирма КНАУФ

укрепляет позиции на Северо-Западе России



30 августа 2006 г. в Санкт-Петербурге состоялась торжественная церемония официального запуска новой линии по производству КНАУФ-листов (гипсокартонных листов) на предприятии «Кнауф гипс Колпино». Это пятый завод КНАУФ в России по производству ГКЛ и первое и единственное предприятие, производящее такую продукцию на Северо-Западе страны. В строительство первой линии нового завода инвестировано 60 млн евро. Она оснащена новым высокопроизводительным технологическим оборудованием с высокой степенью автоматизации.



Официальный запуск нового завода производят губернатор Санкт-Петербурга В.И. Матвиенко и управляющий компаньон фирмы КНАУФ Н. Кнауф

История успешно завершеного проекта началась в 2004 г., когда владельцы фирмы КНАУФ, глубоко и всесторонне проанализировав тенденции развития российского строительного рынка, приняли решение о продаже непрофильного для фирмы производства строительной керамики в Санкт-Петербурге Промышленно-строительной группе «ЛСР» и сосредоточении усилий на основном направлении деятельности – производстве материалов на основе гипса и теплоизоляции.

В результате структурных преобразований производство всех материалов на основе гипса и металлических профилей было сосредоточено на ЗАО «Кнауф гипс Колпино».

Строительство нового производственного комплекса, включающего в себя линию по производству гипсокартонных КНАУФ-листов, гипсоварочный цех со складом сырья и дробильным отделением, а также развитие инфраструктуры и сети железнодорожных подъездных путей началось осенью 2005 г., в нем принимали участие специалисты фирмы «Кнауф инжиниринг», пуско-наладоч-



Участок приготовления смеси



Разлив гипсовой смеси



Формирование гипсокартонного листа



Отрезание мерных листов

ные работы проводила опытная бригада рабочих с предприятия «Кнауф гипс Новомосковск» (Тульская обл.). Рабочие и инженерно-технический персонал, обслуживающие новую линию, прошли подготовку на производственных предприятиях «Кнауф гипс Кунгур» (Пермская обл.) и «Кнауф гипс Новомосковск».

В торжественной церемонии запуска нового завода по производству КНАУФ-листов приняли участие губернатор Санкт-Петербурга В.И. Матвиенко, совладелец и управляющий компаньон международной группы КНАУФ почетный консул России в Германии Николаус Кнауф, вице-губернатор Санкт-Петербурга М.Э. Осеевский, генеральный директор группы КНАУФ в России и СНГ доктор Х. Юркович, глава администрации муниципального образования г. Колпино В.В. Сафьянов, другие официальные лица, а также руководители строительных, торговых, проектных организаций, представители центральных и региональных СМИ.

Мощность нового предприятия 30 млн м² листов в год. Высокий уровень техники, в том числе новейшие собственные разработки компании КНАУФ, реализованный в проекте, позволяют при необходимости увеличить выпуск продукции еще на 20%. В настоящее время завод выпускает три вида гипсокартонных КНАУФ-листов: обычные, влагостойкие и с повышенной сопротивляемостью воздействию открытого пламени толщиной 12,5 мм; в дальнейшем может быть налажен выпуск листов толщиной 8 и 9,5 мм.

Помимо этой продукции предприятие «Кнауф гипс Колпино» производит сухие строительные смеси штукатурные Ротбанд, Гольдбанд, МП 75, шпаклевочные смеси Фугенфюллер и Фугенфюллер Гидро, монтажную клеящую смесь Перлфикс, строительный гипс, а также КНАУФ-гипсоплиты (пазогребневые плиты).

Таким образом, компания «Кнауф гипс Колпино» стала одним из крупнейших производителей комплектных систем КНАУФ в России. Совладелец фирмы КНАУФ Н. Кнауф на торжественной церемонии открытия завода ГКЛ отметил, что в ближайших планах компании разработка собственного карьера гипса на одном из месторождений в Архангельской области. До строительства завода ГКЛ гипсовый камень для производства гипса поставлялся из Новомосковска Тульской области, однако резкое увеличение потребности в сырье сделало рентабельным вложения в собственный карьер в близлежащем регионе.

По оценке ЗАО «Агентство Строительная информация» емкость рынка гипсокартонных листов Санкт-Петербурга в 2005 г. составила 22–25 млн м².

До запуска завода в г. Колпино ООО «Кнауф маркетинг Санкт-Петербург» осуществляло поставки КНАУФ-листов из Новомосковска и с немецких заводов КНАУФ. Значительная доля рынка принадлежала аналогичной продукции финского производства. С запуском нового производства вся потребность в гипсокартонных листах Северо-Западного региона покрывается продуктом местного производства.



Еще не завершилась торжественная церемония запуска первой линии завода по производству КНАУФ-листов, а Н. Кнауф уже планирует строительство второй линии

Фирма КНАУФ, вкладывая инвестиции в развитие «Кнауф гипс Колпино», позволяет создавать в городе новые рабочие места, увеличивать налоговые поступления в бюджет, а также способствует развитию строительного рынка Северо-Западного региона РФ. В настоящее время на предприятии работает более 300 человек.

В 2003 г. в Санкт-Петербурге был создан собственный учебный центр фирмы «Кнауф Северо-Запад», в котором архитекторы, проектировщики, строители и представители торговых организаций обучаются современным способам отделки с использованием строительных материалов КНАУФ. Этот учебный центр стал частью системы профессионального и высшего образования в городе.

Многие годы компания КНАУФ поддерживает тесное сотрудничество с Санкт-Петербургским государственным архитектурно-строительным университетом. Здесь преподаватели и студенты обучаются технологиям применения комплектных систем фирмы КНАУФ. Помимо этого КНАУФ выплачивает стипендии студентам и аспирантам и предоставляет места для прохождения практики на своих предприятиях. 16 октября 2006 г. в рамках Симпозиума КНАУФ для стран СНГ будет открыт еще один учебный центр КНАУФ на базе СПбГАСУ.

Учебные центры фирмы КНАУФ позволяют воплотить теорию в практику.

Кроме своей основной деятельности – производства современных строительных материалов и развития рынка и строительной промышленности с помощью повышения квалификации инженеров-строителей и архитекторов в собственных учебных центрах в будущем компания КНАУФ будет сохранять ответственную социальную позицию, как и ранее, поддерживать соответствующие социальные и культурные проекты.

www.knauf.ru



Тов. вращающимся ножом



Кантование листов на двухъярусный конвейер сушилки



Загрузка многоярусной сушилки



Формирование пакета для упаковки

КОЛЛЕГИ



**К 70-летию
С.В. Мамбетшаева**

Сайт Ваитович Мамбетшаев родился 16 октября 1936 г. в дер. Джума-Эли Старокрымского района Крымской области.

После окончания в 1955 г. Пермского горного техникума С.В. Мамбетшаев был направлен на работу в Казахстан в Байжансайское рудоуправление. Вернувшись в Пермь в

1958 г., он начал работать на заводе «Красный строитель», где за короткое время прошел путь от мастера до начальника цеха. С 1961 г. С.В. Мамбетшаев на Пермском заводе гипса и гипсовых изделий. Почти четверть века отдал Сайт Ваитович этому предприятию. Параллельно он учился в Пермском политехническом институте, который блестяще закончил в 1966 г. Талантливый инженер и одаренный организатор производства, Сайт Ваитович был вскоре назначен директором предприятия.

В 1985 г. С.В. Мамбетшаев был направлен в Калужскую область для строительства самого мощного и современно-го кирпичного завода. За 20 лет он не только создал одно из ведущих промышленных предприятий Калужской области, но сплотил вокруг себя команду профессионалов и единомышленников, которой удалось сохранить завод в годы социально-экономических преобразований и вывести его в лидеры керамической отрасли России.

Работа Сайта Ваитовича отмечена многими правительственными наградами: орденом Трудового Красного Знамени, медалями «За доблестный труд» и «За трудовую доблесть», орденом «За заслуги перед Отечеством» IV степени, орденом Почета, медалями Калужской области. Он стал лауреатом национальной общественной премии имени Петра Великого и премии имени А.Н. Косыгина.

Редакция журнала поздравляет генерального директора ОАО «Стройполимеркерамика» заслуженного строителя РСФСР, почетного строителя России С.В. Мамбетшаева с 70-летием и желает крепкого здоровья, неиссякаемой энергии и дальнейших трудовых успехов.

НОВОСТИ КОМПАНИЙ

**«ПЕНОПЛЭКС Холдинг»
развивает производственную базу**

В августе 2006 г. на заводе «Пеноплэкс» в г. Кириши Ленинградской области была запущена новая линия по производству теплоизоляционного материала из экструзионного пенополистирола. Установка этой линии сделала завод в Киришах самым высокопроизводительным в холдинге (пять производственных линий мощностью 500 тыс. м³ в год). В конце августа также запущен новый завод в Новосибирске. Мощность первой линии составляет 240 м³ в год.

Компания заключила контракт на поставку пяти линий мощностью 1500 кг/ч каждая по производству теплоизоляционных плит с немецкой фирмой «Berstorff». В 2007 г. линиями будут оснащены заводы в г. Кириши, Новосибирск, Пермь, а также строящийся завод в г. Таганроге, который планируется запустить в мае 2007 г. Оборудование позволит компании выйти на суммарную производственную мощность в 2 млн м³ экструзионного пенополистирола.

По материалам
ООО «Управляющая компания
ПЕНОПЛЭКС Холдинг»

**Компания «ТехноНИКОЛЬ» запустила
новую производственную линию в Поволжье**

Компания «ТехноНИКОЛЬ» начала выпуск кровельных и гидроизоляционных материалов последнего поколения на заводе «Технокром» в г. Новоульяновке Ульяновской области. Ранее завод выпускал более 40 видов современных битумных материалов классов «стандарт» («Линокром», «Биполь») и «эконом» («Бикроэласт», «Бикрост»). Теперь здесь будут производить высококачественные полимерно-битумные материалы классов «премиум» («Техноэласт») и «бизнес» («Унифлекс»).

Выпуск новых материалов стал возможным благодаря вводу в промышленную эксплуатацию новой высокотехнологичной производственной линии. Эта линия была спроект-

тирована и разработана совместно с итальянской компанией «Boato Internationa». Ее производственная мощность составляет 18 млн м² в год. Передовое оборудование оснащено автоматизированной системой управления, которая контролирует весь технологический процесс и качество выпускаемой продукции. Инвестиции в установку технологической линии составили 8 млн евро. По расчетам экспертов «ТехноНИКОЛЬ» вложения в развитие завода «Технокром» окупятся в течение 7 лет. Запуск новой линии позволит заводу «Технокром» производить полный ассортимент рулонных наплавляемых материалов компании «ТехноНИКОЛЬ».

По материалам
компании «ТехноНИКОЛЬ»

Реконструкция завода ЖБИ в Москве

На московском заводе «Бетиар-22», входящем в группу компаний «СУ-155» — одном из первых предприятий Москвы по производству ЖБИ, которое было создано в 1948 г. — завершён первый этап крупномасштабной реконструкции. С июня 2005 г. завод начал изготавливать новую серию панельных домов ИП-46С. В настоящее время по сравнению с 2005 г. производство ЖБИ-продукции на заводе выросло в 5,5 раз, достигнув 8 тыс. м³ в месяц, что позволяет строить 220 тыс. м² жилья в год. В настоящее время главный производственный корпус завода состоит из четырех технологических пролетов (три пролета —

конвейерные, один агрегатно-поточный). Продукция предприятия уже используется в комплексной застройке микрорайона Кожухово и на других крупных стройках Москвы и Подмоскovie.

План реконструкции помимо создания современных производственных мощностей включает в себя строительство полной системы очистных сооружений, часть которых уже возведена и проходит отладку. Следующий этап реконструкции завода (начало 2007 г.) позволит довести его мощность до 310–340 тыс. м³ ЖБИ в год.

По материалам
пресс-службы ЗАО «СУ-155»

НОВОСТИ КОМПАНИЙ

Новые формы реализации цемента

С сентября 2006 г. покупатели еще из 11 регионов России получили возможность участия в биржевых торгах цементом: Рязань, Санкт-Петербург, Тверь, Карачаево-Черкесия, Тюмень, Южно-Уральск, Кострома, Липецк, Ростов-на-Дону, Вологда и Брянск. Таким образом, число вовлеченных в биржевую торговлю цементом регионов достигнет 15. В августе цемент на Московской фондовой бирже приобрели клиенты из Нижегородской, Тюменской, Свердловской, Самарской, Омской областей, республик Татарстан и Башкортостан, Ханты-Мансийского автономного округа.

В сентябре «ЕВРОЦЕМЕНТ групп» вывел на торги 500 тыс. т цемента, из которых 240 тыс. т — для реализации в Московском регионе и 260 тыс. т — для продаж через региональные представительства биржи. Три месяца биржевых торгов показали, что эта форма реализации цемента достаточно эффективна и успешна. Если в июле компания

продала на бирже только 90 т цемента, то в августе «ЕВРОЦЕМЕНТ групп» полностью реализовал выставленные на торги объемы цемента. Всего на МФБ было продано более 260 тыс. т, в том числе свыше 64 тыс. т приобрели покупатели из регионов России. Продажа «ЕВРОЦЕМЕНТ групп» своей продукции на биржевых торгах проводится впервые в России. Проект одобрен и рекомендован Федеральной антимонопольной службой РФ.

Торги цементом на Московской фондовой бирже проходят с начала июля 2006 г. За этот период здесь было заключено 348 сделок и реализовано более 350 тыс. т цемента. Объемы цемента, реализованные на торгах на МФБ в сентябре, составили 299,8 тыс. т на сумму более 621 млн р. Это на 14% выше аналогичных показателей за август. Средняя цена за тонну, сложившаяся в ходе торгов (марка 500Д0), составила 2053 р. без НДС и доставки (1886 р. в июле).

По материалам пресс-службы
ОАО «ЕВРОЦЕМЕНТ» групп»

Новый завод сухих строительных смесей в Свердловской области

В конце августа состоялась официальная церемония открытия завода «Уральские Строительные Смесей» под г. Невьянском. Завод спроектирован компанией «m-tec» (Германия) как полностью автоматизированное предприятие. Его производительность составляет 210 тыс. т в год. Все производственные процессы контролируются компьютером и небольшой командой квалифицированных специалистов. На производстве использованы самые совершенные решения в области производства СССР: ав-

томатическое дозирование добавок, возможность отгрузки продукции в различную тару и мобильные силоса, автоматическое палетирование продукции. Завод стоимостью 10 млн евро построен на средства собственников компании. Строительство было начато в декабре 2003 г. Первый запуск состоялся в октябре 2005 г. Предприятие обеспечило 100 рабочих мест.

В настоящее время на заводе выпускают сухие строительные смеси под собственной торговой маркой Bergauf®.

По материалам
ООО «Уральские Строительные Смесей»

DuPont представляет новую мембрану

В сентябре 2006 г. в ассортименте официальных партнеров компании DuPont (Дюпон) в России представлена строительная мембрана нового поколения Tyvek® VCL (Тайвек® Vapour Control Layer), применяемая для пароизоляции утепленных скатных кровель и каркасных домов. Отличительная характеристика Tyvek® VCL состоит в том, что пароизоляционная мембрана сохраняет свойство паропроницаемости и одновременно поддерживает необходимый уровень пароизоляции, обеспечивает нормальное функционирование здания без намерзания льда в утеплителе в зимний период, снижает накопление влаги в строительных конструкциях в летний период при кондиционировании помещений. Контролируемое пропуска-

ние пара обеспечивается за счет высокотехнологичного функционального слоя, который наносится на прочную армирующую основу. Новый материал подходит для использования в российских климатических условиях: рабочая температура от -40 до +80°C. Компания DuPont разработала мембрану Tyvek® VCL в соответствии со строительной практикой стран Европейского союза, где уделяется особое внимание комфортному климату внутри здания и экологичности применяемых материалов. На российском рынке мембрана ориентирована на строительные объекты, соответствующие международным стандартам качества.

По материалам пресс-службы
компания «Дюпон-Россия»

НОВЫЕ КНИГИ

Федорцев И.В., Бабков В.В., Хуснутдинов Р.Ф.
Технология возведения наружных теплоэффективных стен жилищно-гражданских зданий: Учебное пособие.

Уфа: Монография. 2005. 284 с.

Обобщен опыт разработки и внедрения в Башкортостане прогрессивных ресурсосберегающих технологий возведения теплоэффективных наружных стен жилых и гражданских зданий.

Даны инженерные расчеты и обоснования организационно-технологических параметров строительства, рекомендации по технологии и методам зимнего производства работ мокрых процессов в этих технологиях в зависимости от применяемого способа термообработки.

Данилов Н.Д.
Тепловая защита зданий в условиях криолитозоны.

Новосибирск: Издательство «Наука». 2006.

В монографии проанализировано влияние теплообмена на внутренней и наружной поверхностях ограждающих конструкций на температурный режим и теплопотери. Представлена методика расчета неоднородных ограждений с применением двухмерной программы расчета. Рассмотрены типы наружных ограждений, применяемых в условиях низких отрицательных температур. Предложены теплоэффективные типы наружных ограждений.

DR Byen -Здание Национального
Телевидения и Радиовещания Дании

«АРКИТЕКТ» ГАРАНТИРУЕТ БЕЗУПРЕЧНУЮ ЗАЩИТУ

vitrakaro.com

Защитите ваш фасад от суровых погодных условий!
Керамическая плитка Vitra обеспечивает защиту и одновременно дарит
эстетическое наслаждение.

Керамическая плитка серии «АРКИТЕКТ» – это качество, прочность и стиль:

- широкий размерный ряд и уникальная цветовая палитра
- долговременная защита
- легкость в укладке и эксплуатационном уходе
- легкий вес
- безупречное качество Vitra



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

Торгово-выставочный зал Vitra
Россия, 109147, Москва, ул. Таганская, д.29 стр.1
Тел./факс : +7 (495) 911 30 07

Vitra®

ТЕХНО НИКОЛЬ

ВСЯКАЯ ПОГОДА БЛАГОДАТЬ



ТЕХНОЭЛАСТ-ВЕНТ

материал класса «ПРЕМИУМ»

СБС-модифицированный рулонный кровельный гидроизоляционный битумно-полимерный материал

«ТЕХНОЭЛАСТ-ВЕНТ»:

- для ремонта старых и устройства новых плоских «дышащих» кровель,
- система микровентиляции кровли позволяет удалять пары воды, находящиеся в утеплителе и стяжке, через кровельные аэраторы,
- специально предназначен для устройства однослойного «дышащего» кровельного ковра,
- обладает уникальными физико-механическими характеристиками,
- монтаж может осуществляться в холодную и дождливую погоду, даже заметное изменение температуры не окажет влияния на качество материала.

«ТЕХНОЭЛАСТ-ВЕНТ» – помогает, когда бессильны другие материалы.



Техносертификация

СДЕЛАНО В РОССИИ

Информация о торговых представителях в Вашем регионе на WWW.TN.RU
Техническая поддержка: (495) 105-10-20 E-mail: Info@tn.ru

ТОРГОВЫЙ ДОМ «СУ-155» ОТКРЫВАЕТ ПРОДАЖИ СТРОИТЕЛЬНЫХ И НЕРУДНЫХ МАТЕРИАЛОВ



Специальные предложения для строителей
по поставке стеклопакетов в деревянной
и пластиковой раме.

- Торф
- Сваи
- Кирпич
- Фундаментные блоки
- Дорожные плиты
- Лестничные марши: ЛМ 30-54-10



(495) 129 84 11
129 82 77

sales@su155.com www.su155.ru

Н.С. ШЕЛИХОВ, канд. техн. наук; Р.З. РАХИМОВ, д-р техн. наук, член-корр. РААСН, Казанский государственный архитектурно-строительный университет

Комплексное использование карбонатного сырья для производства строительных материалов

Постановка и решение задач комплексного использования местного сырья особенно актуальны при разработке и внедрении ресурсо- и энергосберегающих технологий в области производства строительных материалов, вяжущих, бетонов, растворов и сухих строительных смесей.

Комплексное использование – это не только использование всех компонентов сырья (полнота использования), но и реализация всех вариантов (возможностей) использования.

Зачастую вариантность использования местного сырья очень низкая в силу неразвитости местной промышленности нерудных материалов, низкого качества местного сырья, небольших запасов сырья или просто нежелания нарушать установившиеся связи по импорту сырья и менять технологию.

Комплексность использования сырья можно охарактеризовать коэффициентом использования

$$K_{исп} = N_p / N_T,$$

где N_p – число реализуемых вариантов использования сырья; N_T – число теоретически возможных вариантов использования.

Анализ состояния комплексного использования местного сырья в производстве строительных материалов в ряде регионов России, например в республиках Татарстан, Башкортостан, Чувашия, Марий-Эл и Удмуртия, Самарской и Кировской областях, показал относительно низкий уровень применения местного сырья в производстве строительных материалов. Для Татарстана, например, $K_{исп} = 0,2$.

В настоящей работе показана возможность многовариантного использования карбонатного сырья Татарстана с учетом его химического и минералогического составов, физико-механических показателей и определены пути повышения коэффициента использования сырья.

Основой данной работы послужили материалы, полученные по результатам исследований [1–3], длительное время проводимых на кафедре строительных материалов КГАСУ, по определению возможностей использования карбонатного сырья переменного химического и минералогического составов и с различными физико-механическими показателями для производства широкой номенклатуры строительных материалов.

Практически все карбонатное сырье в Татарстане магнийсодержащее – от доломитистых известняков до чистых доломитов с содержанием MgO от 1 до 21% и прочностью от 20 до 100 МПа. Наиболее распростра-

ненным карбонатным сырьем являются доломитизированные известняки и известковистые доломиты, усредненный химический состав которых по одному из представленных месторождений приведен в таблице.

Общая блок-схема комплексного использования карбонатного сырья представлена на рисунке. В соответствии с этой схемой породы разделяются на две группы – прочные и малопрочные. У малопрочных пород оцениваются химический и минералогический составы, и в зависимости от составов они могут использоваться для: производства доломитового цемента; доломитовой и магнезиальной извести; низкомарочных гидравлических вяжущих; композиционных вяжущих с природными и техногенными добавками; различными материалами на основе вышеперечисленных вяжущих; известково-периклазовых огнеупоров; композиционных заполнителей.

Прочные породы используются для производства щебня, песка, минерального порошка и мелиорантов (отходы).

Вяжущие и материалы на их основе

В зависимости от минералогического и химического составов карбонатного магнийсодержащего сырья из него можно получать доломитовый цемент, доломитовую и магнезиальную известь, лишь незначительно изменяя параметры обжига.

Доломитовый цемент

1. Оптимизация минерального состава.

