

Учредитель журнала:
ООО Рекламно-издательская
фирма «Стройматериалы»

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.
ВЕДЕРНИКОВ Г.В.
ВЕРЕЩАГИН В.И.
ГОНЧАРОВ Ю.А.
ГОРИН В.М.
ЖУРАВЛЕВ А.А.
КОЗИНА В.Л.
КРАСОВИЦКИЙ Ю.В.
КРИВЕНКО П.В.
ЛЕСОВИК В.С.
ОРЕШКИН Д.В.
ПИЧУГИН А.П.
ФЕДОСОВ С.В.
ФИЛИППОВ Е.В.
ХИХЛУХА Л.В.
ЧЕРНЫШОВ Е.М.
ШЛЕГЕЛЬ И.Ф.
ШТАКЕЛЬБЕРГ Д.И.

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
возможны лишь с письменного
разрешения главного редактора
Редакция не несет ответственности
за содержание рекламы и объявлений

Адрес редакции:

Россия, 127434, Москва,
Дмитровское ш., д. 9, стр. 3

Тел./факс: (499) 976-22-08
(499) 976-20-36

E-mail: mail@rifsm.ru
http://www.rifsm.ru

Гипсовые материалы – наука и практика

В.Б. ПЕТРОПАВЛОВСКАЯ, В.В. БЕЛОВ, Т.Б. НОВИЧЕНКОВА, А.Ф. БУРЬЯНОВ
**Закономерности влияния зернового состава на свойства сырьевых смесей
прессованных гипсовых материалов** 4

Рассмотрены вопросы образования фрактальных структур в дисперсных системах на основе дигидрата сульфата кальция и оценки их свойств, что позволяет оптимизировать составы сырьевых смесей и свойства прессованных композитов, получаемых на их основе.

Д.Р. ХАЗЕЕВ, А.Ф. ГОРДИНА, И.С. МАЕВА, Г.И. ЯКОВЛЕВ, А.Ф. БУРЬЯНОВ
**Влияние техногенных дисперсных отходов на структуру и свойства
композитов на основе сульфата кальция** 6

Существует целый спектр вяжущих на основе сульфатов кальция, обладающих рядом недостатков, которые можно снизить за счет применения тонкодисперсных модификаторов с высокоразвитой активной поверхностью. Развитая поверхность частиц этих добавок предопределяет их высокую активность в различных средах, включая сульфатные. В работе показано, что в качестве модификатора, улучшающего свойства вяжущих на основе сульфата кальция, возможно использование дисперсной металлургической пыли и комплексной добавки, включающей ультрадисперсный микрокремнезем и многослойные углеродные нанотрубки.

А.Ю. ПАНФЕРОВА, М.С. ГАРКАВИ
Модифицирование гипсовых систем малыми добавками полимеров 8

Установлено, что использование малых дозировок редиспергируемых полимерных порошков является действенным средством увеличения физико-механических свойств гипсовых изделий.

Л.И. ДВОРКИН, О.В. БЕЗУСЯК, И.В. КОВАЛЫК
Проектирование состава пеногипса 10

Выполненные экспериментально-теоретические исследования позволяют предложить расчетно-экспериментальный метод проектирования состава пеногипса при использовании гипсовых вяжущих различной прочности. Задача проектирования состава пеногипса сводится к определению при заданных значениях плотности и прочности материала необходимой марки и массы гипсового вяжущего, расхода воды и синтетического пенообразующего ПАВ на 1 м³.

Е.Е. ШАМИС, М.И. ХОЛДАЕВА, В.Д. ИВАНОВ, П.Ф. КОЛТУК, В.А. ЮРКОВ
**Резервы инновационного развития гипсовой подотрасли
промышленности строительных материалов** 13

Выявлены основные технологические противоречия в гипсовой суботрасли промстройматериалов. Приводятся инновационные предложения по результатам выполненных научно-практических разработок, в том числе по активации на молекулярном и атомарном уровнях компонентов строительных формовочных смесей на минеральных вяжущих. Дана информация о технологических линиях для производства гипсовых стройизделий.