По общепринятым представлениям для получения доломитового цемента рекомендуется использовать сырье с содержанием MgO не менее 19%. Нами показана возможность расширить интервал пригодности сырья и использовать для получения доломитового цемента не только чистые доломиты, но и известковые доломиты с содержанием MgO от 16%. При этом зависимость прочности получаемого доломитового цемента от содержания в сырье MgO с достаточной степенью точности аппроксимируется полиномом второй степени:

$$Y = 0,98X^2 - 22,2X + 135,2,$$

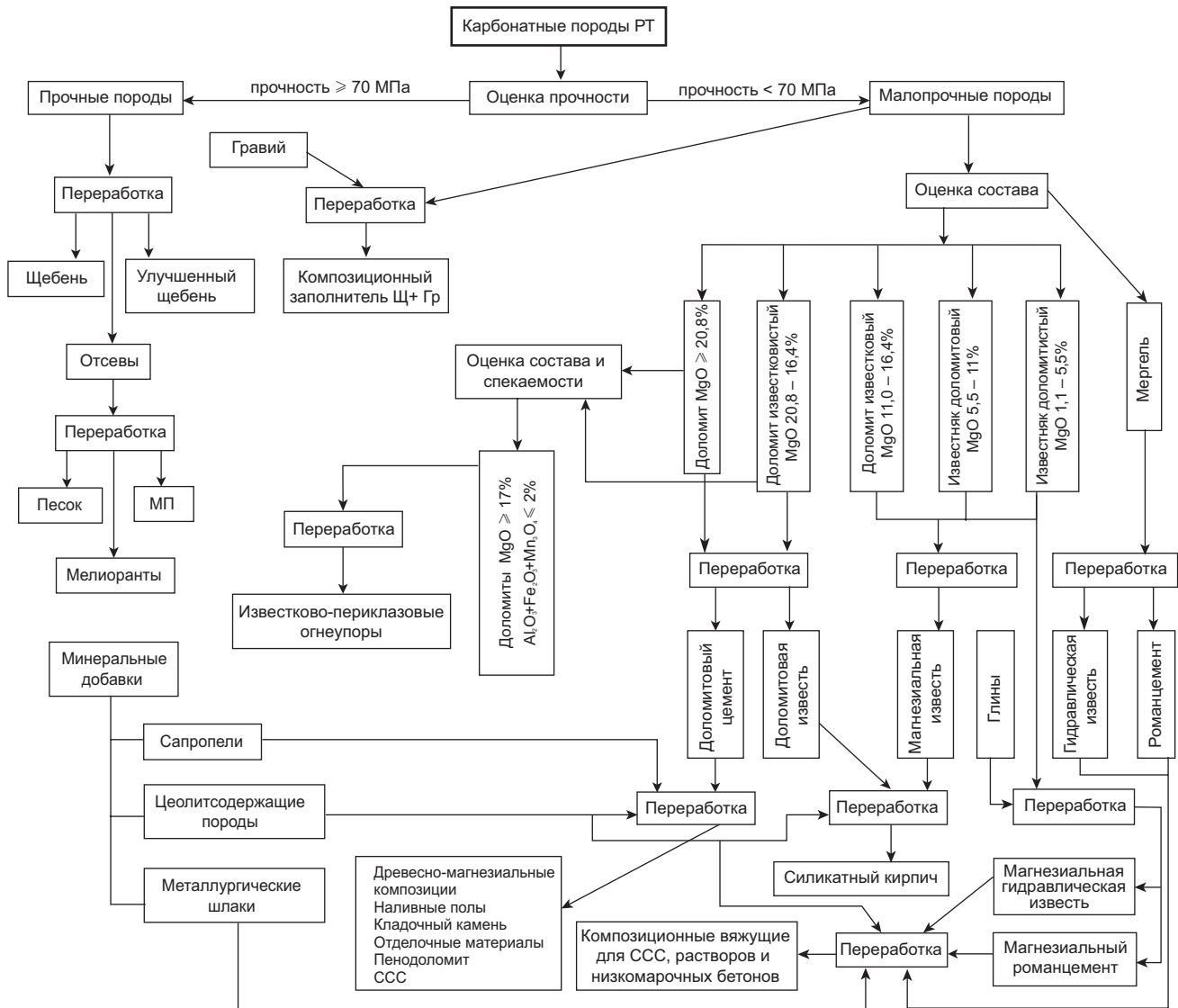
где Y – прочность доломитового цемента, МПа; X – содержание MgO в сырье, %.

2. Оптимизация гранулометрического состава.

Задачи получения качественного доломитового цемента с высокими физико-механическими характеристиками включают вопросы выбора оптимальных размеров обжигаемого доломитового щебня. С целью оптимизации использован метод планирования экспе-

Химический состав доломитов Матюшинского месторождения РТ

MgO	CaO	SO ₃	SiO ₃	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	ППП
13,83–21,17	22,3–32,07	0,61–2,63	0,7–10,15	0,12–0,52	0,15–0,67	29–46,07



римента РЦКП. Анализ полученных уравнений регрессии с использованием линий равных уровней значений функции отклика показал возможность получать доломитовый цемент прочностью до 100 МПа при обжиге фракций 15–20 мм в течение 2,5 ч при температуре 750°C.

3. Оптимизация параметров обжига.

Оптимизация температурного режима обжига производилась по величине суммарного эффекта в зависимости от степени разложения сырья, по количеству MgO (при этом CaCO₃ остается неразложившимся) и активности образовавшегося MgO. Максимальный суммарный эффект соответствует температуре обжига 750°С и составляет 1,75 у. е. В результате реализации технологии при оптимизированных параметрах получен доломитовый цемент с прочностью 80 МПа и водостойкостью 0,86.

Доломитовая известь

Обжигать сырье при получении доломитовой извести рекомендуется при температуре в интервале 900–1000°С. Оптимизация температурного режима обжига производилась в зависимости от степени разложения сырья, по количеству MgO+CaO и активности образовавшейся MgO. Длительность обжига составила 2,5 ч. Максимальный суммарный эффект соответствует температуре обжига 850–900°С и составляет 1,5 у. е., однако в этом случае наблюдается большой процент не-

дожога по оксиду кальция и меньший выход извести. При обжиге доломитов по оптимальному режиму получена известь первого сорта по ГОСТ 9179–77 «Известь строительная. Технические условия».

Гидравлическая известь и романцемент

По общепринятым представлениям для гидравлической извести и романцемента рекомендуется использовать сырье с содержанием MgCO₃ не более 8% (ОСТ 21-27–76). Нами показана возможность расширить интервал пригодности сырья и использовать для получения гидравлической извести и романцемента не только чистые известняки, но и известковистые доломиты с содержанием MgO до 20%.

Для получения вяжущих использовались искусственные сырьевые смеси из карбонатного сырья (доломиты и доломитистые известняки с содержанием MgO от 5,5 до 21%) и глин месторождений Татарстана. Соотношение между компонентами смеси устанавливалось по коэффициенту насыщения. При КН≥1,3 получена гидравлическая известь с прочностью не менее 11 МПа. При получении романцемента использовались сырьевые смеси с коэффициентом насыщения 0,65–1,3. Получен романцемент прочностью не менее 15 МПа.

Модификация

Для повышения прочности и водостойкости магнезиальных вяжущих использовались природные сили-

катные добавки месторождений РТ (цеолитсодержащие породы). Введение до 5% цеолитсодержащей добавки в доломитовый цемент повысило его прочность до 85 МПа и водостойкость до 0,73. Введение до 5% цеолитсодержащей добавки в доломитовую известь позволило получить силикатный кирпич марки 200 без последствий запоздалой гидратации MgO.

Введение искусственных добавок в виде молотых шлаков ЧМК в гидравлическую известь и романцемент позволило значительно повысить прочность вяжущих, на 66% у романцемента, и на 80% у гидравлической извести.

На обжиговом оборудовании керамзитового завода были выпущены опытно-промышленные партии доломитового цемента и доломитовой извести. На основе доломитовой извести на Казанском заводе силикатных стеновых материалов выпущена опытно-промышленная партия силикатного кирпича марки 200, удовлетворяющего ГОСТ 379–95.

На основе доломитового цемента получены древесно-магнезиальные композиции, наливные полы, пенодоломит, сухие строительные смеси, не уступающие по своим свойствам современным аналогам.

Модифицированные гидравлическая известь и романцемент использовались для изготовления низкомарочных растворов и бетонов, а также сухих строительных смесей. Перспектива их использования по сравнению с разбавляемыми цементами, бесспорна.

Доломитовые огнеупоры

Карбонатное сырье РТ было использовано для получения огнеупорных материалов. Были выявлены основные структурные типы доломитов РТ и установлено их влияние на показатели спекаемости. Определены основные требования к доломитовому сырью и установлены оптимальные составы доломитовых водостойчивых огнеупоров. Содержание оксидов, обеспечивающее высокую огнеупорность и оптимальные свойства, должно находиться в следующих пределах: MgO – 28,45–33,5%; CaO – 42,9–48,15%; SiO₂ – 14,8–19,4%; Al₂O₃ – 1,19–6,9%; Fe₂O₃ – 1,5–2,67%.

Из сырья Матюшинского месторождения получен доломитовый водостойкий огнеупор с теоретической огнеупорностью 1780°C, реальной – не менее 1600°C, прочностью при сжатии не менее 65 МПа, плотностью 2,7 г/см³.

Рентгенографический анализ показал, что состав доломитового огнеупора представлен периклазом – 30%; трехкальциевым силикатом – 45%; двухкальциевым силикатом – 20%. Остальное приходится на алюминаты, алюмоферриты и фосфаты. Выдержка образцов доломитового огнеупора на воздухе в течение двух лет не выявила видимых процессов распада материала.

Заполнители

Разрабатываемые месторождения Татарстана сложены породами прочностью от 40 до 100 МПа, из которых производят щебень марок 300–600. Однако на месторождениях имеются участки, прослои и блоки с породами и более высокой прочностью. Нами на примере семи месторождений карбонатных пород показана возможность обогащения пород путем избирательного дробления по трехстадийной схеме и получения карбонатного щебня марок 800 и выше, который в бетоне не уступает щебню из изверженных горных пород тех же марок.

При использовании циклично-поточной схемы трехстадийного дробления в щековых и конусных дробилках в отходах дробления содержится фракций 5–2,5 мм до 35%; 2,5–1,25 мм – 12–26%; 1,25–0,63 мм – 10–42%; 0,63–0,14 мм – 13–49% и фракций менее 0,14 мм – 4–17%.

По фракционному составу отходы дробления карбонатных пород размером 5–0,14 мм практически соответствуют зерновому составу песка по ГОСТ 8736–93.

В среднем соотношение щебня, песка и муки при переработке 1 м³ породы составляет 4:2:1.

Соотношение между песком, полученным после отсева муки, и щебнем находится в интервале 0,35–0,6, что соответствует известным представлениям Ю.М. Баженова, В.П. Сизова и др. о соотношении между мелким и крупным заполнителями в тяжелом бетоне. Соотношение между мелким и крупным заполнителями, обеспечивающее минимальную межзерновую пустотность смеси заполнителей, рассчитанное по П.И. Божену, составило 0,4 и 0,35.

Результаты испытания карбонатного щебня и песка показали возможность их совместного использования для бетонов марок 350 и выше. Более высокую марку можно получить, используя комбинацию крупной фракции обогащенного по прочности щебня и мелкой фракции необогащенного щебня или гравия. Причем отношение граничных размеров мелкой и крупной фракций должно быть не более 0,225. Это обеспечивает размещение мелкой и менее прочной фракции щебня в пустотах крупной фракции и практически нивелирует влияние мелкой фракции на прочность бетона.

Используя обогащенный по прочности карбонатный щебень и песок из отходов дробления, можно получать бетоны марок выше 450. Очевидно, используя цементы марок 500 и 600 на обогащенных по прочности карбонатных заполнителях, можно получать бетоны марок 500 и выше. Прочностные ресурсы щебня это позволяют. Отходы в виде муки при такой переработке карбонатных пород могут быть использованы в качестве сырья для производства вяжущих и огнеупоров, а также как средство известкования почв.

Выводы

Разработка и применение ресурсо- и энергосберегающих технологических процессов при производстве строительных материалов возможна лишь на базе комплексного использования сырья – наиболее полного, экономически оправданного и многовариантного использования всех компонентов сырья, основанного на избирательном подходе к сырью; вовлечении в производство местных сырьевых ресурсов для полной или частичной замены привозного сырья; расширении интервала пригодности сырья, например изменением ОСТ на карбонатное сырье; использовании многоуровневых технологических процессов для повышения безотходности; снижении энергозатрат на производство (снижение температуры обжига или термообработки, длительности технологических процессов и т. д.); использовании добавок для расширения интервала функциональных свойств; оптимизации свойств и расширении номенклатуры выпускаемой продукции.

Список литературы

1. *Бирюлева Д.К., Шелихов Н.С., Рахимов Р.З. и др.* Влияние продолжительности обжига доломита и структурных особенностей MgO и MgCl₂·3Mg(OH)₂·8H₂O на прочность и водостойкость доломитового цемента // Известия вузов. Строительство. 2000. № 4. С. 32–37.
2. *Шелихов Н.С., Рахимов Р.З.* Повышение эффективности использования карбонатных пород при получении заполнителей для бетонов // Материалы Всероссийской XXXI НТК «Актуальные проблемы современного строительства. Часть 4. Строительные материалы и изделия». Пенза: ПГАСА. 2001. С. 165–167.
3. *Шелихов Н.С., Рахимов Р.З.* Гидравлическая известь и романцемент из минерального сырья Татарстана // Строительный вестник Татарстана. 2002. № 2. С. 48–53.

Цементы с пониженным содержанием клинкера в мировой цементной промышленности

(По публикациям журналов *Zement-Kalk-Gips International*, *Cement International* и *Magazine of Concrete Research* за 2006 г.)

В последние годы в мировой цементной промышленности наблюдается существенное снижение доли клинкера в цементе. Если в 1990 г. содержание клинкера в цементе составляло 0,9 кг/кг цемента, то в 2003 г. оно снизилось до 0,85 кг/кг цемента. Из этого следует, что до 0,15 кг/кг цемента составляют в основном альтернативные материалы, которые рассматривают как добавки или как материалы совместного помола. Одной из наиболее важных причин увеличения использования таких материалов является рыночный спрос на цементы, обладающие специфическими свойствами. Другой причиной является возможность изготавливать такие цементы экономно, используя отходы и снижая эмиссию CO₂ в окружающую среду при производстве цемента.

Таблица 1

Материал	Доступный, млн т	Используемый, млн т
Зола-унос	490	120
Гранулированный доменный шлак	102	90
Природные пуццоланы	15	12
Обоженный сланец	5	4,5
Тонкодисперсный кремнезем	0,9	0,5
Зола от сжигания рисовой шелухи	15	0,3
Метакаолин	0,2	0,1

Таблица 2

Тип цемента	Содержание клинкера, %	Заменитель клинкера, %	Выход цемента, т/т клинкера
CEM I	95	5	1,1
CEM II/A	80	20	1,3
CEM II/B	65	35	1,6
CEM III/A	35	65	3
CEM III/B	20	80	5,3
CEM III/C	5	95	21
CEM IV/A	65	35	1,6
CEM IV/B	45	55	2,3
CEM V/A	40	60	2,6
CEM V/B	20	80	5,3

Возможными заменителями клинкера являются материалы, обладающие скрытой гидравлической активностью, пуццоланы и инертные материалы. Так, тонкоизмельченный доменный шлак проявляет гидравлическую активность в сочетании с гидроксидом кальция, выделяющимся при гидратации цементного клинкера. Пуццолановые материалы – это в основном кремнеземистые материалы как природного происхождения (трасс, лава и т. п.), так и полученные из глины, сланца или каменных пород осадочного происхождения. Зола-унос представляет собой кремнеземистые или богатые известью порошки, образующиеся на отапливаемых углем электростанциях при сжигании как антрацита, так и бурого угля. В некоторых странах золы-уноса классифицируют как пуццоланы.

Гидравлическую активность проявляет тонкоизмельченный обоженный сланец (нефтяной сланец), полученный обжигом при температуре около 800°C. Кремневая пыль, улавливаемая в фильтрах процессов получения кремния или кремневых сплавов, содержит более 85% аморфного кремнезема (микрокремнезема). Он может быть в виде уплотненного или не уплотненного порошка, а также 50% водной суспензии. Другими материалами, обладающими гидравлической или пуццолановой активностью, которые можно использовать в качестве заменителей клинкера, являются зола от сжигания рисовой шелухи (RHA) и метакаолин. Зола от сжигания рисовой шелухи богата кремнеземом. Метакаолин – алюмосиликат, получаемый обжигом каолина.

Молотый известняк является подходящим материалом для регулирования гранулометрического состава цемента как инертный заменитель клинкера, характеризующийся высоким содержанием карбоната кальция и минимальным содержанием глинистых и органических примесей. Другим инертным материалом, который можно использовать в таком качестве, является пыль, улавливаемая в процессах производства цемента. В данной статье не рассматриваются гипс, ангидрит и другие функциональные добавки.

В табл. 1 приведены данные о производстве и использовании материалов, обладающих скрытой гидравлической или пуццолановой активностью. Из около 490 млн т золы-уноса, ежегодно образующейся в мире при сжигании на ТЭЦ угля, в том числе 350 млн т от сжигания антрацита, используется лишь 120 млн т или 24,5%. Гранулированных доменных шлаков используется порядка 88% их общего количества. Отметим, что остальные материалы доступны в весьма ограниченных количествах и лишь в определенных регионах.

Эксперты прогнозируют, что до 2010 г. ежегодный прирост количества золы-уноса составит 2,7%, а доменных гранулированных шлаков – 5,6%, т. е. выше, чем прогнозируемый рост производства цемента.

Представляет интерес информация об использовании в 2003 г. в странах Западной Европы гранулиро-

Таблица 3

Название цемента	Тип цемента	Заменитель клинкера	Дозировка заменителя клинкера, %
Шлакопортландцемент	CEM II/A-S	S-гранулированный доменный шлак	5–20
	CEM II/B-S		21–35
Портландцемент с микрокремнеземом	CEM II/A-D	D-микрокремнезем	6–10
Пуццолановый портландцемент	CEM II/A-P/Q	P-природные и Q-обожженные пуццоланы	6–20
	CEM II /B-P/Q		21–35
Портландцемент с золой-уносом	CEM II/A-V/W	V-кремнеземистая или W-кальциевая зола-унос	6–20
	CEM II /B-V/W		21–35
Портландцемент с обожженным сланцем	CEM II/A-T	T-обожженный сланец	6–20
	CEM II/B-T		21–35
Портландцемент с добавкой известняка	CEM II/A-L/LL	L-известняк, LL-известняк	6–20
	CEM II/B-L/LL		21–35
Многокомпонентный портландцемент	CEM II/A-M	S+D+P+Q+V+W+L+LL	6–20
	CEM II/B-M		21–35

Таблица 4

Страна	Доля данного типа цемента в цементном производстве, %				
	CEM I	CEM II	CEM III	CEM IV	CEM V
25 стран Европы, в том числе	32	52	5	9	2
Испания	18	68	0	3	11
Италия	9	76	3	11	1
Германия	58	30	11	0	1
Франция	35	51	6	0	8
Польша	39	52	7	2	0

ванного доменного шлака при производстве смешанного цемента. Около 4,7 млн т шлака используется в Германии. Второй страной региона по потреблению шлака при производстве смешанного цемента является Италия – 1,6 млн т, в Бельгии используется 1,4 млн т, в Нидерландах – 1,3 млн т, во Франции – 1,1 млн т шлака. Особняком стоит Великобритания, где 1,4 млн т, или 74% шлака, используется в качестве добавки в бетон, а использование шлака в смешанном цементе составляет 0,4 млн т, или 21%. В Японии значительное количество доменного шлака используют в качестве сырьевого компонента непосредственно при производстве клинкера.

Производство цемента в основном регламентируется стандартом EN 197-1. В этом стандарте цементы разделены на пять типов, а в зависимости от содержания основных компонентов – на 27 подтипов. В табл. 2 приводятся данные о содержании клинкера в основных типах цемента, а также расчетное количество цемента, получаемое из 1 т клинкера. В табл. 3 приведены данные о содержании в многокомпонентных цементах ряда CEM II основных заменителей клинкера в соответствии с требованиями EN 197-1.

Данные табл. 2 показывают, что в шлаковом цементе CEM III/C клинкера содержится всего 5%. При этом из 1 т клинкера можно изготовить до 21 т такого цемента, который фактически представляет собой молотый гранулированный доменный шлак. В англосаксонских странах его используют в качестве добавки в бетон, в

частности для предотвращения опасного для его долговечности взаимодействия щелочей цемента с активным кремнеземом заполнителя бетона.

Композиционные портландцементы ряда CEM II, кроме CEM II/A-M и CEM II/B-M, помимо клинкера содержат только один компонент. Цемент CEM II/A может содержать до 20% других компонентов, а цемент CEM II/B – до 35%.

В эти цифры включено до 5% сульфата кальция и других добавок в цемент. Введение в бетон золы-уноса позволяет снизить опасную концентрацию щелочей в цементе и модифицировать структуру бетона. При больших различиях в практике использования золы-уноса в европейских странах новый европейский стандарт BS EN450 «Зола-уноса для использования в бетоне. Определения, требования и контроль качества», разработанный английским British Standards Institution и введенный в действие в 1995 г., регламентирует широкий диапазон свойств золы-уноса, в частности дисперсность характеризуется содержанием до 60% частиц размером 45 мкм, ППП должны составлять не более 12%, также ограничивается содержание влаги.

В 2003 г. в мире было произведено 1,88 млрд т цемента, из них в Китае – 752 млн т, 180 млн т заменителей клинкера, в том числе 61 млн т гранулированного шлака, 39 млн т золы-уноса и 80 млн т прочих заменителей, около 100 млн т гипса и ангидрита в качестве компонента цемента. Таким образом, среднее содержание клинкера в цементе составляет 85%. Следует отметить, что наи-

Таблица 5

Тип цемента	Производство данного типа цемента в Западной Европе, %			
	1990 г.	2000 г.	2003 г.	2010 г. (прогноз)
CEM I	45	35,3	31,9	25
CEM II	43	49,6	52,1	57
CEM III+IV+V	12	15,1	16	18

Таблица 6

Регион (страна)	Выпуск цемента, млн т	Выпуск клинкера, млн т	Доля клинкера в цементе, т/т	Эмиссия CO ₂ , млн т	Коэффициент эмиссии, т CO ₂ /т цемента
Западная Европа	206	159	0,77	139	0,68
Восточная Европа	99	77	0,78	74	0,75
Северная Америка	136	125	0,92	110	0,81
Южная Америка	78	59	0,75	47	0,61
Африка/Океания	92	81	0,88	74	0,8
Средний Восток	137	120	0,88	107	0,78
Дальний Восток	266	237	0,89	200	0,75
Китай	752	649	0,86	678	0,9

большее количество заменителей клинкера было израсходовано в цементной промышленности Китая (15 млн т гранулированного доменного шлака, 22 млн т золы-уноса и 27,5 млн т прочих заменителей клинкера) и Западной Европы (12 млн т гранулированного доменного шлака, 5 млн т золы-уноса и 19,5 млн т прочих заменителей клинкера). В странах Восточной Европы было использовано 8,9; 2,9; 5,2 млн т заменителей соответственно, в странах Северной Америки – 0,6; 0,6 и 2,1 млн т, а в странах Южной Америки – 6,3, 2,2 и 7,6 млн т.

В табл. 4 показана структура производства цемента по типам в 25 ведущих странах Европы. Данные таблицы показывают, что в европейских странах цемент CEM I составляет примерно 1/3 от общего объема производства цемента. Цементы CEM II преобладают, их доля в среднем более 50%. Однако в номенклатуре цементов ведущих европейских производителей различия весьма существенны: доля производства цемента CEM I в Испании и Италии существенно ниже, чем в Германии, при этом Испания и Италия производят около 40% цементной продукции европейских стран.