Комфорт достигим! Монтируйте основание пола из КНАУФ-суперлистов 17

Х. ВЕТЕГРОВЕ
Современный гипсовый завод Saint-Gobain (BPB) Davillia 18

Веймарская гипсовая конференция (Информация) 22

Материалы для дорожного строительства

Ю.Э. ВАСИЛЬЕВ, Ю.В. БОРИСОВ, А.В. КОЧЕТКОВ, С.М. ЕВТЕЕВА, С.И. ВОЗНЫЙ
**Нормирование макрошероховатости поверхности материалов,
конструкций и изделий** 25

Рассматриваются вопросы совершенствования методов нормирования макрошероховатых покрытий на примере геометрии поверхностей дорожных покрытий. Предлагается дополнительно использовать параметры разновысотности активных выступов и разноглубинности впадин макрошероховатости.

П.А. КУДРЯШОВ, В.А. МАРТЫНОВ, В.Г. ГЕРМАШЕВ

Термостабильность адгезионных добавок 30

Приведены результаты испытаний термической стабильности адгезионных добавок выдержкой при 160°C по разработанной в ООО «Селена» методике. В качестве каменного материала применяли образцы розового гранита фракции, имеющего кислый характер и слабое сцепление с битумом. Визуальный метод оценки адгезии показал, что добавки Амдор, ДАД-1, Секабаз увеличивают сцепление битума с гранитом на 40–50%, Амдор и Wetfix на 25–30% при достаточно хорошей термостабильности в течение 72 часов (кроме «Wetfix»). При методе оценки по массе, адгезионная активность добавок выглядит скромнее. Противоречивые результаты обоих методов оценки свидетельствуют о необходимости совершенствования методик и разработки нового ГОСТа.

М.А. ЗАВЬЯЛОВ, А.М. ЗАВЬЯЛОВ

Оценка долговечности материала дорожного асфальтобетонного покрытия: энергетический и деформационный подходы 34

Для оценки долговечности материала дорожного асфальтобетонного покрытия построены и проанализированы два подхода: энергетический и деформационный. В качестве математического инструментария используется интеграл Бейли. Рассмотрен коэффициент дефицита свободной энергии как нормативный критерий, определяющий срок производства ремонтных работ. Получено уравнение, которое позволяет вычислить срок производства ремонтных работ по ранее установленным значениям коэффициентов, зависящих от свойств материала дорожного покрытия и его транспортно-эксплуатационного состояния.

А.А. СОЛДАТОВ, Ю.Г. БОРИСЕНКО

Структуры поверхности пористых порошков на основе отсевов дробления керамзита и их адсорбционная активность 36

Представлены результаты исследований структуры, состояния поверхности, зернового состава высокодисперсных отсевов дробления керамзита и выявлена их достаточно высокая адсорбционная активность по отношению к битумному вяжущему. Обоснована возможность применения высокодисперсных отсевов дробления керамзита в качестве эффективного минерального порошка для асфальтовых бетонов.

Отрасль в современных экономических условиях

А.А. ЖУРАВЛЕВ

Что мешает развитию промышленности строительных материалов? (Из опыта работы некоммерческого объединения горняков) 39

Приведены статистические данные, иллюстрирующие, что промышленность нерудных строительных материалов не только не выходит из кризиса, но ее положение в 2010 г. усугубилось. Представлены объективные и субъективные факторы, негативно влияющие на экономическое положение предприятий отрасли. Показаны действия ассоциации «Недра» по оптимизации действующего законодательства по недропользованию, урегулированию отношений с железнодорожными перевозчиками, по противодействию бесконтрольному повышению тарифов естественных монополий и созданию паразитического окружения из структур, навязывающих нецелесообразные платные услуги.

Информация**Модернизация крупнопанельного домостроения – локомотив строительства жилья экономического класса 42****СТТ-2011 выставка для профессионалов 48****Конференция «Тепловыделение при твердении цемента и бетона: феномен и технологический фактор» 49****Материалы и технологии**

А.А. ПРОКОПОВИЧ, В.В. РЕПЕКТО, В.А. ЛУКОНИН

Индустриальное каркасное и панельное домостроение 50

ООО «ПСК «ПроектСтройИндустрия» совместно с ООО «Поволжский центр экспертизы и испытаний» занимаются разработкой и внедрением современных конструктивных решений каркасного и панельного домостроения. Описана линия по производству стеновых панелей. Приведены преимущества и недостатки панельных домов, кратко дана технология монтажа панелей. Также приведена запатентованная конструкция сборно-монолитного каркаса зданий.

С.Ю. НАЦИЕВСКИЙ, Л.В. АЛЕКСЕЕВА

Теплоэффективные строительные материалы на основе перлита 52

Показана перспективность использования перлитовой промышленностью России собственного сырья Мухор-Талинского месторождения для производства вспученного перлитового песка насыпной плотностью 70–150 кг/м³ – основы эффективных теплоизоляционных строительных материалов. Подтверждена перспективность применения вспученного перлита из Магаданских месторождений вулканического пепла в сухих строительных смесях, криогенной технике и других отраслях промышленности.

Результаты научных исследований

И.Х. ИДРИСОВ, Н.И. МАКРИДИН

Комплексный подход к испытаниям материалов. Часть 1 55

Описан разработанный измерительно-вычислительный комплекс ИВК АСИС для испытания строительных материалов. В состав ИВК может входить произвольное число приборов для испытания материала при различном виде напряженного состояния. Испытания проводятся в автоматическом режиме по заданной программе с последующей обработкой результатов испытаний. Используя ИВК АСИС были выполнены испытания смеси глины с шлаком при добавке активатора NaOH и различном соотношении введенного шлака. Результаты испытаний показывают зависимость модуля упругости и прочности шлакогрунта от количества вяжущего и активатора.

С.В. МАКАРЕНКО, Н.П. КОНОВАЛОВ

Исследование физико-химических свойств зол ТЭЦ-9 и Новой Иркутской ТЭЦ для применения в золощелочных вяжущих 60

В результате проведенных исследований установлено, что обе золы относятся к ультракислым и не способны к гидравлическому твердению самостоятельно. Частицы золы представляют собой микросферы. При измельчении увеличивается общая удельная поверхность и шероховатость. Что является положительным фактором для компонента вяжущего. Наибольшая эффективность помола по изменению размера частиц происходит за 1 ч. При измельчении золы 2 происходит накопление кристаллической фазы. При измельчении золы 1 происходит аморфизация минералов. Наибольший эффект изменения соотношения кристаллической и аморфной фаз приходится на 2 ч помола.

В.В. ТЮКАВКИНА, Б.И. ГУРЕВИЧ, В.В. СЕМУШИН

Мелкозернистые бетоны с использованием гранулированных медно-никелевых шлаков 63

Разработаны мелкозернистые бетоны на шлаковом заполнителе и портландцементе средней плотности в затвердевшем состоянии более 2600 кг/м³, расходом портландцемента марки ПЦ400Д20 310–455 кг/м и прочностью после пропаривания при сжатии 40–46 МПа, при изгибе 7,6–8,8 МПа, которая к 28 сут достигает 42–50 МПа. Полученные мелкозернистые бетоны по средней плотности относятся к особо тяжелым бетонам, применяемым для защиты от радиационного излучения.

В.А. БЕРЕГОВОЙ, Е.В. КОРОЛЕВ, Н.А. ПРОШИНА, А.М. БЕРЕГОВОЙ

Методика подбора и обоснование компонентного состава сырьевых смесей для изготовления теплоизоляционных пенокерамобетонов 66

Приведены результаты исследований по совершенствованию процесса получения обжиговых теплоизоляционных материалов с использованием способа пенообразования путем разработки гибридной (пенокерамобетонной) технологии. Сущность технологии заключается в рациональном совмещении решений, применяемых при изготовлении пенобетона, пенокерамики и пеностекла с целью их взаимного дополнения и существенного улучшения на этой основе технологических и эксплуатационных показателей получаемых материалов.

В.А. БЕЗБОРОДОВ, А.К. ТУЛЯГАНОВ, А.П. ПИЧУГИН

Влияние наполнителей и добавок на свойства сухих цементных строительных смесей 70

Исследования показали возможность повышения трещиностойкости и снижение усадочных деформаций за счет введения в состав сухих смесей армирующих элементов из базальтового волокна отечественного производства, при этом экономический эффект от их внедрения по сравнению с импортным полиамидным армирующим элементом составил 30%.