Более глубокий анализ производства различных подтипов, например цемента CEM II, показывает, что в структуре его производства европейскими странами имеются существенные различия. В Германии производятся только два подтипа – CEM II/S и CEM II/L,LL, а цементы с золой-уноса CEM II/V,W практически не производятся. Вместе с тем этот подтип цемента производят в Испании и Польше. В Италии производится портландцемент с добавкой известняка, а в Испании – многокомпонентный цемент.

В цементной промышленности России преобладают цементы с высоким содержанием клинкера. Так, в 2004 г. доля шлакопортландцемента общестроительного назначения и пуццоланового цемента составляла в цементной продукции страны (45,6 млн т) лишь 6,35 и 0,11% соответственно. В российские цементы был введено всего лишь 4,1 млн т гранулированных доменных шлаков, а другие возможные заменители

клинкера, в том числе и перечисленные в табл. 1, а также молотый известняк не использовали. В результате средняя доля клинкера в российских цементах составила 0,89.

Исходя из предположения, что динамика развития цементного производства в Западной Европе сохранится, в 2010 г. доля цемента CEM I составит лишь 25% (табл. 5).

В табл. 6 приведена информация, характеризующая объем производства и состав (долю клинкера) цементов, выпускаемых в различных регионах и странах мира в 2003 г., а также эмиссию CO₂.

Данные табл. 6 показывают, что только в цементах, выпускаемых в Южной Америке, Западной и Восточной Европе, доля клинкера ниже среднемирового уровня 0,85. Следует обратить внимание на то, что доля клинкера в цементе коррелирует со значениями коэффициента эмиссии углекислого газа (кг CO₂/кг цемента), который, например, в странах Южной Америки составляет 0,61. Максимальным региональным уровнем коэффициента эмиссии CO₂ характеризуется цементная промышленность стран Северной Америки. Только цементная промышленность Китая характеризуется большим (0,9) значением коэффициента эмиссии CO₂. Столь высокое значение этого показателя объясняется тем обстоятельством, что в Китае имеется довольно много устаревших печных агрегатов – шахтных печей. Однако цементная промышленность Западной Европы при наличии довольно большого числа относительно устаревшего обжигового оборудования по коэффициенту эмиссии CO₂ занимает второе место в мире.

В соответствии с прогнозами на 2010 г. доля клинкера в цементе, выпускаемом в странах Западной Европы, снизится и достигнет 0,73 кг/кг цемента. За счет использования заменителей клинкера в мировой цементной промышленности доля клинкера снизится до 0,81 кг/кг цемента. Таким образом, темпы роста мирового производства цемента превьсят темпы роста производства клинкера.

удк 338

В.Г. КУЗНЕЦОВ, президент; И.П. КУЗНЕЦОВ, коммерческий директор, ООО «Ас-Тик КП»; С.В. КОПЫЛОВ, заместитель генерального директора, ООО «Бухгалтерская компания «ИНТЕК» (Москва)

Оценка экономической эффективности внедрения полимерных противоналипающих футеровочных пластин

ООО «Ас-Тик КП» на протяжении 15 лет с момента своего создания эффективно работает на рынке оказания научно-технических и внедренческих услуг, связанных с решением проблемы борьбы с налипанием сырьевых материалов на рабочие поверхности экскаваторного и технологического оборудования (приемно-питающие и перегрузочные устройства, разгрузочные точки, приемные и накопительные бункера, весовые дозаторы, циклоны и др.).

Для решения указанных выше задач ООО «Ас-Тик КП» поставляет на предприятия основных горно-добывающих и перерабатывающих отраслей народного хозяйства России и государств СНГ полимерные противоналипающие футеровочные пластины (ППФП) различного исполнения – эффективное средство устранения (уменьшения) налипания увлажненных сырьевых материалов [1–4].

Однако зачастую большинство предприятий, для которых решение проблемы борьбы с налипанием имеет актуальное значение, не могут сами правильно подобрать нужные футеровочные пластины и оценить планируемую экономическую эффективность от их использования. В этой связи специалисты ООО «Ас-Тик КП» предлагают методику оценки экономической эффективности от правильного подбора и внедрения ППФП.

1. При подборе ППФП в зависимости от коэффициента крепости материала (f) по шкале М.М. Протогдыконова следует руководствоваться следующим:

ППФП ОИ (обычного исполнения)	$f < 4$
ППФП ПИУ (повышенной износостойкости и ударопрочности)	$4 \leq f \leq 6$
ППФП ВИУ (высокой износостойкости и ударопрочности)	$6 \leq f \leq 10$

Если принять износостойкость ППФП ВИУ за 100 ед., то относительная износостойкость ППФП ОИ составляет 400–500 ед., ППФП ПИУ – 250 ед.

Такой принцип подбора ППФП позволяет комплексно и в полной мере использовать все основные эксплуатационные свойства полимерных пластин и эффективно решать задачи, связанные с устранением налипания сырьевых материалов.

2. Перед принятием решения о приобретении того или иного вида ППФП для конкретного типа технологического оборудования, планово-экономические службы предприятия должны оценить планируемую экономическую эффективность от их использования.

Если предприятие использует для борьбы с зависанием материалов на металлических стенках технологического оборудования электрические вибраторы, то при использовании ППФП указанные вибраторы с электрическим приводом демонтируются. В этом случае происходит экономия электроэнергии и затрат, связанных с эксплуатацией данных приборов.

При использовании ППФП увеличивается пропускная способность узлов в среднем в 1,4 раза, а в конечном итоге и производительность оборудования в целом. Этот фактор играет большую роль при исполь-

зовании технологического оборудования на проектной производительности, когда процесс налипания на стенки рабочих поверхностей проявляется в полной мере.

При применении ППФП снижаются месячные (годовые) простои технологического оборудования из-за необходимости расчистки узлов от налипшего материала. Этот фактор можно оценить, используя формулу:

$$\dot{Y} = \left[\dot{N} - \frac{\dot{O}(\dot{A} \cdot \dot{N} + \dot{O} \cdot n)}{\dot{A}(T+t)} \right] \cdot \frac{\dot{A}(T+t)}{T} - \dot{A}f \cdot \dot{E}ä;$$

где C – среднегодовые затраты на 1 м^3 (1 т) материала; T – чистое время работы оборудования, ч; A – годовой объем выработки, м^3 ; C – стоимость одной тонны выбранного типа ППФП, р; n – планируемый расход ППФП, необходимый для футеровки узлов, т; t – месячные (годовые) простои технологического оборудования из-за необходимости расчистки узлов от налипшего материала, ч; $Eä$ – нормативный коэффициент экономической эффективности; $Kд$ – затраты на разработку мероприятия в целом, р.

Снижаются трудозатраты, связанные с ручной расчисткой узлов от налипших материалов, и происходит условное высвобождение обслуживающего персонала.

При использовании ППФП в качестве полимерных противоналипающих уплотнительных пластин (ППУП) в местах загрузки сырьевых материалов на ленты конвейерного транспорта в среднем на 25% уменьшаются продольные полосовые износы и порезы лент и трудозатраты, связанные с ремонтными работами по их восстановлению.

Оценив общую планируемую экономическую эффективность от использования ППФП, несложно определить срок окупаемости внедряемого способа борьбы с налипанием сырьевых материалов.

Список литературы

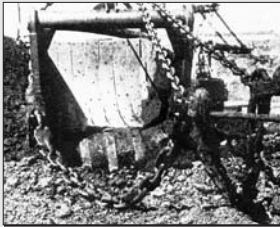
1. Кузнецов В.Г., Затковецкий В.М., Кузнецов И.П., Малинов А.В. и др. Полимерные футеровочные пластины – эффективное решение проблемы налипания увлажненных материалов на рабочие поверхности технологического оборудования // Строит. материалы. 2005. №5. С. 33–34.
2. Рудой В.П., Алексеенко И.П., Кузнецов В.Г., Кузнецов И.П. Повышение эффективности работы отделения углеподготовки ОАО «Ангарскцемент» за счет применения полимерных противоналипающих футеровочных пластин // Строит. материалы. 2005. №6. С. 24–25.
3. Кузнецов В.Г., Затковецкий В.М., Кузнецов И.П. Подбор полимерных противоналипающих футеровочных пластин в зависимости от крепости горной породы // Строит. материалы. 2005. №10. С. 86.
4. Кузнецов В.Г., Затковецкий В.М., Кузнецов И.П., Кривонос М.В. и др. Полимерные противоналипающие футеровочные пластины – эффективное средство борьбы с налипанием горных пород на рабочие поверхности экскаваторного и технологического оборудования // Горный журнал. 2006. №4. С. 56–57.



ООО «Ас-Тик КП»

ПОСТАВКА ПОЛИМЕРНЫХ ПРОТИВОНАЛИПАЮЩИХ ФУТЕРОВОЧНЫХ ПЛАСТИН
ДЛЯ ЭКСКАВАТОРНОГО И ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Проблема налипания материала на рабочие поверхности оборудования решена!



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

ППФП обладают:

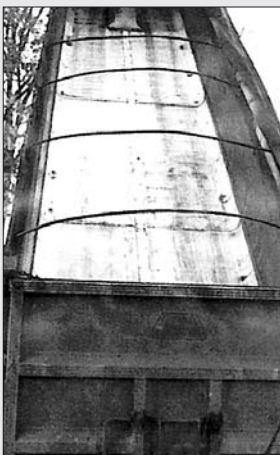
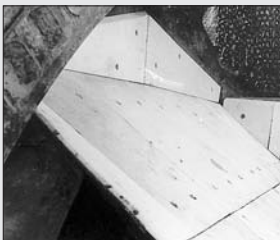
- низким коэффициентом трения;
- высокой гидрофобностью, износостойкостью, ударопрочностью, химической стойкостью;
- широким температурным диапазоном эксплуатации.



ППФП выпускаются различных размеров,
технологичны, надежны в эксплуатации.

Эффективность ППФП подтверждается долговременной успешной эксплуатацией в качестве облицовки рабочих поверхностей:

- бункеров для хранения огарок, приемных бункеров гипса, гранул, чаш грануляторов, циклонов и др. – на предприятиях цементной промышленности России: ОАО «Новоросцемент», ОАО «Осколцемент», ОАО «Магнитогорский ЦОЗ», ОАО «Ангарскцемент», ООО «Топкинский цемент»; Республики Молдова: «СІМЕНТ» S.A.;
- весовых бункеров-дозаторов и бункеров отечественного и импортного производства на предприятиях керамической промышленности России: ЗАО ПКФ «Воронежский керамический завод», ОАО «Завод керамических изделий» (Екатеринбург);
- перегрузочных узлов, приемных бункеров, плужковых сбрасывателей на предприятиях промышленности черной и цветной металлургии России: ОАО «Михайловский ГОК», ОАО «Качканарский ГОК «Ванадий» и др.; Республики Казахстан: АО «Жайремский ГОК».



В настоящее время осуществляется опытно-промышленное внедрение ППФП и ППФП ПИУ в ОАО «Кавказцемент», ОАО «Себряковцемент», ЗАО «Чупинский ГОК», ОАО «Сибирь-Полиметаллы» и др. (Россия), ОАО «Вольнь-Цемент» (Украина).

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

ООО «Ас-Тик КП»
Тел./факс: (495) 718-48-12

Телефон: (495) 236-07-68
E-mail: astik_kp@mail.ru

Реклама

Сушка сыпучих материалов с помощью виброаппаратов

В настоящее время в промышленности все более широкое распространение находят вибрационные аппараты, предназначенные для термообработки (нагревания, прокаливания, сушки) неналипающих сыпучих материалов.

Высокая эффективность ведения термотехнологических процессов на виброаппаратах предопределяется следующими факторами:

- увеличением интенсивности тепло- и массообмена при вибровоздействии на обрабатываемый материал, что позволяет повысить производительность и снизить удельное энергопотребление;
- совмещением в одном аппарате транспортной и технологической операций, что позволяет снизить капитальные затраты;
- возможность комплексной автоматизации процессов термообработки, что упрощает эксплуатацию оборудования, обеспечивает требуемое качество конечного продукта, снижает затраты ручного труда и улучшает условия труда обслуживающего персонала.

В основе действия вибрационных аппаратов лежит способность материала направленно перемещаться по колеблющейся поверхности. В виброперемещаемом слое сыпучего материала возникает ряд явлений (перемешивание, разрыхление, псевдокипение и др.), благотворно влияющих на процессы теплообмена частиц материала с контактируемыми поверхностями нагрева, что приводит к существенному увеличению скорости проводимых термотехнологических процессов.

Компания «Консит-А» производит **вибрационные сушилки СВТ-0,5**, предназначенные для нагрева и сушки в непрерывном режиме сыпучих материалов (рис. 1). Сушилка представляет собой вибрационный вертикальный конвейер с наружными желобчатыми витками, помещенный в стационарный теплозащитный четырехдверный кожух. На внутренней стороне дверей расположено 48 ТЭНов мощностью по 2,5 кВт каждый. Сушилка снабжена патрубками загрузки и выгрузки материала,

а также патрубком отсоса паровоздушной смеси.

Такие сушилки применяются в самых различных отраслях промышленности. Сушилками типа СВТ-0,5 оснащаются установки по производству сухих строительных смесей производительностью до 4000 т/г.

Несколько лет назад ООО «Консит-А» разработало уникальную электрическую сушилку — **вибрационную печь ПЭВ-270** (рис. 2). Ее производительность составляет до 250 кг/ч испаренной влаги.

Печь ПЭВ-270 состоит из теплозащитной камеры, выполненной в виде стационарной вертикально расположенной шестигранной призмы, внутри которой находится установленная на упругой подвеске цилиндрическая колонна с прикрепленными к ней снаружи транспортными лотками. Смежные лотки по ходу транспортирования продукта установлены с перепадом по высоте вниз на 30 мм.

На нижней части колонны установлен вибропривод. На каждой грани камеры расположены друг над другом две двери, которые являются несущей конструкцией для установки ТЭНов (213 штук мощностью 1,25 кВт каждый). Тепловыделяющие участки ТЭНов при закрытых дверях размещаются в пространстве между смежными по высоте лотками. Влажный материал под действием направленных колебаний последовательно перемещается по лоткам сверху вниз, пересыпаясь с лотка на лоток. Пересыпание материала предотвращает слипание отдельных частиц и сопровождается активным перемешиванием всех его слоев, что обеспечивает их равномерный нагрев.

Поступающий в печь воздух нагревается от ТЭНов до 650°C и участвует в процессе термообработки материала, затем паровоздушная смесь удаляется через патрубок отсоса. Во время транспортирования материал высыхает и через патрубок выгрузки удаляется из печи.

Впервые печь ПЭВ-270 была внедрена на предприятии «Апатит», где она успешно используется для сушки минерального сырья. Предприятия «Русотальк» и «Амазонит» при-

меняют эти печи для сушки талька с производительностью до 1500 кг/ч.

Опыт эксплуатации электрических сушилок показал их надежность и, что не менее важно, высокие экологические показатели. При их работе практически полностью исключено загрязнение окружающей среды, поскольку не наблюдается унос транспортируемого материала. Вследствие этого применение электрических сушилок не требует установки циклонов, они могут эксплуатироваться в городской черте.



Рис. 1. Вибрационная сушилка СВТ-0,5

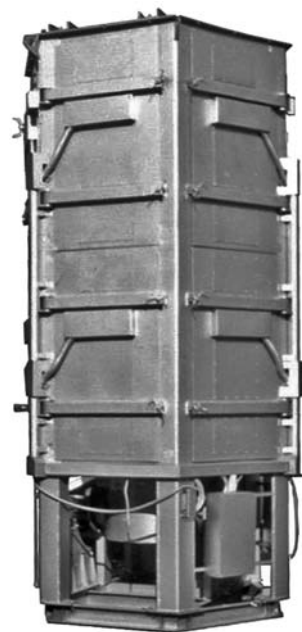


Рис. 2. Вибрационная печь ПЭВ-270

УДК 666.972

И.И. РОМАНЕНКО, канд. техн. наук; С.В. МИХАЙЛИНА, ассистент,
Пензенский государственный университет архитектуры и строительства

Модифицированные шлакощелочные бетоны для производства плит по литьевой технологии

По кассетной технологии в настоящее время выпускаются плиты для полов предприятий химической, медицинской, пищевой и целлюлозно-бумажной промышленности. Плиты, выпущенные по кассетной технологии, как правило, имеют пористую поверхность, множество раковин, сколы углов и граней, недостаточную износостойкость и невысокую коррозионную стойкость при работе конструкций в агрессивных средах (дизельное топливо, минеральное масло, раствор сахара, 10% растворы NaCl, Na₂SO₄, MgSO₄) [1].

Для данной технологии применяются бетонные смеси высокой подвижности с осадкой конуса 8–12 см. Одним из перспективных направлений повышения эксплуатационных свойств плит является использование при их изготовлении модифицированных бетонов на основе шлакощелочного вяжущего (ШЩВ).

В работе ШЩВ получено совместным помолом гранулированного шлака Новолипецкого металлургического комбината и цеолитсодержащей глины (ЦГ) Лягушовского месторождения Пензенской области в шаровой мельнице до удельной поверхности 3150–4000 см²/г в соотношении 1:0,3. Химический состав шлаков и цеолитсодержащей глины представлены в табл. 1, 2. В качестве модификаторов структуры бетона применяли органические модификаторы: отработанное минеральное машинное масло (МММ), ацетон, хозяйственное мыло, мылонафт и этиловый спирт.

Цеолит, содержащийся в глине Лягушовского карьера [2], представлен минералом гепландитом (Ca₄[Al₈Si₂₈O₇₂]24H₂O), имеющим слоистую структуру с зернами размером 3–10 мм. Отработанное минеральное машинное масло имеет следующие характеристики: кислотность (в граммах КОН на 100 мл) – 6; содержание серы, %, – 0,12; содержание железа, %, – 0,2; содержание баббита (сплав свинца, олова, цинка, алюминия), %, – 0,91.

В качестве щелочного активатора твердения применяли отходную щелочь NaOH (от травления печатных

плат) и жидкое стекло. Они вводились в состав ШЩВ по 4% каждого в пересчете на сухие вещества от молотого шлака. Составы модифицированных ШЩВ на основе Новолипецкого шлака представлены в табл. 3. Растворошлаковое отношение (Р/Ш) принималось во всех составах одинаковым – 0,36.

Отличительной особенностью предлагаемых бетонов является использование в качестве заполнителя немолотого Новолипецкого гранулированного шлака фракции 5 мм. Во время проведения экспериментов отработывалась технология введения органических модификаторов в бетонную смесь. Технология приготовления бетонной смеси заключается в следующем: гранулированный шлак смешивается с тонкоизмельченным шлаком, а затем вводится щелочной раствор, состоящий из NaOH и жидкого стекла в заданных пропорциях с водой. Полученная смесь перемешивается в течение 2 мин., укладывается в форму и уплотняется методом вибрирования.

Приготовление состава А-5 (табл. 3) отличается от других тем, что на первом этапе 50% воды от потребного количества растворяется NaOH, в него добавляется вся порция мыльной эмульсии с МММ. Перемешивание компонентов длится 2 мин, а затем вводится жидкое стекло. На втором этапе дозируется остаток мыльной эмульсии и воды. Приготовленный щелочно-масляный раствор вводится в предварительно смешанную сухую смесь из молотого и немолотого шлаков. Состав А-51 (табл. 3) отличается от А-5 тем, что раствор мыла разбавляется водой в количестве 50% от необходимого количества и добавляются оба щелочных активатора NaOH и жидкое стекло. Оставшаяся часть воды и МММ вводятся при перемешивании ингредиентов. При такой процедуре введения компонентов щелочные растворы во время приготовления органоминеральной жидкости не расслаиваются.

В составе А-6 мылонафт, содержащий 20% воды, растворяется водой, а затем в полученный раствор добав-

Таблица 1

Вид шлака	Массовая доля основных оксидов, %											M ₀	M _a	K
	MnO	SiO ₂	CaO	MgO	Al ₂ O ₃	P ₂ O ₅	F	Fe ₂ O ₃	SO ₃	FeO	Прочие			
Новолипецкий металлургический	1,1	38,6	42,1	7,2	8,6	–	–	0,6	0,6	0,7	0,5	1,04	0,22	1,56

Таблица 2

Карьерная влажность, %	Число пластичности	Общая усадка	Гигроскопическая влажность, %	Гранулометрический состав по Рутковскому, %			ППП
				Глинистые	Песчаные	Пылеватые	
20–24	14,3	5,1	3,31	11,9–15,8	30–35	49–59	
Массовая доля оксидов, %							
SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	Fe ₂ O ₃	MgO	SO ₃	Прочие	ППП
65,5	9,54	3,24	7,72	0,76	0,06	1,78	11,4

Примечание. Массовая доля цеолитов в глине Лягушовского месторождения 28%.

Таблица 3

Составы соответ- ствуют табл. 4	Расход материалов на 1м ³ бетона, кг										
	Молотый шлак	Гранули- рованный шлак	Вода	NaOH	Жидкое стекло	Этиловый спирт	Ацетон	Хозяйст- венное мыло	МММ	ЦГ	Мыло- нафт
A-1	649	1624	233	26	26	–	–	–	–	–	–
A-2	649	1624	231	26	26	19,5	–	–	–	–	–
A-3	649	1624	231	26	26	–	19,5	–	–	–	–
A-4	649	1624	233	26	26	–	–	58,4	–	–	–
A-5, A-51	649	1624	207	26	26	–	–	58,4	26	–	–
A-6d	649	1624	225	26	26	–	–	–	–	–	31
A-7	519	1624	233	26	26	–	–	–	–	130	–

ляется NaOH и жидкое стекло. В процессе перемешивания происходит коагуляция мылонафта. Результаты исследований образцов ШЩБ представлены в табл. 4.

Особый интерес как с научной, так и с практической стороны представляет выявление влияния состава модифицированных ШЩБ и технологии приготовления бетонной смеси на водопоглощение и кинетику набора прочности [3]. Испытания проводились по методикам ГОСТ 12730.3–78, ГОСТ 10180–78.

Из анализа экспериментальных данных (табл. 4) по исследованию кинетики набора прочности следует, что ШЩБ состава А-5 имеет самые высокие темпы набора прочности как при нормальном твердении, так и после ТВО. Прирост прочности при сжатии образцов ШЩБ в возрасте 28 сут, по отношению к контрольному составу А-1, составляет 5–38,4%, а при изгибе – от 1 до 28%.

Введение цеолитсодержащей глины в состав ШЩБ способствует повышению прочности при сжатии от 6 до 36%, при изгибе – от 6 до 35%. Модифицирование ШЩБ этиловым спиртом, ацетоном, хозяйственным мылом, мылонафтом замедляет темпы набора прочности ШЩБ в возрасте от 1 до 28 сут. Прочность при сжатии снижается на 14–45% по сравнению с контрольным составом А-1.

В результате получения более плотной структуры ШЩБ и кольтатации пор минеральным машинным маслом изменяется водопоглощение образцов бетона. Кинетика водопоглощения модифицированных ШЩБ

представлена на рис. 1. Согласно проведенным испытаниям, наиболее оптимальной структурой, создающей защитный барьер на пути проникновения воды по капиллярам внутрь шлакощелочного камня при длительном экспонировании в воде, обладают составы А-5 и А-51.

Очевидно, что наиболее перспективными модификаторами мелкозернистого ШЩБ являются отработанное минеральное машинное масло и цеолитсодержащая глина. Эти модифицирующие добавки, как показали исследования, позволяют повысить морозостойкость бетона, водонепроницаемость, коррозионную стойкость, что снижает затраты на ремонт и возобновление конструкций из этого материала.

На следующем этапе была изучена истираемость модифицированных ШЩБ по методике ГОСТ 13087–81. Испытания образцов бетона размером 7,07×7,07×7,07 см проводились на лабораторном стенде ЛКМ-2. В качестве абразивного материала использовался Вольский песок, соответствующий ГОСТ 8736–85. Образцы ШЩБ после ТВО через 90, 180 и 270 суток твердения в воде перед испытанием на истираемость протирались салфеткой и через 2 ч устанавливались на стенд.

Результаты испытаний (рис. 2) показали, что образцы ШЩБ, хранившиеся в течение 90, 180, 270 сут в воде, имеют показатели истираемости на 32, 39, 38,9% соответственно ниже, чем образцы бетонов без добавок.

В ходе исследований было также показано, что важным технологическим фактором, оказывающим влия-

Таблица 4

Составы	Прочность R _{изг.} /R _{сж.} , МПа, при твердении в нормальных условиях				Прочность R _{изг.} /R _{сж.} , МПа, после ТВО	
	1 сут	7 сут	14 сут	28сут	1 сут	28 сут
	A-1	0,7/4	4,2/24,5	5/36,8	6,7/47,3	5,1/42,2
A-2	0,2/2,4	2,1/14,2	3,4/17,5	4,1/22,2	4,4/30	4,6/31,6
A-3	0,4/3,1	1,5/12	2,7/16,5	3,5/26,8	4,6/28,8	4,7/30
A-4	0,7/4,4	3,3/12,2	4,5/31	3,7/40,1	4,01/36,2	4,9/44,4
A-5	0,7/3,8	4,1/26,2	4,9/38,9	6,7/49,4	6,2/66	7,5/78,1
A-51	0,5/2,2	2,4/10,9	3/18	4,6/28,1	4,4/18,9	5,1/31,9
A-6	0,4/3,5	1,8/14	2,1/18,7	2,2/21,8	3,0/23,6	3,4/41,3
A-7	0,7/3,5	4,5/28	5,2/40	7,1/50,3	6,8/50	7,9/77

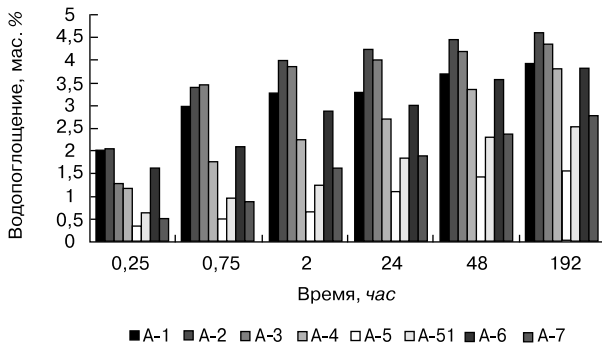


Рис. 1. Кинетика водопоглощения мелкозернистого ШЩБ на основе Новолипецкого металлургического шлака

ние на кинетику водопоглощения и истираемость изделий из модифицированных ШЩБ, является последовательность приготовления щелочного активатора твердения и бетонной растворной смеси. Технология применения ШЩБ, модифицированных ЦГ (состав А-7) и отработанным машинным маслом (состав А-5), успешно внедрена на одном из предприятий Пензенской области для производства плит по кассетной технологии и тротуарных плит и дорожных покрытий соответственно. Изученные модификаторы являются недорогими и недефицитными, однако эффект от их внедрения в заводскую технологию может дать существенный экономический эффект, а также повысить качество выпускаемой продукции.

Нельзя не отметить экологический эффект от реализации данной разработки. На автобазах и крупных предприятиях, имеющих практически в каждом городе, в год образуется до 20 т отходного масла, которое требует утилиза-

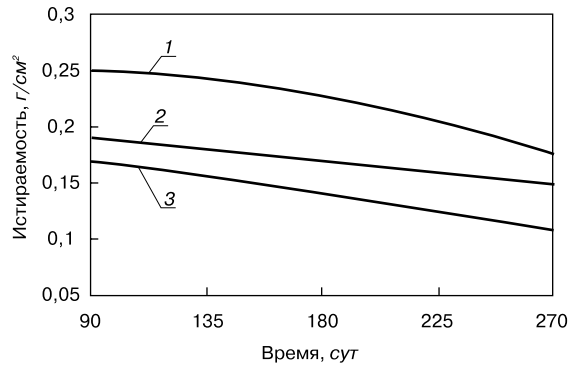


Рис. 2. Истираемость образцов ШЩБ после хранения в воде: 1 – порландцемент М400; 2 – ШЩБ без добавок; 3 – ШЩБ, модифицированный МММ 8% и ЦГ 24%

ции. При использовании его в качестве модификатора ШЩБ отход, на утилизацию которого требуются дополнительные средства, становится ценным компонентом. По данным института санитарии и гигиены Санкт-Петербурга, ШЩБ, модифицированные МММ, не оказывают вредного воздействия на человека и окружающую среду.

Список литературы

1. Дворкин Л.И., Марчук В.Н. Оптимизация составов литых шлакосодержащих бетонов // Бетон и железобетон. 1990. № 2. С. 25–27.
2. Калашников В.И., Нестеров В.Ю., Хвастунов В.Л. и др. Глиношлаковые строительные материалы Пенза: ГЛУСА. 2000. 207 с.
3. Плеховский В.Д., Кривенко Н.В., Старчук В.Н., Паишков И.А., Чиркова В.В. Шлакощелочные бетоны на мелкозернистых заполнителях. Киев: Вища школа. 1981. 224 с.

СПЕЦИАЛЬНОЕ КОНСТРУКТОРСКОЕ БЮРО
СКБ СТРОЙПРИБОР
ПРИБОРЫ НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ

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

ПГМ-100 / ПГМ-500 / ПГМ-1000

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

ПОС-30(50)МГ4 "Отрыв"

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

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

ПСО-МГ4

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

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

Влагомер-МГ4У

Измеритель влажности древесины, бетона, сыпучих по ГОСТ 16588 и ГОСТ 21718.
Может комплектоваться зондовым преобразователем.
Диапазон измерения влажности1...60%

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

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

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 стройматериалов. Термометры, гигрометры, анемометры, пирометры, толщинометры, твердомеры, дефектоскопы, лазерные дальнометры.

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

удк 666.982.3

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

Дисперсно-армированный сталефибробетон

Высокие темпы строительства жилых и промышленных зданий с новыми уникальными архитектурными формами, возведение специальных особо нагруженных сооружений, таких как большепролетные мосты, небоскребы, морские нефтяные платформы, резервуары для хранения газов и жидкостей под давлением и др., потребовали разработки новых эффективных бетонов.

Переходу на новые виды бетонов способствовали революционные достижения в области пластифицирования бетонных и растворных смесей, появление наиболее активных пуццолановых добавок – микрокремнеземов, дегидратированных каолинов и высокодисперсных зол [1, 2]. Сочетание суперпластификаторов, и особенно гиперпластификаторов, на поликарбоксилатной и полигликолиевой основах позволяет получать сверхтекучие цементно-минеральные дисперсные системы и бетонные смеси при сохранении пластичности, характеризующейся осадкой конуса 4–10 см. [2, 3]. В настоящее время номенклатура тонкодисперсных наполнителей высокопрочных бетонов значительно расширена: используются измельченные отходы металлургической и энергетической промышленности, кварцевые пески, известняки и карбонаты, доломиты, отходы от производства бетона, имеющиеся практически во всех регионах страны. Сочетание гиперпластификаторов с микрокремнеземом и реакционно-активными порошками при использовании мелкозернистого заполнителя позволили поднять уровень прочности при сжатии до 130–150 МПа, а в некоторых случаях до 180–200 МПа. Благодаря этому достижению количество компонентов в бетоне с химическими добавками достигло 6–8 наименований, а водоцементное отношение снизилось до 0,24–0,28. Многокомпонентность бетонной смеси позволяет эффективно управлять процессами структурообразования на всех этапах технологии приготовления бетона и получать бетон с различными свойствами. Вместе с тем значительное увеличение прочности бетона повышает его чувствительность к трещинам. Дисперсное армирование бетона рассматри-

вается как эффективное средство повышения прочности при растяжении и изменения образования трещин на всех уровнях его структуры [4, 5].

В настоящей работе выполнена оценка физико-механических показателей и трещиностойкости высокопрочного бетона дисперсно-армированного на двух уровнях – микроуровне (уровне цементного камня) и макроуровне (уровне бетона).

В качестве армирующих элементов на макроуровне использовались металлические волокна длиной 5, 10 и 15 мм, диаметром 0,4 мм, а на микроуровне – вводимые в бетонную смесь совместно с цементом органоминеральные модификаторы. Минеральным компонентом органоминерального модификатора являлись тонкоизмельченные песчаники Саловского карьера Пензенской области, органическим – суперпластификатор С-3 на основе продуктов поликонденсации нафталинсульфокислоты и формальдегида, выпускаемый Новомосковским химическим комбинатом органического синтеза в соответствии с ТУ 6-36-020429-625.

Для приготовления опытных образцов использовался портландцемент марки ПЦ-500Д0 производственного объединения «Вольскцемент», высокопрочный габбро-диаритовый щебень фракции 5–10 мм и песок карьера Георгиевского переката р. Волги с Мкр = 2,5. Состав бетонной смеси: цемент – 562 кг/м³; песок – 568 кг/м³; щебень – 1283 кг/м³; органоминеральный модификатор – 85 кг/м³ (15% от расхода цемента). Расход суперпластификатора в органоминеральном модификаторе при этом не превышал 1% от расхода цемента. Водоцементное (В/Ц) отношение пластифицированной бетонной смеси при обеспечении одинаковой удобоукладываемости составляло 0,25, а смеси контрольного состава достигало 0,41 при осадке конуса бетонной смеси 4–6 см.

Процесс приготовления фибробетона состоял из двух этапов. На первом этапе предварительно перемешанные сухие компоненты бетонной смеси, включая органоминеральный модификатор, затворялись требуемым количеством воды. На втором этапе в приготовленную смесь при непрерывном перемешивании вво-

Таблица

Вид и массовая концентрация армирующего элемента, кг/м ³		Длина волокна, мм	В/Ц	Прочность при сжатии, МПа, в возрасте, сут			Прочность при растяжении при изгибе, МПа, в возрасте, сут		
наполнитель	волокно			1	7	28	1	7	28
–	–	–	0,41	16,9	24,4	66,6	0,8	2,3	8,4
–	–	–	0,25	43,5	79	95,2	2,8	3,3	12,1
–	78	5	0,25	54,5	93	110	5,2	9,1	15,1
–	78	10	0,25	61,3	86,2	107,1	6	9,9	14,9
–	78	15	0,25	52	83,6	104,2	7,3	10,5	15,8
85	78	5	0,25	55,3	98,6	114	5,8	9,6	15,6
85	78	10	0,25	64,9	89	110,9	6,4	10,4	15,8
85	78	15	0,25	54,5	85,1	108,3	8,1	11,3	16,7

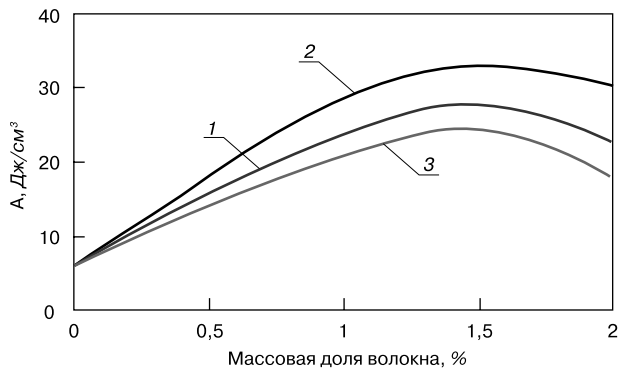


Рис. 1. Удельная работа разрушения дисперсно-армированного бетона в зависимости от массовой доли и длины стальных волокон при длине волокна: 1 – 5 мм; 2 – 10 мм; 3 – 15 мм.

дилось необходимое количество просеянной через сито фибры. Такая технология позволила исключить комковатость волокон и обеспечить необходимую однородность фиброармированного бетона. Твердение опытных образцов осуществлялось в нормально-влажностных условиях. Кинетика набора прочности фибробетона представлена в таблице.

Как следует из данных таблицы, максимальная суточная прочность фибробетона, равная 64,9 МПа, обеспечивалась при применении волокон длиной 10 мм при их массовой концентрации 78 кг/м³ в комплексе с органоминеральным модификатором. Прочность при сжатии армированного фибробетона в зависимости от длины используемого волокна увеличилась на 23–30%. Комплексное армирование способствует повышению прочности на 29–38% по сравнению с контрольным бетоном. Выявлено понижение суточной прочности бетона с увеличением длины используемого волокна свыше 10 мм.

Испытания фибробетонных образцов высокопрочного бетона показали, что наличие в их составе металлических волокон в комплексе с минеральным наполнителем приводит к значительному росту прочности при растяжении при изгибе. Так, прочность при растяжении при изгибе дисперсно-армированного бетона достигает 15,6; 15,8 и 16 МПа при длине волокна 5, 10, и 15 мм соответственно, а бетона контрольного состава составляет 12,1 МПа. Таким образом, комплексное дисперсное армирование бетона на микро- и макроуровне тонкомолотыми минеральными наполнителями и стальными волокнами способствует значительному повышению прочности бетона при сжатии и растяжении при изгибе.

Выполнена оценка ударной прочности дисперсно-армированного бетона. Испытание производилось на копке Педжа до разрушения образцов-кубов с ребром 50 мм. Ударная прочность оценивалась по величине работы, затрачиваемой на разрушение образца, отнесенной к его объему. Момент разрушения бетона фиксировался по появлению первой трещины. Наибольшей ударной прочностью (удельная работа разрушения составила 32,65 Дж/см³) обладает бетон, армированный стальным волокном длиной 10 мм при массовой доле 1,5%, что выше показателя ударной прочности образца контрольного состава в 5,4 раза. Выявлено понижение показателя ударной прочности дисперсно-армированного бетона с увеличением массовой доли используемого волокна свыше 1,5% (рис. 1).

Появление первой трещины дисперсно-армированного бетона зафиксировано после 55 ударов, трещинообразование бетона контрольного состава наступило после 27 ударов, при этом ширина раскрытия первой трещины бетона контрольного состава достигала 1 мм, а дисперсно-армированного бетона не пре-

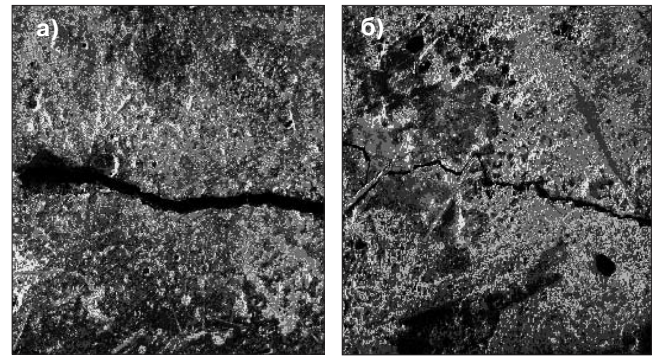


Рис. 2. Характер трещинообразования дисперсно-армированного бетона при использовании волокон длиной: а) 5 мм; б) 15 мм

вышла 0,2 мм. Трещиностойкость бетона, армированного волокнами длиной 10 мм, превышает таковую для бетона, армированного волокнами длиной 15 мм. Можно предположить, что при использовании волокон длиной свыше 10 мм происходит большее перекрытие одного волокна другим, вследствие чего образующиеся трещины быстро затухают. Волокна длиной менее 5 мм перекрываются в меньшей степени, в связи с чем протяженность и ширина раскрытия трещин увеличивается. Характер трещинообразования дисперсно-армированного бетона в зависимости от длины волокна представлен на рис. 2.

Изучена трещиностойкость фибробетона в условиях силового нагружения методом акустической эмиссии (АЭ) в соответствии с ГОСТ 29167–91. В качестве энергетических характеристик АЭ при изучении трещиностойкости приняты следующие параметры: суммарный счет импульсов, суммарная плотность энергии АЭ, условный критический коэффициент интенсивности напряжения K_{c}^* , полная энергия разрушения G_{fr} .

Суммарная плотность энергии АЭ для дисперсно-армированного бетона составляет 0,16 – 0,23 В²·см², а для контрольного бетона достигает 0,2523 В²·см². Критический коэффициент интенсивности напряжения K_{c}^* дисперсно-армированного высокопрочного бетона достигает максимального значения 1,58 МПа·м^{0,5} при длине волокна 5 мм и 2,03 МПа·м^{0,5} при длине волокна 15 мм, что свидетельствует о высокой трещиностойкости сталефибробетона.

Список литературы

1. Schmidt M., Fenling E., Teichmann T., Bunjek K., Bornemann R. Ultra-hochfester Beton: Perspektive für die Betonfertigteile Industrie // Betonwerk+Fertigteile-Technik. 2003. № 3. S. 16–29.
2. Grube P., Lemmer C, Riihl M. Vom Gussbeton zum Selbstverdichtenden Beton.//Centrum Baustoffe und Materialprudang. Schriftenreihe Baustoffe. Fest schrift zum 60. Geburtstag von Prof. Dr. Jng. Peter Schiepl. Heft. 2. 2003. S. 243–249.
3. Kleingelhofer P. Neue Betonverflüssiger auf Basis Policarboxilat // Proc. 13. Jbausil, Weimar 1997, Bd. 1., S. 491–495.
4. Рабинович Ф.М. Бетоны, дисперсно-армированные волокнами // Обзорная информация. ВНИИЭСМ. 1976. 72 с.
5. Чернышов Е.М., Дьяченко Е.И., Коротких Д.И. Анализ энергетических характеристик разрушения строительных композиционных материалов с многоуровневым дисперсным армированием//Современные проблемы строительного материаловедения. Материалы Пятых академических чтений РААСН. Воронеж: ВГАСУ. 1999. С. 534–559.

УДК 666.972:658.562

Ил.Т. МИРСАЯПОВ, канд. техн. наук; Ю.П. ДЯБИН, канд. физ.-мат. наук;
Р.Р. ГАЛИУЛЛИН, инженер, Казанский государственный
архитектурно-строительный университет

Тепловизионный метод контроля в исследованиях деформированного состояния железобетонных изделий

Многие промышленные, энергетические, транспортные здания и сооружения, к которым, например, относятся пролетные строения автомобильных и железнодорожных мостов, эстакады, элементы гидротехнических сооружений, подкрановые балки, колонны, особенно их консоли или перемычки двухветвевых колонн, фундаменты одноэтажных промышленных зданий и многие другие, выполненные в основном из железобетона, в процессе эксплуатации подвергаются воздействию многократно повторяющихся нагрузок. В настоящее время на основе СНиП по проектированию железобетонных конструкций расчет усталостной прочности и выносливости перечисленных конструкций ведется по методике, основанной на упругом расчете бетона и железобетона. Применение данной методики расчета, не отражающей действительной работы конструктивных элементов, приводит в некоторых случаях к их недостаточной надежности и долговечности, а в некоторых случаях — к значительному перерасходу бетона и арматуры.

С целью совершенствования методики расчета выносливости железобетонных конструкций в зоне действия поперечных сил в Казанском государственном архитектурно-строительном университете (КГАСУ) были разработаны физические модели усталостного сопротивления железобетонных элементов и на их основе уточнен расчетный аппарат выносливости. Проведен ряд теоретических и экспериментальных работ по исследованию усталости, в частности железобетонных балок в зоне совместного действия поперечных сил и моментов [1]. Например, усталостные испытания железобетонных балок позволили установить, что при циклическом нагружении в зависимости от относительного пролета среза c_0/h_0 , где c_0 — расстояние от оси опоры до оси груза; h_0 — рабочая высота сечения балки, все железобетонные изгибаемые элементы, работающие на восприятие поперечных сил, можно разбить на 3 группы:

- 1) элементы с малым пролетом среза, $c_0/h_0 < 1,2$;
- 2) элементы со средним пролетом среза, $1,2 < c_0/h_0 < 2$;
- 3) элементы с большим пролетом среза, $c_0/h_0 > 2$.

Для каждой группы указанной классификации элементов были разработаны теоретические модели усталостного сопротивления изгибаемых элементов действию поперечных сил [1].

Для комплексной экспериментальной проверки разработанных теоретических моделей были подготовлены и проведены дополнительные экспериментальные исследования с привлечением тепловизионного метода контроля [2].

В бетоне как в упруго-вязком материале при многократно повторяющихся циклических нагружениях накопленная энергия неупругой деформации переходит в основном в тепловую энергию. Поэтому можно предположить, что в наиболее напряженных местах возможен определенный нагрев материала. В общем виде температура нагрева материала T в зависимости от числа циклов нагружения N может быть представлена тремя участками: 1 — начальный разогрев, проходящий с убывающей скоростью; 2 — установившийся разогрев; 3 — конечный разогрев с нелинейным подъемом температуры, предшествующий разрушению материала.

Динамика температурных полей при заданном режиме нагружения зависит от уровня максимальной нагрузки цикла. Свойство нагрева бетона за счет его неупругого деформирования при многократно повторяющихся нагружениях и распределение температуры нагрева на поверхности железобетонных балок можно использовать для нахождения зон концентрации напряжений в бетоне в зоне действия поперечных сил.

В связи с этим в КГАСУ для качественной оценки напряженно-деформированного состояния, в частности для обнаружения зон концентраций напряжений железобетонных балок в зоне совместного действия поперечных сил и изгибающих моментов при многократно повторяющихся циклических нагружениях был применен тепловизионный метод контроля. В силу специфики объекта исследования — изделие из тяжелого железобетона с высокой теплопроводностью, ожидаемые величины перепада температур по поверхности которого составляют сотые и десятые градуса ($0,01-0,1^\circ\text{C}$), накладываются определенные требования по выбору тепловизора с высокой температурной чувствительностью. Также необходимо учесть тот факт, что усталостное испытание — длительный процесс, в течение которого необходимо непрерывно фиксировать возможные механические изменения (деформация, образование трещин и т. д.) одновременно с измерением поля температур поверхности. При этом требуется также регистрировать абсолютные значения температур в аномальных зонах на поверхности объекта. С учетом данных требований был выбран отечественный тепловизор-радиометр — компьютерный термограф — ИРТИС-2000, имеющие следующие основные технические характеристики:

- чувствительность к перепаду температур на уровне 30°C , $^\circ\text{C}$ 0,05
- мгновенное поле зрения, мрад 1,5
- погрешность измерения, % ± 1
- диапазон измерений, $^\circ\text{C}$ $-40 - 200$

Управление работой и предварительная обработка термоизображений проводились на портативном компьютере, входящем в состав тепловизора.

Балка устанавливалась на испытательный стенд и поддерживалась в лабораторных условиях не менее 24 ч для стабилизации ее температурных характеристик. Затем проводилась настройка тепловизионной аппаратуры с целью достижения оптимальных режимов регистрации тепловых полей поверхности балки. Далее начинался цикл усталостных испытаний по заданной программе. В качестве опытных образцов были железобетонные балки из тяжелого крупнозернистого бетона марок 300—400 размером $120 \times 345 \times 2000$ мм, нагруженные двумя симметрично расположенными грузами, размещенными на расстоянии от опоры, равном $0,96 h_0$; $1,5 h_0$; $2,5 h_0$.

Испытания многократно повторяющейся нагрузкой при различных уровнях циклической нагрузки с коэффициентом асимметрии цикла нагрузки $r=0,33$ проводились на универсальной испытательной машине УРС-50. Все экспериментальные образцы были испытаны в заведомо жестком режиме с целью достижения усталостного разрушения при заданных параметрах циклического нагружения. Температура внутреннего воздуха в помещении в мо-

мент испытаний составляла 17,2–17,7°C. Измерение температурного поля поверхностей балок тепловизионной камерой ИРТИС осуществлялось в первом цикле (N=1) нагружения до максимальной нагрузки цикла, а затем через определенное количество циклов $N_1, N_2 \dots N_n$ многократно повторяющейся циклической нагрузки для того, чтобы получить динамику развития зон концентрации напряжений в зоне действия поперечных сил. При этом проводилась синхронная регистрация параметров циклического нагружения и соответствующих тепловизионных изображений на жестком диске. Тепловизионные изображения фиксировались как в режиме отдельных кадров, так и в режиме непрерывной съемки. Последнее применялось при приближении момента усталостного разрушения балки.

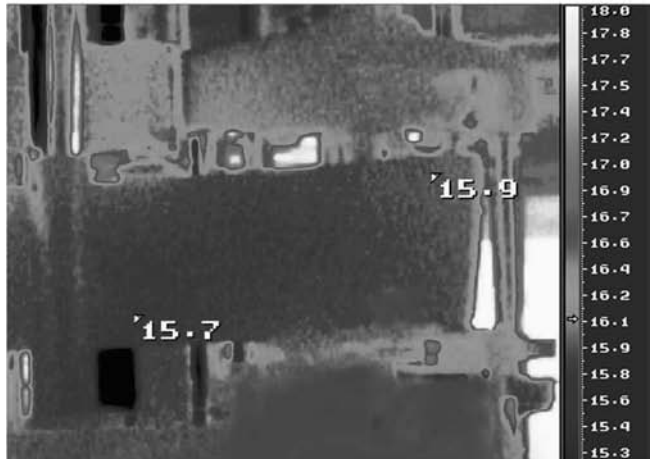
Проведенные усталостные испытания железобетонных балок на действие поперечных сил с применением тепловизионного метода контроля с помощью тепловизора-радиометра ИРТИС-2000 подтверждают выдвинутое предположение о том, что в процессе циклического нагружения происходит нагрев бетона и арматуры в зонах концентрации напряжений. В результате этого установлены области концентрации напряжений в железобетонных изгибаемых элементах в зоне действия поперечных сил при многократно повторяющихся нагружениях. Измерения температурного поля поверхностей балок через определенное количество циклов нагружения позволили получить динамику развития зон концентрации напряжений в процессе циклического нагружения при действии поперечных сил. В качестве примера на рисунке приведены видимое и тепловизионное изображения одной приопорной зоны железобетонной балки с малым пролетом среза до и после определенного количества циклов нагружения, т. е. для первой группы изгибаемых элементов вышеуказанной классификации. При этом указана также палитра, соответствующая измеряемому диапазону температур. Как видно из рисунка, в процессе циклического нагружения в элементах с малым пролетом среза между опорной и грузовой пластинами выделяется полоса с более высокой температурой, вследствие концентрации сжимающих напряжений в пределах этой наклонной локальной полосы, которая связана с точками приложения внешних усилий, в пределах которой из-за виброползучести бетона происходит усиленное развитие неупругих деформаций. Очевидно, поэтому эта локальная полоса концентрации напряжений между опорой и грузом в процессе циклического нагружения выделяется двумя трещинами вдоль ее границ и впоследствии между ними происходит усталостное раздробление бетона. Зона концентрации напряжений имеет четко выделенную область с превышением температуры на +0,3 – +3°C по сравнению с температурой поверхности менее нагруженных областей. В пределах самой зоны концентрации напряжений распределение превышения температур имеет неравномерный характер – от +0,3°C в середине полосы концентрации напряжений до +3°C и более под грузовой и опорной пластинами.

Таким образом, при циклическом нагружении в местах концентрации напряжений происходит нагрев этих зон, и определение этих температурных аномалий методом теплового контроля позволяет установить зоны концентрации напряжений в строительных конструкциях.

Научно обоснованный и методически верно реализованный подход к проведению усталостных испытаний с использованием ИК(инфракрасной)-термографии позволил раскрыть новые возможности и грани тепловизионного метода контроля, а именно возможность диагностики и мониторинга напряженно-деформированного состояния различных строительных материалов, изделий и конструкций при многократно повторяющемся циклическом нагружении, и использовать тепловизор как прибор не только для определения утечек тепла из зданий, но и для обнаружения дефектов в структуре строительных материалов.



Видимое изображение балки



Тепловизионное изображение балки до нагружения



Тепловизионное изображение балки после циклического нагружения

При циклическом нагружении в местах концентрации напряжений происходит нагрев, и определение температурных аномалий методом теплового контроля позволяет установить зоны концентрации напряжений в строительных материалах, изделиях и конструкциях.

Обнаруженные тепловизионным методом зоны концентрации напряжений совпадают с теоретическими, и усталостное разрушение в дальнейшем происходит в этих зонах; тем самым экспериментально подтверждаются разработанные физические модели усталостного сопротивления.

Литература

1. Мирсаянов И.Т. Модели усталостного разрушения изгибаемых элементов в зоне действия поперечных сил // Сейсмостойкое строительство. Безопасность сооружений. 2006. №1. С. 20–27.
2. Неразрушающий контроль: Справочник: В 7 т. Т.5: В 2 кн. Кн. 1: Тепловой контроль / В.П. Вавилов. М.: Машиностроение. 2004. 679 с.

Механические методы устройства горизонтальной гидроизоляции в исторических зданиях

Многие исследователи утверждают, что недостаток горизонтальной гидроизоляции предохраняющей стены от проникновения капиллярных грунтовых вод является основной причиной разрушения исторических объектов.

Обновление или устройство горизонтальной гидроизоляции является одним из сложнейших и кропотливых этапов ремонта здания. Хорошо известными и давно применяющимися способами защиты существующих зданий от грунтовой влаги являются механические способы.

Как известно, задачей горизонтальной гидроизоляции, прокладываемой в стенах, является защита от капиллярного проникновения влаги и воды из расположенных ниже элементов стены, соприкасающихся с грунтом или фундаментом.

Оптимальное расположение гидроизоляции в зданиях, нуждающихся в ремонте, зависит от множества факторов. Главным требованием является расположение горизонтальной гидроизоляции в нижнем поясе стены или в нижнем ярусе здания так, чтобы предохранить максимальное пространство от влаги. Однако не всегда этот способ можно применить в существующих зданиях. Бывают случаи, когда горизонтальная изоляция находится выше нижнего пояса стены и лучше выполняет свою функцию. Расположение горизонтальной изоляции определяется рядом причин:

- невозможностью проведения горизонтальной гидроизоляции по техническим причинам в нижнем ярусе, например из-за наличия каменной кладки; в этом случае рекомендуется проведение изоляции на более высоком ярусе, т. е. там, где такие осложнения отсутствуют;
- невозможностью проведения вертикальной изоляции по наружной поверхности стены, соприкасающейся с грунтом; в этом случае рекомендуется изоляция на уровне грунта, которая защищает стены первого этажа от проникновения влаги;
- невозможностью организации защитных мер от подтапливания или затопления самых нижних

ярусов по техническим и финансовым причинам; рекомендуется проведение изоляции выше уровня подвала, который заливается водой.

В вышеуказанных примерах возникает необходимость оставить нижние стены без защиты от влаги.

Чаще всего причиной появления капиллярной воды на стенах, соприкасающихся с грунтом в существующих и исторических зданиях, является технический износ горизонтальной изоляции. Прочность используемой до сих пор гидроизоляции, сделанной на основе битумокартона, является неудовлетворительной и рассчитана на срок службы порядка 15–20 лет. В случае, когда применяется битумокартон при сухой технологии без использования, например, горячей асфальтовой мастики, повреждения могут появиться практически во время кладки стен. Отсыревание стен в этом случае можно наблюдать во время сдачи здания в эксплуатацию.

Отсыревание стен из-за отсутствия горизонтальной изоляции часто пытаются устранить устройством вертикальной изоляции, однако в результате таких мероприятий состояние объекта не всегда улучшается.

Существует несколько методов восстановления в зданиях горизонтальной изоляции. В основном это механические и инъекционные методы.

Используются также методы, ограничивающие доступ капиллярных грунтовых вод, которые частично выполняют функцию перепонки или структурной блокировки. Однако они не обеспечивают долгосрочный желаемый эффект. Особенно кратковременный эффект имеют методы, применяющие быстрое осушение влаги при помощи электроосмоса или микроволнового излучения. Во время интенсивного осушения накапливаются вредные соли, которые в последующие годы эксплуатации здания могут нанести ущерб и повысить гигроскопическое отсыревание, несмотря на то что начальный эффект может казаться положительным. Следует, однако, подчеркнуть, что эти методы хороши как вспомогательные для примене-

ния инъекционных способов устройства гидроизоляции. Небольшая влажность материала создает условия для прочного проникновения в стену гидроизоляции.

Высокой степенью эффективности характеризуются методы, в которых применяется мембранная изоляция в нарезанной щели или в спланированных отрезках разрушенных фрагментов стен. Мембраны могут быть жесткими в виде низковольтной жести, они ставятся в стене с помощью вибромолота. Для резки стеной применяется разного рода оборудование, например цепная, канатная или дисковая пила и устройства для резки водными струями или водно-фрикционными. Изоляционный пояс, сдерживающий капиллярное проникновение влаги, может быть сделан из разных материалов — ламинатов, битумокартона, нержавеющей жести. Кроме того, пространство между изоляционным поясом и стеной может дополнительно заполняться водонепроницаемым минеральным раствором.

Подсечка ручными или самоходными цепными пилами должна осуществляться в стенах, сделанных из довольно мягких материалов — керамики, песчаника или некоторых видов известняка. Самоходные пилы дают возможность резать стену толщиной до 1 м при доступе с одной стороны. Положительной стороной этого метода является то, что режущие элементы цепи, сделанные обычно из сплавов карбидов металлов, не нуждаются в охлаждении водой. Применяется только автоматическая смазка, противодействующая прилипанию частиц пыли к цепи. Этот метод имеет преимущества перед так называемой мокрой технологией, которая использует воду для охлаждения и устранения буровой грязи и поэтому имеет ограниченное применение. Последовательность фаз устройства гидроизоляции стен с помощью цепной пилы показана на рис. 1.

В отсеченный отрезок стены ставится мембрана, сделанная из армированного стекловолокном ламината (эпоксидная или полиэфирная) с добавкой минеральной противоскользкой подсыпки. Известны примеры применения свинцовых

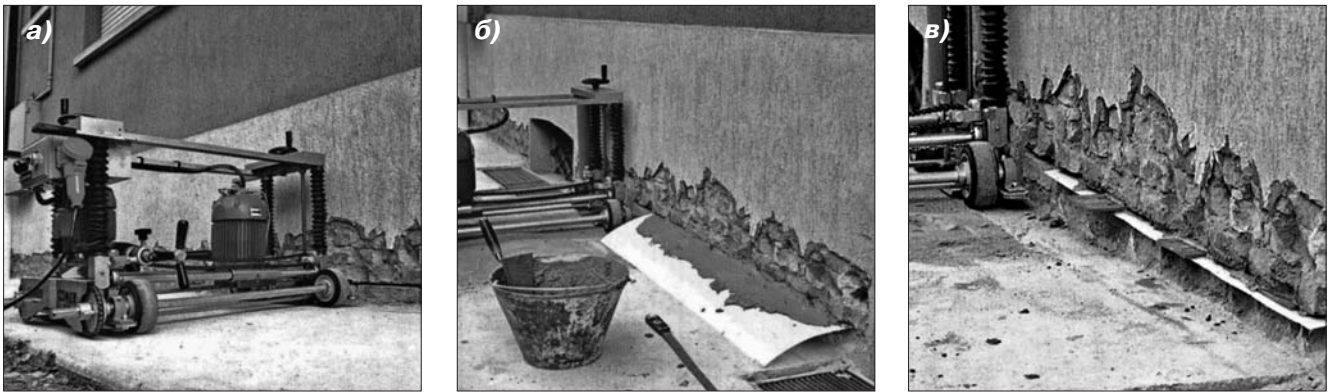


Рис. 1. Последовательные фазы изолирования стены: а) подсечка стены; б) введение изолирующего ламината; в) забивка клинков

листов или хромтитановой стали. Довольно низкой эксплуатационной прочностью характеризуются панели из поливинилхлорида (ПВХ). Максимальная длина подсечки без подклинивания зависит от нескольких факторов — технического состояния стены, ее структуры и т. п. Принято считать, что длина подсечки не должна превышать 1 м. При подсечке столбов изоляцию следует загнать отрезками шириной несколько сантиметров и затем непосредственно подклинивать. В отдельных случаях следует предусмотреть установку добавочных элементов, поддерживающих подсеченные фрагменты конструкции. Существенным фактором, обеспечивающим безопасное проведение работ, является точное подклинивание и заделка под давлением подсеченных мест. Для подклинивания применяются клинья из полипропилена высокой прочности. Они соответственно профилированы и облегчают тем самым распространение инъекционного раствора. По мере износа режущего элемента цепи нарез становится все более тонким, в связи с чем следует точно подбирать толщину клиньев, которые вводятся на всю ширину стены. Расстояние между клиньями не должно быть больше 30 см. Нарез заполняется под давлением с помощью специальных инъекционных насадок.

Подсечка канатными пилами применяется для неоднородных



Рис. 2. Восстановление изоляции методом HV

стен, сделанных из твердых гранитовых камней, содержащих стальные и железобетонные элементы и т. п. Ранее для подсечки стены использовалась стренга с карборундовой фрикционной подсыпкой, вводимой в зону сечения с помощью обильной струи воды. Водно-фрикционная смесь выполняла одновременно функцию охладителя. В настоящее время стренги заменены алмазными канатами, которые более пригодны для подсечки этих материалов. Современные канатные пилы — это устройства с плавной регулировкой оборотов и автоматической системой натяжки каната. От этих параметров в большой степени зависит производительность алмазных режущих элементов.

Подсечка дисковыми пилами нашла применение в изоляционных работах в стенах главным образом благодаря техническому прогрессу в области гидравлических приводов и режущих дисков с кольцевым приводом. Эти технические усовершенствования позволили в значительной степени уменьшить диаметр дисков и сохранить при этом толщину подсечки. Повысилась безопасность работы, снизилась энергоемкость. Применение кольцевого привода привело к сокращению диаметра дисков почти на 25%. Благодаря этому стало возможным проводить подсечку стены в очень сложных и труднодоступных местах. Однако маневрирование дисковой пилой является более сложным в сравнении с цепной или канатной пилой.

Метод HV разработан по аналогу технологии устройства перемычек, применяемых в земельных работах. Он состоит в том, что низковольтная жельсть из нержавеющей стали вбивается в шов стены специальным пневматическим вибромолотом, оснащенным направляющими и пневматическим сервомотором с частотой 1100–1450 ударов в минуту. Жельсть толщиной 1,5 мм и шириной около 8–10 мм без особых трудностей вводится в тщательно

сформированный шов кирпичных стен. Однако в стенах с неаккуратной кладкой, особенно там, где встречаются добавки камня, проникновение жести в шов стены является сложным, а иногда невозможным. Решение о применении метода HV возможно только после тщательного осмотра структуры стены. Следует также проанализировать влияние вибрации на всю конструкцию. В первую очередь это касается исторических объектов, которые могут быть особенно чувствительны к динамическим перегрузкам. Устройство изоляции методом HV показано на рис. 2.

Метод подбивки фундамента применяется, когда проводятся работы углубления или укрепления фундамента. Если фундамент сделан старательно и залит плотным бетоном, тогда можно считать, что такой фундамент обладает гидроизолирующими свойствами. К сожалению, чаще всего условия грунта не позволяют добиться такого высокого качества работ и гидроизоляционные мероприятия следует проводить на очередном этапе ремонта.

Традиционный способ новой кладки вместо разрушенной старой стены является типичным. Он допускает частичное разрушение стен небольшими отрезками и кладку новых. Однако в связи со многими проблемами, связанными с необходимостью зарисовки конструкции, нарушением, деформацией, будущей эксплуатацией здания и значительной трудоемкостью, этот метод применяется редко.

Таким образом, механические методы характеризуются наибольшей эффективностью. Несмотря на ограничения применения той или иной технологии, сложность работ, высокую стоимость, эти методы не стали столь популярными, как инъекционные. Однако быстрое снижение стоимости режущих инструментов, их миниатюризация расширяют область применения этих методов.

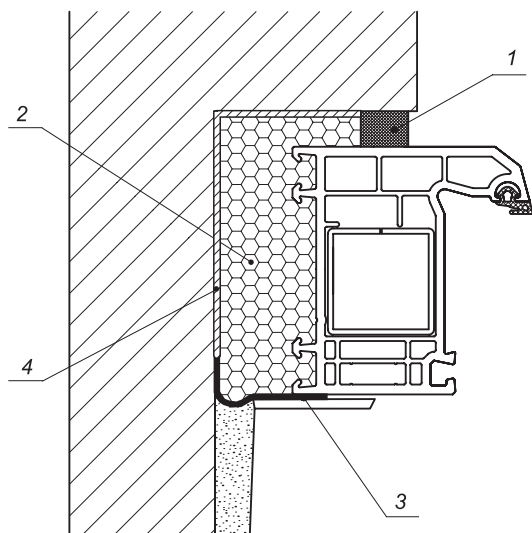
Система ГерФен™ для герметизации МОНТАЖНЫХ ШВОВ ОКОННЫХ БЛОКОВ



ОАО «Завод Филикровля» уже более 80 лет занимается выпуском строительных материалов и накопил большой опыт в разработке и внедрении высокоэффективных кровельных, гидроизоляционных и герметизирующих материалов для строительства. Материалы компании широко используются при возведении различных объектов — жилья, промышленных зданий, метрополитена и др. Высокий организационный потенциал предприятия, наличие квалифицированных кадров и собственной лаборатории сыграли решающую роль, и Правительство Москвы (Постановление от 15 апреля 2003 г. № 263—ПП) поручило ОАО «Завод Филикровля» разработку рецептуры, технологии изготовления и применения паропроницаемой ленты на основе полиэфирной ткани и пароизоляционной расширяющейся уплотнительной ленты для герметизации проемов при установке окон и балконных дверей.

Перед строителями давно стоит проблема применения тепло- и энергосберегающих материалов и конструкций. Одно из направлений — надежная герметизация строительного стыка. Правильно выполненные монтажные швы увеличивают теплосбережение, предотвращают появление плесени, грибка и разрушения строительных конструкций.

В 2003 г. вступил в действие ГОСТ 30971—2002 «Швы монтажные узлов примыканий оконных блоков к стеновым проемам. Общие технические условия».



Принципиальная схема конструкции монтажного шва с трехслойной изоляцией: 1 — паропроницаемый гидроизоляционный слой (лента ГерФен™ ПСУЛ); 2 — теплоизоляционный слой (пена монтажная ГерФен™ ПМ); 3 — пароизоляционный слой (лента ГерФен™ Изол); 4 — дополнительный гидроизоляционный слой (праймер ГерФен™ Маст)

В основе системы герметизации монтажных швов лежит следующее требование: *основные элементы узлов примыканий — стена, монтажный шов и оконный блок — должны проектироваться и работать как единая конструктивная система, обеспечивающая выполнение требований, предъявляемых к наружным ограждающим конструкциям зданий и сооружений.*

В настоящее время при выполнении монтажных швов наиболее широко используются пенные утеплители, быстро теряющие свою эффективность при увлажнении. Для сохранения работоспособности пены, то есть для поддержания ее тепло- и звукоизолирующих свойств во время эксплуатации, необходима защита как с внешней, так и с внутренней стороны от воздействия разрушающих факторов — УФ-излучения и влаги.

Сотрудничество ОАО «Завод Филикровля» с компанией «Герлен Ресурс» совместно со специалистами Межрегионального Института Окна позволило разработать российскую комплексную систему трехслойной изоляции — **систему герметизации монтажных швов оконных блоков ГерФен™**. За счет совместной работы слоев система позволяет осуществить проектирование и монтаж строительного стыка с заданными значениями технических характеристик. Основное преимущество системы ГерФен™ — комплексный подход к решению задачи герметизации монтажного шва.

Элементы системы ГерФен™

Наружный водоизоляционный паропроницаемый слой

ГерФен™ ПСУЛ — паропроницаемые саморасширяющиеся уплотнительные ленты устанавливаются между оконной рамой и стеновым проемом с внешней стороны монтажного узла. Расширяясь и сжимаясь под действием нагрузок, препятствуют продвижению воздуха и влаги. Ленты ПСУЛ изолируют утеплительный материал центрального слоя от разрушающего действия солнечных лучей и прямого контакта с водой. Вместе с тем ленты ПСУЛ паропроницаемые, что обеспечивает свободный выход наружу конденсатной влаги. Материал монтируется между четвертью оконного проема и оконным блоком, то есть к верхней и боковым сторонам.

ГерФен™ Диф — лента гидроизоляционная диффузионная применяется для защиты стыка со стороны оконного слива и стыка наружного порога балконной или входной двери, изолируя его от проникновения снаружи влаги и воздуха, но при этом не препятствуя выходу конденсатной влаги.

Центральный теплоизоляционный слой

ГерФен™ ПМ — уплотнитель пенополиуретановый предназначен для тепло- и звукоизоляции узлов примыканий оконных и дверных блоков к стенам зданий, в межпанельных и других строительных стыках в защищенном от непосредственного атмосферного воздействия.

Внутренний пароизоляционный слой

ГерФен™ Изол — лента пароизоляционная самоклеящаяся предназначена для устройства пароизоляции монтажных швов узлов примыкания оконных блоков к стеновым проемам. Выбор лент зависит от принятого способа отделки внутренних откосов, а также от показателя сопротивления паропрооницанию, которое должно быть больше, чем у наружного слоя. В настоящее время выпускается четыре марки лент.

ГерФен™ Изол АС с основой из алюминиевой фольги для герметизации монтажных стыков под сухую отделку; *ГерФен™ Изол МП* с основой из металлизированной пленки, дублированной нетканым или другим материалом, и *ГерФен™ Изол БМ* с основой из бутилкаучуковой полосы, кашированной искусственным волокном для герметизации монтажных стыков под сухую или мокрую отделку; *ГерФен™ Изол Т* для герметизации внутренних поверхностей оконных (дверных) проемов.

Дополнительный гидроизоляционный слой

ГерФен™ Маст — герметизирующая неотверждающаяся мастика применяется для создания дополнительного гидроизоляционного слоя и для защиты центрального теплоизоляционного слоя от технологической влаги, присутствующей в несущей конструкции. Материал необходимо применять во вновь возведенных зданиях и сооружениях.

Система герметизации монтажных швов оконных проемов *ГерФен™* объединила опыт российских и западных специалистов и полностью удовлетворяет требованиями ГОСТ 30971–2002. Комплексное решение *ГерФен™* обеспечивает надежную и долговечную гидро-, паро- и теплоизоляцию монтажных швов и не требует применения дополнительных материалов.

ГЕРЛЕН



РЕСУРС

СИСТЕМА ГЕРМЕТИЗАЦИИ ОКОН

ГерФен™

комплексный подход
к решению задач
герметизации
монтажных швов.

ГОСТ 30971-2002

Надежно, тепло и сухо!

123995, г. Москва,
Кутузовский проезд, 16
Тел.: +7 495 983-3040, 983-3041
E-mail: market@filizol.ru;
www.filizol.ru

Реклама

Flooring Russia 2006

Международная специализированная выставка

17 - 19 октября 2006 • Москва, Экспоцентр

Обустройство пола • Промышленные покрытия • Напольные и стеновые покрытия
Спортивные покрытия • Грязезащитные покрытия • Ковры и ковровые изделия

Flooring
Russia

РЕКОМЕНДОВАНО СПЕЦИАЛИСТАМИ

5 причин
принять участие во Flooring Russia 2006:

- Весь спектр материалов и технологий для обустройства пола
- Целевая аудитория профессиональных посетителей
- Уникальная посещаемость региональными специалистами
- Привлечение крупных оптовых клиентов
- Деловая программа, составленная профессионалами для профессионалов

Зарегистрируйтесь и получите дополнительную информацию на сайте www.flooringrussia.com или у организаторов:



Expomedia Events Russia: Тел.: +7 (495) 514 1370 • Факс: +7 (495) 514 1371
pomigueva.irina@eme-russia.com • stenin.semen@eme-russia.com • ermolovich.lyudmila@eme-russia.com

При содействии
ЭКСПОЦЕНТР

Реклама

СОЛО на крыше

Обычно для устройства плоских кровель в России применяют рулонные материалы на основе битума, которые укладывают не менее чем в два слоя. Но кровля – это особенно уязвимая часть здания. От ее состояния, от сроков возведения или ремонта зависит сохранность конструкций и всего, что находится в здании, – где-то недопустимо попадание влаги, а где-то при монтаже полностью исключено использование огня. Иногда время на создание надежной кровли и финансовые возможности ограничены, а выполнить необходимо так, чтобы о ремонте долго потом не пришлось беспокоиться.



Быстрый и экономичный способ монтажа или ремонта кровельного покрытия – применение однослойного материала. В Европе это часто применяемый тип кровли. В последние годы однослойные кровли появились и в России.

Компания «ТехноНИКОЛЬ» предлагает для устройства однослойной кровли несколько материалов.

Техноэласт – это СБС-модифицированный битумно-полимерный рулонный кровельный материал.

Техноэласт СОЛО предназначен для устройства новой кровли. При помощи **Техноэласта Вент ЭКВ** можно делать так называемые дышащие кровли (с системой пароотведения), а также производить ремонт поврежденного кровельного ковра без его удаления.

Техноэласт СОЛО изготавливается из эластичного, модифицированного полимером битума, нанесенного в заводских условиях на основу из специального полиэстера, который помимо превосходных физических характеристик обеспечивает высокую стабильность размеров.

Техноэласт Вент также имеет армирующую основу из полиэстера. Ширина его боковой кромки,

предназначенной для наклеивания внахлест, не покрытая посыпкой, увеличена до 120 мм, что обеспечивает повышенную надежность шва.

Модифицированный битум гарантирует материалам сохранение эластичности в широком диапазоне температур, долговечности и устойчивости к воздействию погодных факторов, циклическим деформациям и агрессивной среде городов и промышленных зон.

С лицевой стороны материалы покрыты защитной минеральной посыпкой. С тыльной – **Техноэласт СОЛО** покрыт песком. У материала **Техноэласт Вент** тыльная сторона устроена так, что при наплавлении приклеивание происходит только по полосам вяжущего, обеспечивая создание воздушных каналов для отвода водяных паров.

Высокая эластичность и прочность материалов позволяют избежать разрывов на примыканиях и швах – там, где обычно и происходит повреждение кровельного ковра. Экспертная оценка долговечности **Техноэласта**, осуществленная специалистами ЦНИИПромзданий, составляет 25–30 лет.

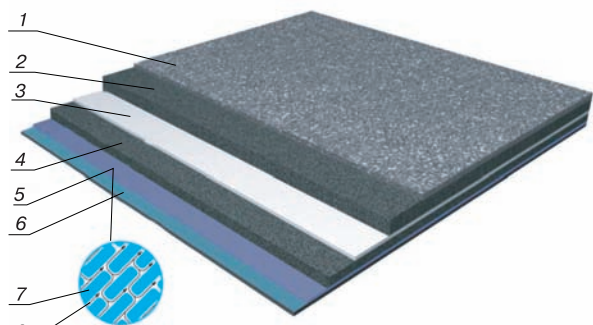
Однослойные материалы **Техноэласт** рекомендуется уклады-

вать на крыши с уклоном от 2%. Основание кровли должно быть ровным. Допустимы плавные выступы высотой не более 5 мм.

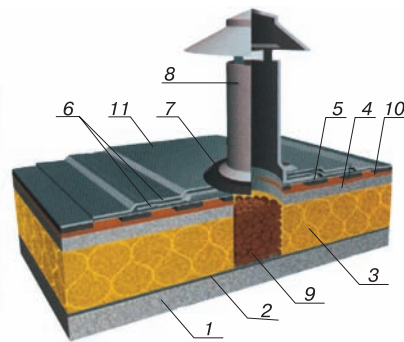
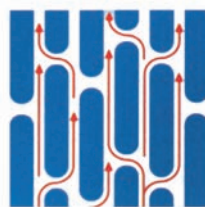
Уникальность материала **Техноэласт СОЛО** в том, что он может быть уложен без применения открытого пламени – при помощи фиксации саморезами с последующим прогревом нахлестов строительным феном.

Когда основанием кровельного ковра является утеплитель, используют саморезы с телескопическим крепежом марки Termoclip, который поставляется компанией «ТехноНИКОЛЬ». Для монтажа на жесткое основание (цементно-песчаную или асфальтовую стяжку, сборную стяжку, пенобетон) используют саморезы с шайбой.

Однослойный материал **Техноэласт СОЛО** укладывают на холодную битумно-полимерную мастику Вишера без использования открытого пламени. При монтаже материала силиконизированная пленка снимается с боковой кромки, и при помощи мастики осуществляется склеивание поверхности, покрытой битумом с поверхностью, имеющей посыпку из песка. При монтаже материала на холодную мас-



Структура материала Техноэласт Вент: 1 – сланцевая посыпка; 2 – битумно-полимерное связующее; 3 – армированный полиэстер; 4 – битумно-полимерное связующее; 5 – пароотводящие каналы; 6 – полимерная пленка; 7 – зона приклеивания кровельного покрытия; 8 – движение водяных паров к аэраторам и парапетным выпускам



Отвод паров из кровельного ковра: 1 – сборная железобетонная плита; 2 – пароизоляция; 3 – теплоизоляция; 4 – выравнивающая стяжка; 5 – основной кровельный ковер; 6 – дополнительные слои кровельного ковра; 7 – герметизирующая мастика; 8 – флюгарка (аэратор); 9 – засыпной утеплитель; 10 – грунтотка; 11 – крупнозернистая посыпка верхнего слоя материала

Показатели	Марка			
	Техноэласт СОЛО	Унифлекс Вент		Техноэласт Вент
	ЭКВ	ЭКВ	ЭПВ	ЭКВ
Поверхностная плотность, кг/м ² , не менее	6	5	4	6
Армирующая основа	Нетканое полиэфирное полотно (полиэстер)	Нетканое полиэфирное полотно (полиэстер)	Нетканое полиэфирное полотно (полиэстер)	Нетканое полиэфирное полотно (полиэстер)
Тип покрытия на лицевой стороне	Крупнозернистая минеральная посыпка мелкозернистый песок	Крупнозернистая минеральная посыпка вентилирующее покрытие	Защитная полимерная пленка вентилирующее покрытие	крупнозернистая минеральная посыпка вентилирующее покрытие
на изнанке				
Разрывная сила при растяжении в продольном направлении, Н/50 мм, не менее	1000	600	460	1000
Гибкость на брусе, мм, °С, не выше	R=10	-	-	-25
	R=25	-	-20	-
Теплостойкость в течение 2 ч, °С, не ниже	100	95	95	100
Размеры рулона, м				
ширина	1	1	1	1

тику механического крепления материала не требуется.

Способ безогневой укладки позволяет использовать материалы **Техноэласт СОЛО** в тех случаях, когда по технике безопасной эксплуатации зданий применение открытого пламени исключено.

Крепление **Техноэласт Вент** при ремонте старого покрытия осуществляют путем наплавления газовой горелкой. Влага, которая остается под покрытием, испаряется по каналам или через флюгарки.

В случае с однослойной кровлей качество выполнения работ должно быть безукоризненным и выполняться только опытными специалистами. Технологии устройства однослойной кровли уже есть в арсенале многих строительных компаний.

ТК «Кром» (Москва), который специализируется на поставках различных гидроизоляционных материалов и на кровельных работах, использовал **Техноэласт СОЛО** при ремонте школьного спортзала. Заказчик по экономическим соображениям отказывался от де-

монтажа старой кровли. **Техноэласт СОЛО** стал оптимальным решением дилеммы – высокая надежность материала по приемлемой цене. Проведение кровельных работ происходило в сложных условиях: сжатые сроки монтажа, низкая температура воздуха (ниже –19°С). Для сокращения времени укладки материал не вылеживался, а раскатывался непосредственно перед креплением на кровле. Несмотря на низкую температуру, материал надежно лежал на старом ковре. В процессе работы с **Техноэласт СОЛО** была отмечена его высокая гибкость при исключительной прочности.

Компания «Гидроизолстройплюс» (Республика Беларусь, Минск) уже неоднократно применяла этот материал на многих объектах, в различных ситуациях и на разных основаниях: старое бетонное основание (Дворец водного спорта), новая кровля с основанием из металлопрофиля (производственные цеха завода), жесткий минераловатный утеплитель (школьные здания). Следуя руководству

по проектированию однослойных кровель и рекомендациям технических специалистов компании «ТехноНИКОЛЬ», для каждого случая были выбраны оптимальные методы укладки **Техноэласт СОЛО**. Строители характеризуют **Техноэласт СОЛО** как материал, удобный в работе и имеющий отличные эксплуатационные характеристики – эластичность, теплостойкость, высокие разрывные нагрузки. Использование однослойного материала **Техноэласт СОЛО** позволяет проводить ремонт кровельного ковра в кратчайшие сроки, сохраняя внутренние помещения во время ремонта от протечек.

Постоянный мониторинг стройплощадок и обследования зданий, в которых использовались однослойные материалы компании «ТехноНИКОЛЬ» – **Техноэласт СОЛО** и **Техноэласт Вент**, подтверждают их высокие эксплуатационные характеристики, надежность и долговечность.

По материалам компании «ТехноНИКОЛЬ»

**ТЕХНО
НИКОЛЬ**

**Информация о торговых отделениях и дилерах
в вашем регионе: www.tn.ru
Техническая поддержка: (495) 105-10-20
E-mail: info@tn.ru**

7 – 9 НОЯБРЯ
2006



МОСКВА, ВВЦ
павильон № 57

МОБИЛЬНЫЕ ЗДАНИЯ

**СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ ВЫСТАВКА
БЫСТРОВЗВОДИМЫХ, МОДУЛЬНЫХ,
ПЕРЕДВИЖНЫХ ЗДАНИЙ,
КАРКАСНО-ТЕНТОВОГО СТРОИТЕЛЬСТВА**

«РУСЬЭКСПО»
Телефон: +7 (495) 223-23-61
www.mozd.ru

ВО «СИБИРСКАЯ ЯРМАРКА»
Телефон: +7 (383) 210-62-90
www.mobile.sibfair.ru



ВОСЬМАЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ ВЫСТАВКА
5-8 ФЕВРАЛЯ 2007, МОСКВА, СК "ОЛИМПИЙСКИЙ"

2007



ОТЕЧЕСТВЕННЫЕ СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ



В РАМКАХ ВЫСТАВКИ ЕЖЕГОДНЫЙ ФОРУМ "СТРОЙИНДУСТРИЯ РЕГИОНОВ РОССИИ"

ОСНОВНЫЕ РАЗДЕЛЫ ВЫСТАВКИ:

- СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ, КОНСТРУКЦИИ
- ОТДЕЛОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ, ЭЛЕМЕНТЫ ИНТЕРЬЕРА
- ОКНА, ДВЕРИ
- ИНЖЕНЕРНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ
- ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ
- УСЛУГИ
- СТРОИТЕЛЬНЫЕ ИНСТРУМЕНТЫ, ПРИСПОСОБЛЕНИЯ
- РАБОЧАЯ ОДЕЖДА, СРЕДСТВА ИНДИВИДУАЛЬНОЙ ЗАЩИТЫ
- СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ ПРЕССА
- ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЕ АССОЦИАЦИИ
- ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ



ОРГАНИЗАТОРЫ



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



Правительство Московской области



При поддержке Федерального агентства по строительству и жилищно-коммунальному комплексу



ЕВРОЭКСПО

osm@osmexpo.ru

WWW.OSMEXPORU

Тел.: (495) 105-65-61/62, доб. 1-78
Факс: (495) 248-07-34

ГЕНЕРАЛЬНЫЙ ИНФОРМАЦИОННЫЙ СПОНСОР



ИНФОРМАЦИОННАЯ ПОДДЕРЖКА



ГЕНЕРАЛЬНЫЙ ИНТЕРНЕТ-ПАРТНЕР



ИНФОРМАЦИОННЫЕ СПОНСОРЫ





I Всероссийский конкурс на лучшую организацию, принимающую участие в реализации приоритетного национального проекта «Доступное и комфортное жилье — гражданам России»

НАЦИОНАЛЬНЫЙ ПРОЕКТ — ВКЛАД В БУДУЩЕЕ

Для выявления и общественного поощрения лидеров жилищного строительства объявлен I Всероссийский конкурс на лучшую организацию, принимающую участие в реализации приоритетного национального проекта «Доступное и комфортное жилье — гражданам России», который проводится в рамках работы Совета при Президенте России по реализации приоритетных национальных проектов и демографической политике.

Конкурс осуществляется при поддержке Министерства регионального развития РФ, Экспертного совета Комитета по промышленности, строительству и наукоемким технологиям Государственной думы РФ, Министерства обороны РФ, Общественной палаты при Президенте РФ, Торгово-промышленной палаты РФ, Московского правительства и Союза архитекторов России.

Инициатива проведения I Всероссийского конкурса на лучшую организацию, принимающую участие в реализации приоритетного национального проекта «Доступное и комфортное жилье — гражданам России», выдвинута на шестом заседании Общественного совета при Министре регионального развития РФ. В письме Общественному совету В.А. Яковлев подчеркнул важность проведения такого конкурса и заявил о поддержке конкурса министерством.

Организатор конкурса — Общественный совет при Министре регионального развития РФ, с участием общероссийской общественной организации «Деловая Россия», Российского союза промышленников и предпринимателей, общероссийской организации малого и среднего предпринимательства «Опора России», Ассоциации строителей России. Для решения организационных вопросов оператором конкурса выбран информационно-аналитический портал i-stroy.ru

Конкурс рассчитан на участие российских организаций, которые обладают передовыми технологиями, способствуют строительству доступного и комфортного жилья и снижению стоимости услуг ЖКХ: инвестируют, проектируют, строят, производят стройматериалы и оборудование, выдают ипотечные кредиты, управляют ЖКХ.

Конкурс проводится по итогам работы в 2006 году. Жюри конкурса определит победителей, которых ждут дипломы I, II или III степеней. Конкурсанты могут участвовать в одной или нескольких (из девяти) номинациях по следующим трем направлениям приоритетного национального проекта «Доступное и комфортное жилье — гражданам России».

I. «Повышение доступности жилья» в рамках подпрограммы «Обеспечение жильем молодых семей» — две номинации: «Лучший инвестор-застройщик»; «За лучший архитектурный проект».

II. «Увеличение объемов ипотечного жилищного кредитования» — номинация «За высокие достижения в ипотечном жилищном кредитовании».

III. «Увеличение объемов жилищного строительства и модернизация объектов коммунальной инфраструктуры»:

а) в рамках подпрограммы «Обеспечение земельных участков коммунальной инфраструктурой в целях жилищного строительства» три номинации: «За внедрение передовых технологий и инновации в строительстве»; «За разработку и внедрение прогрессивных строительных материалов и изделий»; «За активную деятельность в реализации государственных строительных программ»;

б) в рамках подпрограммы «Модернизация объектов коммунальной инфраструктуры» три номинации: «За инновации и внедрение передовых технологий при модернизации объектов коммунальной инфраструктуры»; «За инновации и внедрение передовых технологий при эксплуатации и модернизации жилых зданий»; «Лучшая управляющая компания».

Конкурсные процедуры, размер организационных взносов, номинации, критерии отбора заданы таким образом, чтобы обеспечить максимально широкое участие и определить лидеров не только по объему, но и по качеству вклада в реализацию национального проекта.

Информация о победителях, их деловые предложения будут переданы в Министерство регионального развития РФ и учтены при реализации национального проекта «Доступное и комфортное жилье — гражданам России». Победители получают право использовать награды конкурса в рекламных целях, а списки победителей будут опубликованы в федеральных СМИ и профессиональных изданиях.

Для повышения внимания к реализации национального проекта параллельно организован конкурс СМИ, победители которого будут чествоваться наряду с лауреатами основного конкурса.

Во многих областях, республиках, краях и округах РФ пройдут региональные конкурсы, и часть лауреатов этих конкурсов будет приглашена на торжественную церемонию в Москву.

В торжественной церемонии награждения победителей конкурса, которая состоится в Москве в феврале 2007 года, примут участие представители Администрации Президента РФ, федеральных министерств и ведомств, депутаты Государственной думы РФ, представители Московского правительства, общероссийских общественных организаций, средств массовой информации.

Оператор конкурса

www.i-stroy.ru e-mail: razvitie@i-stroy.ru, info@i-stroy.ru
Тел.: (495) 995-28-09, 748-63-96 Факс: (495) 105-35-42



www.MVK.ru

(495) 105-34-97



Более 700 фирм-участниц!

15-я



МЕЖДУНАРОДНАЯ
СТРОИТЕЛЬНАЯ
НЕДЕЛЯ

27 ФЕВРАЛЯ – 3 МАРТА 2007

www.stroytekh.ru

МОСКВА, КВЦ «СОКОЛЬНИКИ»

ВЫСТАВКИ:

-  **СТРОЙТЕХ**
www.stroytekh.ru
-  **ИНЖЕНЕРНЫЕ КОММУНИКАЦИИ**
-  **БЫСТРОВОЗВОДИМЫЕ И МОБИЛЬНЫЕ ЗДАНИЯ**
-  **ПОДЪЕМНО-ТРАНСПОРТНАЯ ТЕХНИКА**
-  **SWE (МИР ОКОН И ДВЕРЕЙ)**
www.swexpo.ru
-  **BETONEX (ЦЕМЕНТЫ, БЕТОНЫ)**
www.betonexpo.ru
-  **RFI (КРОВЛЯ И ИЗОЛЯЦИЯ)**
www.roofexpo.ru
-  **ФАСАДНЫЕ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ**
-  **BAUSTEIN (КЕРАМИКА И КАМЕНЬ)**
www.baustein.ru
-  **WALLDECO (ОТДЕЛОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ)**
www.walldeco.ru
-  **ТЕКСТИЛЬ ДЛЯ ДОМА**
www.tex-expo.ru
-  **CAFLEX (НАПОЛЬНЫЕ ПОКРЫТИЯ)**
www.caflex.ru
-  **LIGHTEXPO**
www.lightexpo.ru

Организаторы:

Федеральное агентство по строительству и ЖКХ (Росстрой)



Межрегиональный институт окна



Российская ассоциация производителей обоев «Рособои»



Союзцемент

При поддержке:

Выставочный холдинг MVK

Ассоциация производителей трубопроводов с ППУ-изоляцией

НА производителей стальных гнутых профилей

Генеральный информационный спонсор:

ИП «АВОК»



ДИРЕКЦИЯ ВЫСТАВОК: тел.: (495) 105-34-97, 268-99-14; e-mail: sly@mvk.ru, hnr@mvk.ru, info@mvk.ru



СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ®

МЕЖДУНАРОДНАЯ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ «РАЗВИТИЕ КЕРАМИЧЕСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ РОССИИ»

КЕРАМТЭКС

15-16 марта 2007 г.

Центр Международной Торговли, Москва

«Развитие керамической промышленности России»

Тематические разделы конференции

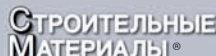
- Применение керамических строительных материалов в современном строительстве
- Финансовые механизмы развития предприятий отрасли
- Рынок технологического оборудования для производства керамического кирпича
- Отраслевая наука керамическому производству

Традиционно к проведению конференции готовится тематический номер журнала «Строительные материалы», в котором будут опубликованы пленарные доклады. Текст выступления должен быть предоставлен в редакцию журнала «Строительные материалы» до 15 февраля 2007 г.

Спонсор конференции – ЗАО «Победа ЛСР»



Техническая поддержка –
Выставочная компания «ЗКСПО-груп»



Журнал «Строительные материалы»
Телефон/факс: (495) 124-32-96, 124-09-00
Лескова Елена Львовна

www.rifsm.ru

www.keramtex.ru

E-mail: mail@rifsm.ru

УДК 666.3.046.4

Б.К. КАРА-САЛ, канд. техн. наук, Тывинский государственный университет (г. Кызыл, Республика Тыва)

Повышение морозостойкости керамических изделий путем обжига при пониженном давлении

Одной из причин разрушения керамических строительных изделий при воздействии атмосферных факторов является низкая морозостойкость. Результаты исследований свидетельствуют, что повысить морозостойкость керамического черепка можно путем улучшения спекания массы.

Создание условий активации спекания керамических масс для получения более прочной структуры черепка является актуальной проблемой, решение которой требует исследования местных глинистых пород и техногенных материалов, разработки новых технологических приемов.

В настоящее время в связи с истощением запасов месторождений высококачественных глин и природных плавленей во многих регионах страны для производства керамических изделий возникает необходимость использовать местные низкосортные глинистые породы со значительным содержанием примесей и существенным колебанием химического и минералогического составов, что создает существенные трудности при подборе состава шихты. Соответственно научный и практический интерес представляет изучение поведения такого сырья при термической обработке с целью направленного использования его химико-минералогических особенностей для интенсификации спекания массы и формирования необходимой морозостойкой структуры черепка.

Особенностью низкосортных глинистых пород – суглинков и супесей – является значительное содержание органических веществ, карбонатов и железосодержащих соединений (элементов переменной валентности), которые при изменении ряда технологических параметров способны активизировать спекание керамических масс в ходе окислительно-восстановительных реакций с образованием легкоплавких фаз.

В работе в качестве исходных материалов использованы легкоплавкие бий-хемский и чаданский суглинки (Республика Тыва), которые являются сырьем Кызылского кирпичного завода. Выявлено, что бий-хемский суглинок имеет монтмориллонитовую основу, а в чаданском преобладает иллит. В табл. 1 приведены химические составы исходных глинистых пород. В рассмотренных суглинках преобладают тугоплавкие элементы, что не способствует образованию достаточного количества жидкой фазы при обжиге и предопределяет низкую прочность и морозостойкость черепка.

При выполнении работы из проб измельченных и высушенных глинистых пород пластическим способом были отформованы образцы-цилиндры диаметром и высотой 25 мм. После сушки при 100–105°C термическая обработка образцов проводилась в лабораторной электропечи при температуре 800–1100°C с изотермической выдержкой 1,5 ч. Для создания пониженного давления среды обжига лабораторная печь была помещена в специальный термостойкий стеклянный колпак, откуда откачивался воздух до остаточного давления 133–266 Па.

Ранее выявлено [1], что в результате принудительного снижения давления уменьшается парциальное давление и концентрация кислорода в газовой среде, характер которой за счет активных газов H₂ и CO, выделяемых из обжигаемого материала, становится восстановительным. Это способствует переходу железосодержащих соединений в более активную форму FeO, которая с продуктами раннего разложения и аморфизации глинистых минералов образует железистую стеклофазу, легкоплавкие соединения типа герценит и фаялит.

В результате свойства материалов, полученных обжигом при пониженном давлении, существенно отличаются от характеристик материалов, обожженных при нормальных условиях.

Анализ основных свойств экспериментальных образцов, представленных в табл. 2, показывает, что при пониженном давлении спекание массы происходит значительно интенсивнее, чем при нормальном давлении. Об этом свидетельствуют более низкое водопоглощение, высокая прочность и резкое повышение морозостойкости образцов, обожженных в условиях пониженного давления. Выявлено, что при пониженном давлении процесс спекания начинается при температуре на 80–100°C ниже, чем при нормальном давлении.

Подтверждением раннего и более интенсивного спекания глинистых пород при пониженном давлении являются результаты дилатометрических исследований, представленные на рис. 1, которые показывают, что усадочные явления наступают раньше. При этом наблюдается больше линейной усадки.

При понижении давления и сильно восстановительного характера среды обжига формируется особая структура черепка. Исследование микроструктуры материалов методом ртутной порометрии показало, что в образцах, обожженных при пониженном давлении, преобладают

Таблица 1

Материал	Массовая доля оксидов, %										Огнеупорность, °C
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	TiO ₂	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O	SO ₃	ППП	
Бий-хемский суглинок	62,72	14,83	0,24	4,71	2,94	1,73	1,03	0,73	0,6	10,47	12,6
Чаданский суглинок	62,49	16,82	0,52	6,21	2,6	2,64	1,34	1,07	0,29	6,02	1245

Таблица 2

Материал	Температура, °С	При давлении 133–266 Па			При нормальном давлении		
		Водопоглощение, %	Предел прочности при сжатии, МПа	Морозостойкость, циклов	Водопоглощение, %	Предел прочности при сжатии, МПа	Морозостойкость, циклов
Бий-хемский суглинок	800	22,1	7,2	32	23,6	6,7	17
	900	20,3	10,9	44	21,9	8,4	23
	1000	16,7	18,7	56	20,1	10,5	29
	1100	деформировались			13,7	21,8	34
Чаданский суглинок	800	15,6	34,8	40	16,4	33	22
	900	14,5	37,9	52	15,7	34,2	28
	1000	12,2	39	70	14,3	37,2	36
	1100	деформировались			10,1	49,6	47

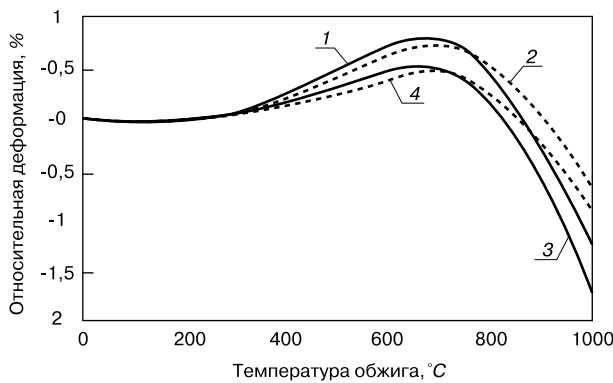


Рис. 1. Кривые изменения линейных размеров: 1, 2 – бий-хемский суглинок; 3, 4 – чаданский суглинок (— при пониженном давлении; ---- при нормальном давлении)

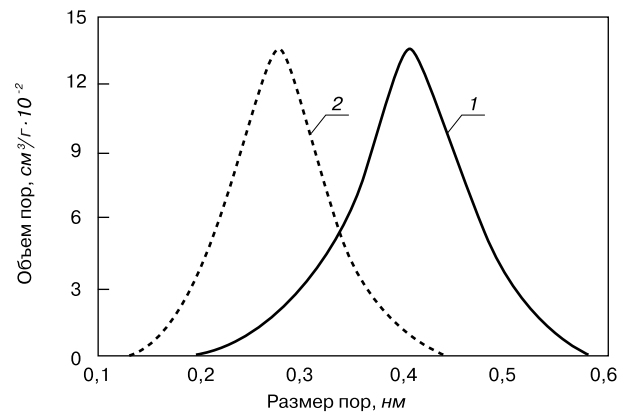


Рис. 2. Дифференциальные кривые распределения пор образцов из бий-хемского суглинка, обожженных при 900°С в условиях пониженного (1) и нормального (2) давления

поры больших размеров и соответственно меньше суммарная пористость. А при нормальном давлении в структуре черепка доля пор с малыми размерами значительно больше, что повышает суммарную пористость (рис. 2).

Как известно [2], более морозостойкая структура черепка характеризуется наличием определенной доли крупных пор, служащих свободным пространством для вмещения избыточной влаги, что снижает возникновение локальных опасных напряжений.

Изменения в формировании структуры черепка связаны с разницей давления внутри и снаружи материала. Постоянное и равномерное удаление газообразных продуктов термических реакций из обжигаемых изделий благоприятно сказывается на структурообразовании за счет устранения деструктурирующего действия накапливающихся в порах газов.

Из-за разности давлений происходит значительное сближение твердых частиц с устранением сквозных и щелевых пустот, сопровождающееся уплотнением и усадкой материала, а также более интенсивным протеканием твердофазных реакций. Вместе с тем образование крупных пор можно объяснить укрупнением мелких газовых пузырьков при движении из центра к поверхности материала в силу разности давлений. Результаты электронномикроскопического исследования показали, что в структуре образцов, обожженных при пониженном давлении, закрытые крупноразмерные поры преобладают в поверхностных слоях образцов. Кроме того, в результате более интенсивного спекания массы в условиях пониженного

давления в восстановительной газовой среде с участием легкоплавкого оксида железа (II) образуется больше жидкой фазы, что увеличивает толщину и прочность стенок пор. Повышение доли закрытых крупноразмерных пор увеличивает стойкость черепка к разрушающему воздействию мигрирующей и замерзающей влаги.

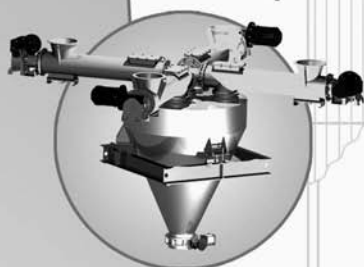
Обжиг полнотелого кирпича Кызыльского завода из бий-хемского суглинка в опытной вакуумной печи при температуре 940°С в условиях пониженного давления показал, что морозостойкость материала повысилась с 20 до 44 циклов. При этом общая продолжительность термической обработки сократилась в четыре раза по сравнению с заводским режимом. По новой технологии на подъем температуры затрачено 5 ч, а на изотермическую выдержку – 3 ч.

На основании проведенных исследований можно заключить, что резервы повышения морозостойкости керамических изделий, получаемых из низкосортных глинистых пород, кроются в целенаправленном использовании химико-минералогических особенностей сырья и оптимизации технологических параметров среды обжига.

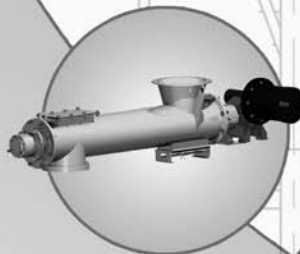
Список литературы

1. Кара-Сал Б.К. Влияние окислительно-восстановительных реакций на спекание керамических масс при пониженном давлении // Строит. материалы. 2005. № 2. С. 59–61.
2. Беркман А.С., Мельникова И.Г. Структура и морозостойкость стеновых материалов. М.–Л.: Госстройиздат. 1962. 190 с.

Разрабатываем и поставляем:



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



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



115093, Россия, Москва,
ул. Люсиновская, д. 35,
оф. 504, 514
Тел.: (495) 236-04-16
Тел./факс: 239-40-54
E-mail: info@consit.ru
www.consit.ru

Подробнее читайте на стр. 50

Реклама

СПЕЦИАЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

О безопасности асбестоцементных материалов и изделий

Авторы: **Нейман С.М., Везенцев А.И., Кашанский С.В.**

М.: РИФ «Стройматериалы», 2006. 64 с.

Представлены краткие исторические и технические сведения о производстве и свойствах хризотил-асбеста и асбестоцемента, об ассортименте асбестоцементных изделий в нашей стране и за рубежом. Показано, что добыча и использование хризотил-асбеста, разрешенного к применению Конвенцией № 162 ВОЗ, возможны без вреда для человека.

Книга предназначена для повышения квалификации работников асбестовой и асбестоцементной отрасли. Будет полезна студентам вузов, обучающимся по специальностям «Строительное материаловедение», «Строительные материалы», «Промышленное и гражданское строительство» и др.

Цена одной книги 80 руб. (без почтовых услуг).

Просим выставить счет на приобретение издания:

Заявку направляйте по факсу: (495) 124-32-96, 124-09-00.

Название организации с указанием формы собственности _____

ИНН

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Юридический адрес _____

Телефон/факс: () _____

Фамилия, имя, отчество получателя: _____

Почтовый адрес доставки _____



С.М. Нейман
А.И. Везенцев
С.В. Кашанский

**О БЕЗОПАСНОСТИ
АСБЕСТОЦЕМЕНТНЫХ
МАТЕРИАЛОВ И ИЗДЕЛИЙ**

И.Д. КАЩЕЕВ, д-р техн. наук, Уральский государственный технический университет – УПИ (Екатеринбург); Е.А. НИКИФОРОВ, канд. экон. наук, компания «Диатомовый комбинат» (Ульяновск)

Эффективная теплоизоляция печных агрегатов

Главная задача теплоизоляционных материалов в промышленных печных агрегатах – сохранять тепло и поддерживать температуру на требуемом технологическом уровне. Для практического использования любого материала в качестве теплоизолятора важны две основные характеристики: температура длительного применения и аккумулирующая способность.

Температура длительного применения и ее колебания в процессе эксплуатации влияют на величину коэффициента теплопроводности теплоизоляции. При постоянной температуре теплопроводность изоляции повышается примерно на 10–15% за счет упорядочения структуры, повышения ее плотности и других физико-химических процессов, а в условиях переменных температур понижается вследствие образования дополнительных микротрещин в структуре материала.

Потери тепла на аккумуляцию и излучение кладкой промышленных печей колеблются от 50 до 90% в зависимости от конструкции печей. Эти потери могут быть сокра-

шены двумя основными способами – уменьшением объема кладки стен и дверей печи и уменьшением теплоемкости или температуропроводности материала кладки печи. Оба способа тесно взаимосвязаны, так как при высоких температурах уменьшение объема футеровки может быть произведено лишь при наличии малотеплопроводного материала с низкой аккумулирующей способностью.

Футеровка теплового агрегата чаще всего выполняется по схеме, представленной на рис. 1.

Толщина слоев футеровки рассчитывается по теплопроводности материалов и допустимым температурам на границе слоев. При этом принимают, что максимальная температура эксплуатации, например, каолиновой ваты ~1260°C, минеральной шлаковой ваты ~700–750°C.

Одной из сложных проблем эксплуатации является крепление волокнистой изоляции к кожуху печи и отсутствие жесткости конструкции. Поэтому в последние годы все чаще применяют жесткие изделия в виде плит, кирпичей, блоков и т. п. В таблице приведены сравни-

Свойства	Вермикулитовые	Диатомитовые	Шамотные, ШЛ-04	Силикат-кальциевые
Кажущаяся плотность, кг/м ³	<u>420</u> 374	<u>466</u> 572	<u>460</u> –	<u>–</u> 261
Теплопроводность, Вт/(м·К) при температуре, °C				
200	<u>0,133</u> 0,138	<u>0,115</u> 0,162	<u>0,211</u> –	<u>–</u> 0,083
400	<u>0,136</u> 0,153	<u>0,134</u> 0,203	<u>0,23</u> –	<u>–</u> 0,11
600	<u>0,16</u> 0,167	<u>0,154</u> 0,245	<u>0,248</u> –	<u>–</u> 0,136
Дополнительная усадка, %, после выдержки 700°C в течение 40 ч	<u>–1,05</u> –	<u>–0,16</u> –0,16	–	<u>–</u> –0,47
800°C в течение 64 ч	<u>–1,05</u> –	<u>–0,47</u> –0,31	–	<u>–</u> –0,47
900°C в течение 5 ч	<u>–0,74</u> –0,79	<u>–1,55</u> –	<u>0</u> –	–
900°C в течение 24 ч	<u>–1,98</u> –	<u>–3,28</u> 3,27	–	<u>–</u> –1,1
Предельная рабочая температура, °C	<u><750</u> <750	<u><800</u> <850	<u><1150</u> –	<u>–</u> <780
Ползучесть, % (24 ч при 800°C)	<u>0,62</u> 0,64	<u>1,02</u> –	–	<u>–</u> 0,48
Термический коэффициент линейного расширения, К ⁻¹ , в интервале температуры 20–750°C	<u>3,62·10⁻⁶</u> 19,9·10 ⁻⁶	<u>1,55·10⁻⁶</u> 2,66·10 ⁻⁶	<u>4,81·10⁻⁶</u> –	<u>–</u> 1,52·10 ⁻⁶
Предел прочности при сжатии, МПа	<u>1,1</u> 0,7	<u>1,8</u> 1,4	<u>1,9</u> –	<u>–</u> 2,8

Примечание. Над чертой показатели отечественных материалов, под чертой – зарубежных.

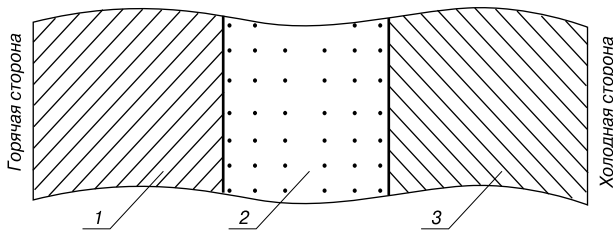


Рис. 1. Схема футеровки теплового агрегата: 1 – рабочий слой; 2 – теплоизоляционный слой; 3 – кожух печи

тельные характеристики некоторых видов жестких теплоизоляционных изделий по данным ОАО «Санкт-Петербургский институт огнеупоров».

Данные таблицы показывают, что диатомитовые теплоизоляционные материалы имеют преимущества по многим показателям в сравнении с вермикулитовыми и силикат-кальциевыми, в том числе и зарубежными.

Диатомитовые теплоизоляционные изделия изготавливают из природных диатомитовых материалов, представляющих собой кремнистую породу, сложенную мельчайшими опаловыми створками древних диатомитовых водорослей – диатомей. Скелет (створки) диатомитовых водорослей состоит из аморфного коллоидного кремнезема, который сформировался за счет диффузионных поверхностных процессов.

Аморфный характер кремнезема в диатомите отличает его от обычного кремнезема. Небольшие размеры отдельных створок диатомей (до 0,2 мм в диаметре) и микро- и нанопоры в них формируют структуру материала, показанную на рис. 2.

Применение таких природных материалов с собственной высокой пористостью является наиболее эффективным методом получения теплоизоляционных изделий. Высокие технологические свойства диатомитовых изделий достигаются специальной технологией, сочетающей два способа формирования пористой структуры – пенометод и способ выгорающих добавок (патент РФ № 2225381).

Применение пенодиатомитового кирпича

В производстве керамики и строительных материалов.

Благодаря своим теплотехническим параметрам пенодиатомитовый кирпич перспективен для предприятий керамической промышленности и строительных материалов. В 2006 г. Диатомовый комбинат выиграл тендер австрийской компании «Винербергер» и чешской строительной компании «Теплотехна» на поставку пенодиатомитового кирпича для теплоизоляции туннельной печи одного из самых современных заводов в Европе по производству строительного кирпича. Строительство завода ведется в районе г. Киржача Владимирской области. На рис. 3 показан пример кладки обжиговой туннельной печи строящегося завода.

Диатомитовый кирпич активно применяется в строительстве печей в стекольной промышленности. Стекольные компании России, Казахстана, Молдовы и других стран используют теплоизоляционные кирпичи особых форматов, изготавливаемых Диатомовым комбинатом специально для этой отрасли.

В коксохимической промышленности. Пенодиатомитовый кирпич применяется для теплоизоляции самих коксовых печей и в качестве барьерного демпфирующего слоя в дверях коксовых печей, в футеровке устройства сухого тушения кокса (СТК). По заключениям специалистов коксохимического производства ОАО «Северсталь» в составе коксовой батареи при ее нормативных сроках работы до капитального ремонта в течение 20 лет теплоизоляционный слой из пенодиато-

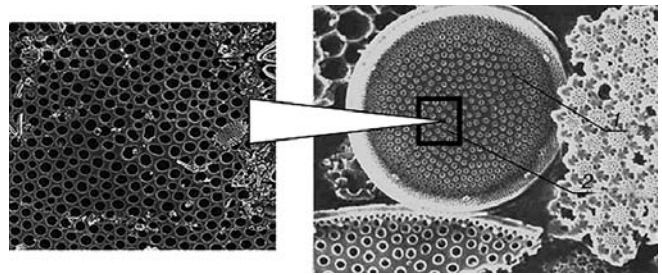


Рис. 2. Микроструктура створки диатомей (увеличено): 1 – створка диатомей; 2 – пористая структура створки (Источник: World Minerals Inc., 1999)

митового кирпича работает без смены на большинстве участков батареи около 40 лет.

В доменном производстве. Пенодиатомитовый кирпич применяется в футеровке свода доменной печи, стен и купола воздухонагревателей, а также на металлургических заводах в футеровке паросиловых котлов.

В алюминиевой промышленности. Пенодиатомитовый кирпич используется в теплоизоляции электролизеров для выплавки первичного алюминия. Верх катодной части состоит из катодных углеграфитовых блоков, непосредственно под катодными блоками располагается барьерный слой из шамотных изделий. Во многом срок службы электролизера зависит от способности огнеупоров противостоять агрессивному воздействию фторидов и компонентов электролита, которые проникают через углеродный слой.

Кроме приведенных областей применения пенодиатомитовые изделия широко используются в мартеновских и других нагревательных печах металлургической промышленности; для футеровки различных тепловых



Рис. 3. Футеровка туннельной обжиговой печи кирпичного завода «Винербергер»: 1 – огнеупорный слой; 2 – слой легковесных огнеупоров; 3 – пенодиатомитовый кирпич КПД 400-И; 4 – облицовочный слой

сетей и энергетических установок, изоляции тепловых агрегатов в пищевой, целлюлозно-бумажной, нефтеперерабатывающей промышленности, в качестве тепло-, звукоизолирующего и огнестойкого материала в промышленном и гражданском строительстве.

Мелкоштучность пенодиатомитовых изделий компенсируется качеством машинной обработки, которое обеспечивает малые отклонения от номинальных размеров, в результате чего образуется очень узкий шов между кирпичами и улучшается равномерность кладки. За счет совершенствования состава шихты и подготовки массы увеличена прочность кирпича. Запуск новых станков по машинной обработке всех граней позволяет в настоящее время соблюдать допуски размеров пенодиатомитового кирпича по всем шести граням $\pm 0,5$ мм, что соответствует уровню западных аналогов и превышает требования российских стандартов.

В настоящее время предприятие приступает к производству пенодиатомитовых блоков размерами $250 \times 250 \times 65$ мм. Увеличение размеров пенодиатомитовых изделий позволит значительно сократить число швов кладки и обеспечить снижение трудозатрат при проведении футеровочных работ.

Инновации

Диатомовый комбинат имеет порядка пятнадцати охранных документов на результаты интеллектуальной деятельности. За последние пять лет проведен ряд НИОКР, которые показали принципиальную возможность производства ряда новых продуктов из диатомита. Также были проведены маркетинговые исследования и сформирован ряд инновационных проектов. Наиболее перспективные проекты, которые формируют стратегию развития предприятия в ближайшем будущем, это разработка и производство теплоизоляционных материалов из диатомита с улучшенными свойствами и изготовление сорбентов и пористых наполнителей для сухих строительных смесей.

УДК 666.3

Ю.И. ГОНЧАРОВ, д-р техн. наук, Орловский государственный технический университет;
Н.А. ПЕРЕТОКИНА, А.М. ТКАЧЕНКО, В.А. ФАТЕЕВ, инженеры, Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

Керамика на основе опаловидной породы — диатомита

Опаловидные породы — диатомиты, трепелы, опоки широко распространены на территории России. Месторождения этих пород располагаются широкой полосой вдоль всего восточного склона Урала, крупные месторождения известны в Поволжском регионе, Карелии, Курской и Орловской областях. Обладая высокой плотностью и пониженной теплопроводностью, породы, сложенные аморфным кремнеземом, являются важнейшим сырьем для производства различных видов теплоизоляционных материалов. Однако заводов, выпускающих подобные материалы, в России единицы. Примером может служить ООО «Диатомовый комбинат», производственные мощности которого располагаются в г. Инза Ульяновской области. Месторождение диатомита разрабатывается с 1902 г. Действующий в настоящее время завод построен более 80 лет назад.

Инвестиции

Расширение ассортимента и совершенствование качества продукции требует инвестиций, поэтому в течение последних двух лет диатомовый комбинат проводит мероприятия, формирующие инвестиционную привлекательность и открытость предприятия. В декабре 2005 г. успешно осуществлена сертификация системы менеджмента качества в соответствии с требованиями международных стандартов серии ИСО 9001:2000 с получением сертификата международной сертификационной компании TÜV; осуществлен переход предприятия на международные стандарты финансовой отчетности; подготовлен инвестиционный проект в соответствии с требованиями ООН по промышленному развитию (UNIDO).

Комбинат выиграл конкурс Федерального агентства по науке и инновациям по федеральной целевой программе «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития науки и техники». В результате реализации государственного проекта будет закончена НИОКР по разработке новых теплоизоляционных изделий из диатомита с улучшенными свойствами и организовано их производство.

В связи с уникальностью сырья и технологии, отличием свойств диатомита от свойств других материалов, применяющихся для изготовления теплоизоляции, и несмотря на то, что залежи диатомита достаточно широко распространены во всем мире, мировое лидерство в производстве высококачественных теплоизоляционных материалов из диатомита смогли обеспечить лишь несколько стран. Россию на глобальном мировом рынке теплоизоляционных изделий из диатомита представляет компания «Диатомовый комбинат». Качество продукции и сертифицированная система менеджмента качества предприятия, соответствующие мировым стандартам, позволяют отечественному предприятию успешно конкурировать с западными компаниями на рынках России, СНГ, Европы, Азии и Африки.

В процессе технологических разработок нами использовался диатомит этого месторождения*.

Месторождение расположено на южной окраине г. Инзы и занимает площадь около 15 км². Мощность пласта достигает 60 м. Пласт диатомита подстилается опоками, мощность которых достигает 10–11 м. Диатомит имеет желтовато-серый и желтовато-зеленый цвет. Среди глинистых примесей (до 15%) преобладают монтмориллонит и иллит. Встречаются буровато-красные кольца Лизиганга, сложенные оксидами и гидроксидами железа, примеси полевых шпатов и карбоната кальция. Свободный кварц присутствует в количестве, не превышающем 5–8%. Сырье имеет пористость 67–75%, водопоглощение 150% и соответственно очень высокую карьерную влажность — 47–49%.

Химический состав диатомита (мас. %): SiO₂ — 82,1; Al₂O₃ — 5,35; TiO₂ — 0,27; Fe₂O₃ — 2,26; MgO — 0,76;

* Авторы выражают признательность ведущему технологу комбината С.А. Нестеровой за предоставление образцов и консультации.

CaO — 0,36; Na₂O — 0,1; K₂O — 0,24; прочие — 1,03, ППП — 7,53.

ООО «Диатомовый комбинат» выпускает теплоизоляционный кирпич марки 400–500 прочностью при сжатии 0,6–1 МПа и с рабочей температурой до 900°С. Недостатками пенотехнологии, применяемой на предприятии, является высокая трудоемкость процесса и ручная обработка «коржей», полученных литьевым способом (резка, шлифовка).

В наших разработках применены два метода — метод статического прессования, предусматривающий получение материалов полифункционального назначения, и пенометод с более прогрессивной технологией.

Метод статического прессования. Использовались два состава. Первый представлял собой чистый диатомит, второй состав соответствовал стехиометрическому составу воластонита. С этой целью в состав шихты вводился тонкодисперсный белгородский мел с содержанием CaCO₃ до 98–99%. Диатомит предварительно высушивался до влажности 6–7% и измельчался в лабораторных бегунах. Средняя влажность шихты составляла 25–35%.

Образцы размером 50×50×50 мм прессовали на гидравлическом 50-тонном прессе. В связи с высокой влажностью повышение усилия прессования выше 10–15 МПа оказалось нецелесообразным. После сушки образцы обжигали при температуре 900–1100°С.

Образцы из чистого диатомита имели среднюю плотность 940–1180 кг/м³, предел прочности при сжатии 12–22 МПа, предел прочности при изгибе 3,4–4,8 МПа, имели тонкую равномерную пористость. Однако материал обладал и серьезным недостатком при использовании его в строительстве — низкой морозостойкостью.

Для ликвидации этого недостатка были испытаны составы, включающие в качестве заполнителя кварцевый песок фракции 0,25–0,5 мм и мариупольский доменный гранулированный шлак фракции 0,25–1 мм. Полученные образцы при незначительном изменении плотности имели практически те же физико-механические характеристики при морозостойкости 18–25 циклов.

Процессы фазообразования, которые наиболее интенсивно проходят при температуре 1050–1100°С, исследовались методом РФА. При этом аморфный кремнезем переходит в низкотемпературный кристобалит ($d/n - 4,09\text{Å}$), а гематит ($\alpha - \text{Fe}_2\text{O}_3$) переходит в маггемит ($\gamma - \text{Fe}_2\text{O}_3$). Не исключено появление небольшого количества муллита ($d/n - 3,41; 3,38; 2,20\text{Å}$) и фаялита — Fe₂SiO₄.

В случае ввода в состав исходной массы карбоната кальция была получена воластонит-белитовая керамика с плотностью 950 кг/м³, пределом прочности при сжатии 4,5 МПа, морозостойкостью более 25 циклов. Преобладающей фазой (до 70%) является воластонит ($d/n - 2,99; 2,19; 3,10; 3,86; 1,834\text{Å}$).

Учитывая, что воластонит и белит являются высокотемпературными фазами (температура их плавления составляет соответственно 1540 и 2150°С), керамика такого состава может найти применение в качестве огнеупорного теплоизоляционного материала.

Известно, что белит является полиморфной модификацией двухкальциевого силиката и при 675°С может переходить в γ -модификацию шеннонит с увеличением объема на 10% (так называемый силикатный распад). В данном случае отражения, характерные для шеннонита, не обнаружены, так как оксиды калия, магния, кальция и алюминия, входящие в состав исследуемой системы, оказывают стабилизирующее действие на структуру белита.

Пенометод. Диатомовый комбинат при производстве пенодиатомитового кирпича сталкивается с рядом проблем, связанных с сушкой высоковлажной непрочной ячеистой массы. В ходе сушки происходит большая неравномерная усадка по высоте изделия, образуется

неравномерная пористость, отформованные изделия имеют низкую прочность.

На первых этапах исследовались реологические свойства диатомитовой суспензии с влажностью 54–64% с добавлением в качестве электролита триполифосфата натрия (ТПФ) в количестве 0,1 мас. % в пересчете на сухое вещество. Реологические характеристики определялись на ротационном вискозиметре «Reothest-2». Для сравнительной количественной характеристики течений исследуемых шликеров использовались следующие показатели:

- условно-статический предел текучести (напряжение, при котором практически становится возможным наблюдать начало деформации (сдвиг) системы);
- условно-динамический (бингамовский) предел текучести (точка вязкости практически полностью разрушенной структуры).

В результате было установлено, что диатомитовая суспензия обладает тиксотропным характером течения. При уменьшении влажности от 64 до 54% условно-статический предел текучести изменяется от 9 до 52 Па, условно-динамический предел текучести — от 13 до 60 Па. При введении в суспензию с влажностью 54% добавки 0,3% ТПФ условно-статический предел текучести принял значение 9 Па, условно-динамический предел текучести — 15 Па, то есть суспензия с влажностью 54% оказалась достаточно подвижной для того, чтобы производить ее помол в шаровой мельнице и использовать в дальнейшем для получения пенолегковеса. Уменьшение влажности суспензии с 64% (заводской состав) до 54% позволило снизить воздушную усадку образцов, время сушки, затраты энергии на испарение влаги. С другой стороны, при уменьшении влажности растет количество твердой фазы, что увеличивает прочность межпоровых перегородок, и следовательно, повышается прочность материала.

Для изготовления образцов была приготовлена пеномаасса из диатомитовой суспензии плотностью 1,28 г/см³, влажностью 54%, добавлением 0,3% ТПФ и пены, полученной из рабочего раствора пеноконцентрата на протеиновой основе. Рабочий раствор взбивали в вертикальной пропеллерной мешалке. Приготовленную пену смешивали с суспензией в соотношении 1:1 по объему. Средняя плотность получившейся пеномаcсы составила 0,85 г/см³.

Образцы отливали в металлические формы размером 50×50×50 мм. Остаточная влажность после сушки составляла 5–7%.

Обжиг образцов производили при температуре 800, 850, 900°С. Образцы пенолегковеса исследовали на прочность, водопоглощение, пористость, определяли усадку. Полученный пенолегковес характеризуется прочностью 3,1–4 МПа, что в 3–4 раза выше заводской для изделий аналогичной плотности. Воздушная усадка сырца на 1–1,5% меньше заводских значений.

С целью упрочнения и стабилизации структуры пеномаcсы в ее состав вводили шлакощелочное вяжущее. Это позволило увеличить прочность сырца, производить распалубку форм на сутки раньше и досушивать сырец вне формы. Тем самым сократилось время сушки и затраты энергии на испарение влаги. Грани сырца характеризовались правильной формой без существенных изъянов, что устраняло необходимость их шлифовки. Прочность образцов составила 2,1–3,3 МПа. Средняя плотность — до 0,41 г/см³.

Было изучено влияние ввода выгорающих добавок (уголь, опилки) на свойства пенодиатомита. Выгорающие добавки несколько понижали плотность изделий, но нарушали структуру сырца, уменьшали ее прочностные характеристики и после обжига требовали дополнительной обработки.



9. Таблица, график или гистограмма?

В данной статье рассмотрены вопросы ясного, продуктивного и объективного представления количественных данных в таблицах, гистограммах и графиках.

Научно-технические статьи, как правило, содержат много количественных данных, которые являются основными фактами, поддерживающими утверждение, главный вывод. От того, как эти данные будут представлены, их риторическое воздействие на читателей может быть усилено или ослаблено. Поэтому следует уделить особое внимание тому, насколько ясно и убедительно вы представили количественные данные, и исправить те таблицы и рисунки, которые неубедительно соединяют сообщенные факты с утверждением.

Вербальное (словесное) представление некоторых данных так же ясно, как и визуальное (зрительное), например если вы сообщаете о некоторых физико-технических свойствах отдельного материала, или приводите данные по условиям его получения, или технические характеристики агрегата и т. д.

Пример: композиты изготовлялись методом пресования при давлении 15 МПа из вяжущего следующего состава: порода:шлак = 40:60, массовая доля активатора составила 2%, формовочная влажность смеси – 12%.

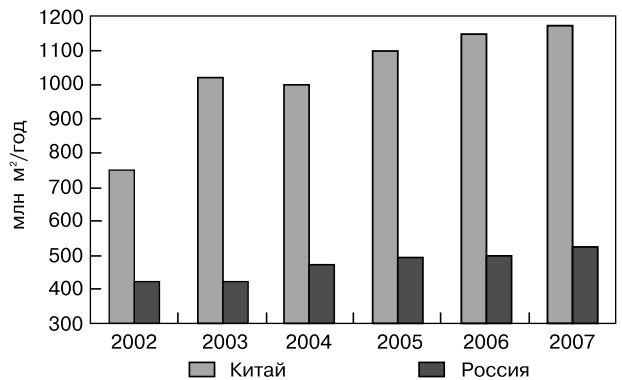
Но когда цифры более сложные и требуется их сопоставление, читатели нуждаются в более систематизированном представлении данных для того, чтобы сначала их просто понять, а затем сравнить. Ниже приведен абзац с данными, которые слишком сложны, чтобы их запомнить.

«Производство битуминозных (без учета битумной черепицы) и рулонных полимерных материалов за период 2002–2005 гг. и прогноз на 2006–2007 гг. составили, млн м²/г: 750, 1000, 960, 1060, 1100 и 1120 в Китае и 420, 420, 460, 480, 490 и 510 в России».

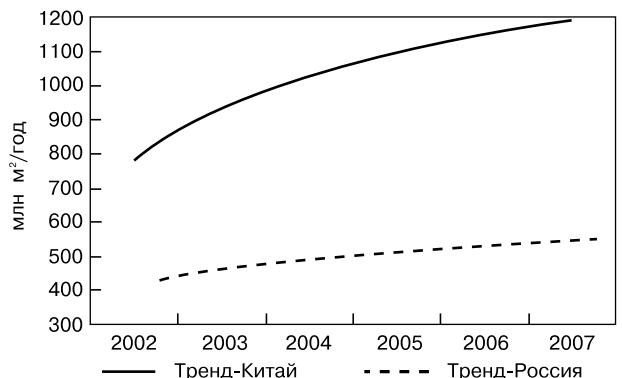
Эти цифры будут гораздо понятнее в виде таблицы, гистограммы или графика.

Страна	Производство битуминозных* и рулонных полимерных материалов, млн м ² /год					
	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Китай	750	1000	960	1060**	1100**	1120**
Россия	420	420	460	480	490**	510**

* Без учета битумной черепицы.
** Прогноз.



Производство битуминозных (без учета битумной черепицы) и рулонных полимерных материалов в Китае и России: 2005–2007 гг. для Китая, 2006–2007 гг. для России – прогноз.



Производство битуминозных (без учета битумной черепицы) и рулонных полимерных материалов в Китае и России: 2005–2007 гг. для Китая, 2006–2007 гг. для России – прогноз.

Читатели могут извлечь одни и те же данные из каждой из этих визуально более выразительных иллюстраций. Однако следует помнить, что каждый вид представления данных оказывает различное воздействие:

- числовая таблица воспринимается точной и объективной. Она не навязывает никакого заранее подготовленного результата. Она дает возможность сравнить цифры системно и сделать собственный вывод;
- гистограмма дает менее точную информацию (этот недостаток можно компенсировать, указав цифры над столбцами). Но она визуально быстрее сообщает суть идеи. Она помогает делать индивидуальные сравнения;
- график также дает менее точную информацию, но предлагает еще более выразительный образ «истории». Он позволяет легко увидеть тенденции.

При выборе формата визуального сообщения данных ваша задача — создать такое воздействие, которое наилучшим образом служит вашему намерению, но не вводит в заблуждение читателей. Поэтому выбирать формат визуального представления данных надо обдуманно. Выбирая между таблицами, гистограммами и графиками, надо, во-первых, стремиться ясно и точно сообщить данные; во-вторых, создать соответствующее вашим целям риторическое воздействие; и в-третьих, избежать такого описания данных, которое введет читателей в заблуждение. В последнее время, к сожалению, многие исследователи подчиняют уважение к истине своему стремлению к выразительности, к обманчивым визуальным эффектам.

Выбирая между таблицей и рисунками, пользуйтесь следующими правилами:

- выбирайте *таблицу*, если читатели скорее предпочтут точные цифры;
- выбирайте *рисунок*, если читатели заинтересованы в точных данных меньше, чем в общей идее, и вы хотите усилить идею с помощью сильного визуального образа.

Однако если у вас очень много количественных данных, которые систематизированы по различным признакам, так что ни один рисунок не сможет передать сложность, то в таком случае вам придется воспользоваться таблицей.

Правила построения таблиц:

- предварите в тексте ваши данные предложением, которое ясно говорит читателям, на что им обратить внимание;
- организуйте таблицу способом, учитывающим, как ваши данные будут использовать читатели;
- в левой части таблицы, сверху вниз, перечислите элементы, чьи цифровые данные будут перечислены в правой части;
- в верхней части, слева направо, перечислите категории данных;
- сгруппируйте и упорядочьте элементы, идущие сверху вниз в левой части и справа налево в верхней части так, чтобы то, что идет вместе концептуально, было сгруппировано вместе и визуально; представьте все в таком порядке, который поможет читателям быстро и уверенно найти то, что вы хотите, чтобы они искали;
- сравниваемые в таблице данные должны быть сопоставимы; сопоставимые данные надо приводить в одних единицах;
- проверьте достоверность включенных в таблицу данных. Для этого проверьте закономерность изменения данных в строках и графах; подведите итог, чтобы избежать случайных и неслучайных ошибок. Из наиболее часто встречаемых ошибок — это не равенство суммы компонентов состава вещества 100%;
- представьте числовые данные соответственно потребностям читателей, округлите их, чтобы исключить несущественные различия. Например, числа 293000 и 292500 могут оказаться ненужно точными. В большинстве случаев, особенно в экономических показателях, вы можете представить оба числа как 0,29 млн или 293 тыс. (Справочная книга редактора и корректора. М.: Книга. 1985. 576 с.)



Рассмотрим технику построения таблиц и те основные моменты, о которых следует помнить. Головка таблицы не должна походить на небоскреб, вполне достаточно бывает двух-трех этажей. Диагональные линейки не рекомендуются. Обычно излишней бывает графа «Номер по порядку», исключение составляют только те случаи, когда соответствующая нумерация используется в тексте. Если исходная величина повторяется во всех строках (столбцах) таблицы, соответствующую строку (столбец) устраняют, а нужные сведения дают в тексте.

Как уже говорилось ранее, если точность цифр менее важна, чем «история», которая воссоздается читателями по данным, предпочитайте рисунок.

При выборе между графиком и гистограммой руководствуйтесь общими правилами: чаще всего в виде гистограмм приводятся *статистические* данные; выбирайте график, чтобы представить *динамические* отношения — движение во времени или связь между изменяющимися величинами.

Большинство читателей сумеют увидеть тенденцию роста и в графике и в гистограмме, но график воспроизводит рост более наглядно и экономно.

Как и при построении таблиц, предварите все рисунки предложением, в котором говорится об идее ваших данных, и дайте рисункам заголовок, который подчеркивает эту идею; нанесите на оси шкалу, название отображаемых величин, единицы измерения.

Три принципа построения графиков:

- как можно меньше загромождайте рисунок; если указываете более четырех зависимых переменных, вы рискуете поставить читателей в тупик сложным изображением;
- если вы не сумеете разделить сложный график на два, тогда ясно выделите линии для каждого элемента; если возможно, подпишите линии, вместо того чтобы давать легенду, хотя эти надписи усложняют рисунок;
- при необходимости, нанесите на график точки ваших данных, обозначьте каждую точку.

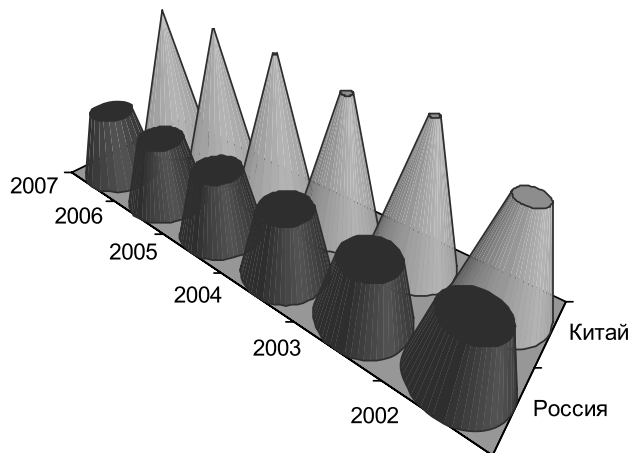
При представлении данных в виде гистограмм старайтесь группировать столбцы во взаимосвязанные наборы; не усложняйте визуальные контрасты: черный, белый и один-два оттенка серого цвета. По возможности избегайте двойной штриховки, полос и т. п. Чтобы добавить точности, можно над столбцами поставить значения, если это не загромождаст рисунок.

Старайтесь не использовать гистограмм с накоплением. Такая гистограмма может оказаться трудной для анализа, потому что она заставляет читателей делать сравнения и оценивать пропорции только на глаз. Если же этот вид гистограмм вам кажется необходимым, то организуйте сегменты в каком-то стандартном порядке снизу вверх, при этом постарайтесь разместить их по убывающей. Используйте самый темный цвет внизу, самый светлый — вверху. Проставьте числовые значения и нанесите соединительные линии. Не старайтесь включить в гистограмму настолько малые элементы, которые будут «съедены» большими элементами.

Единственное преимущество применения горизонтальной диаграммы только типографское: она позволяет разместить полное название элемента рядом со столбцом. Горизонтальные диаграммы, разделенные относительно центральной оси, не имеют и этого преимущества — они сложнее в типографском изготовлении.

Круговые диаграммы являются фаворитами газетных полос, глянцевого журналов и бизнес-отчетов, но для научных отчетов часто признаются дилетантскими. В лучшем случае они позволяют читателям увидеть примерные соотношения между несколькими элементами, которые составляют 100% некоторого целого. Их лучше использовать там, где качественное соотношение между данными важнее количественного.

Используемые в офисном пакете программы позволяют создавать изощренные графические изображения, многоцветные с включением трехмерных форм. Не делайте этого, особенно когда на графике есть всего две изменяющиеся независимые величины. В этом случае «третье измерение» несет чисто декоративную функцию и демонстрирует только ваше владение простыми программными средствами.

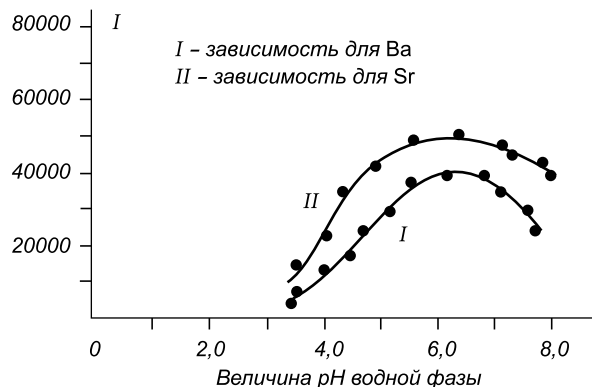


Есть еще один вид графических изображений, хуже, чем упомянутые выше нарочитые декоративные возможности, предоставляемые программным обеспечением, — это так называемая пиктограммная графика, в которой рисунок служит элементом гистограммы. Например, гистограмма с кирпичиками разного размера, иллюстрирующими уровень производства строительной керамики странами мира или бифштексами, отражающими уровень производства говядины т. п. Все это, возможно, броско, ярко и привлекательно, но читатели научно-технических статей ищут не броскости и яркости, они ищут информацию — полезную и удобно представленную.

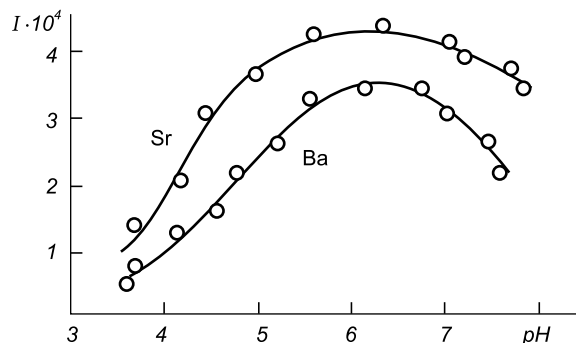
Как любой формальный прием, графическое представление данных может помочь увидеть их в новом свете, определить тенденции, открыть новые отношения, признать значимость. Очень немногие могут увидеть все это, просто взглянув на цифры. Но большинство нуждаются в визуальном представлении данных. Поэтому не думайте о графическом представлении *только* как о привлекательном способе продемонстрировать ваши данные.

Однако при этом не следует забывать, что при подготовке научно-технической статьи следует также учитывать и технические требования, предъявляемые редакцией издания к графическим материалам, направляемым для опубликования.

В статье не должно быть слишком много рисунков, обычно журналы ограничивают их количество. Так, «Доклады АН СССР», «Известия вузов. Строительство» не принимают более четырех рисунков. Чрезмерное количество рисунков не всегда является убедительной аргументацией основного утверждения. Нет смысла приводить все содержимое лабораторного журнала, проанализируйте ваши данные и выберите наиболее представительные и яркие. Ниже приведены примеры правильно и неправильно оформленных рисунков.



Неправильно оформленный рисунок



Правильно оформленный рисунок

Технические требования для иллюстративного материала, направляемого в редакцию журнала «Строительные материалы»®:

- графики, схемы, чертежи, диаграммы, логотипы и т. п. должны быть выполнены в графических редакторах: CorelDraw (версии не выше v.12), Adobe Illustrator (версии не выше CS2) и сохранены в форматах *.cdr, *.ai, *.eps соответственно. Сканирование графического материала и импорт его в перечисленные выше редакторы недопустимо;
- фотографии, коллажи и т. п. необходимо сохранять в формате *.tif, *.psd, *.jpg (качество «8 — максимальное») или *.eps (Adobe PhotoShop) с разрешением не менее 300 dpi и размером не менее 115 мм по ширине, цветовая модель CMYK или Grayscale. Весь иллюстративный материал присылается отдельно от текста статьи.

В то же время научно-технические статьи, которые не содержат иллюстративного материала, не всегда выглядят убедительными для читателей.

После того как вы определились с иллюстрациями, еще раз нелишне прочитать текст статьи и убедиться, что таблицы, гистограммы и графики, во-первых, не дублируют друг друга; во-вторых, в тексте приводится *анализ* графических данных, а не их перечисление. Это достаточно часто встречающаяся ошибка. Помните, что графическое представление данных — это подспорье в вашем мышлении, оно может помочь вам увидеть предметы в новом свете, открыть новые отношения. При подготовке графического представления данных пробуйте различные варианты, продумывайте не только их риторическое воздействие, но и сохранение объективности представления, необходимой точности.

В следующей статье будут рассмотрены вопросы ясности изложения — вопросы стиля.