Ю.В. КРАСОВИЦКИЙ, Н.В. ПИГЛОВСКИЙ, Р.Ф. ГАЛИАХМЕТОВ

Специфика эксплуатации фильтров-пылеуловителей в производстве строительных материалов 72

Рассмотрена специфика эксплуатации фильтров-пылеуловителей для тонкой очистки отходящих газов и аспирационных выбросов в производстве стройматериалов. Сформулированы рекомендации, обеспечивающие высокоэффективную и безаварийную работу этих аппаратов в производстве стройматериалов.

Г.Н. ШИБАЕВА

Отделочные композиционные материалы и изделия с улучшенными санитарно-техническими свойствами 74

Предложены меры по улучшению санитарно-гигиенических свойств материалов, применяемых для отделки жилых, общественных и производственных помещений: древесно-стружечных, древесноволокнистых и цементно-стружечных плит. Разработана технология применения мелкозернистых сорбентов в отделке помещений с использованием цементно-стружечных плит, позволяющая повысить их гидрофизические и экологические свойства.

К 100-летию со дня рождения Алексея Филипповича ПОЛАКА (Информация) 76**Новости** 78

В.Б. ПЕТРОПАВЛОВСКАЯ, канд. техн. наук (victoria_petro@mail.ru),
 В.В. БЕЛОВ, д-р техн. наук, Т.Б. НОВИЧЕНКОВА, инженер, Тверской государственный
 технический университет; А.Ф. БУРЬЯНОВ, канд. техн. наук (rga-service@mail.ru),
 Московский государственный строительный университет

Закономерности влияния зернового состава на свойства сырьевых смесей прессованных гипсовых материалов

Получение гипсовых прессованных материалов на основе природного или техногенного дигидрата сульфата кальция связано прежде всего с оптимизацией их внутренней структуры, которая обеспечивает требуемые физико-механические характеристики получаемых изделий [1]. В связи с этим возникает необходимость направленного моделирования этих свойств на современном уровне при исследовании характеристик дисперсных систем, регулирующих данные свойства [2, 3].

Для дисперсных систем негидратационного твердения характерно формирование кристаллизационных контактов при использовании разной растворимости вещества в составе сырьевой смеси и внешнего давления, позволяющего сблизить частицы дигидрата на необходимое расстояние [4]. При этом значительную роль должны играть величина удельной поверхности и зерновой состав твердой фазы дигидрата, так как прочность дисперсных структур определяется в первую очередь числом активных центров кристаллизации на единичной площади сечения. При этом число активных центров зависит от размера частиц и способа их упаковки [5]. Зерновой состав дисперсной системы характеризуется дисперсностью частиц и процентным содержанием их в системе [6]. Однако гипсовые порошки обладают повышенной способностью к агрегации, поэтому уже при помоле они содержат не только отдельные первичные минеральные частицы, но и их агрегаты. Также происходит осаждение высокодисперсных частиц на крупных зернах, что может вызвать увеличение плотности контактных зон и прочности композиционного материала [1, 6].

Влияние таких агрегатов и отдельных частиц на технологические свойства сырьевых смесей, в том числе на способность к уплотнению, далеко не однозначны. При оценке зернового состава гипсовых сырьевых смесей методом седиментационного анализа часть агрегатов в составе смеси может распадаться, в то время как в условиях формирования структуры композита они играют немаловажную роль, создавая предпосылки для формирования максимального количества активных центров кристаллизации. Когезионное взаимодействие между крупными и мелкими частицами обуславливает образование в системе агрегатов кластерного типа [7]. Образовавшиеся кластеры, в свою очередь, могут образовывать фрактальную структуру. Оптимизированная система в результате образования значительного количества зазоров и щелей с отрицательной кривизной поверхности способствует повышению ее растворимости и эффективности протекания процессов (повышению скорости образования и увеличению площади контактов).

В целях установления взаимосвязи между структурообразующими факторами (степень пересыщения, плотность упаковки) и насыпной плотностью как количественной характеристикой технологических свойств гипсовой сырьевой смеси проводились исследования растворимости, плотности и прочности получаемых на ее основе прессованных композитов.

Исследования свойств дисперсных систем проводились с использованием порошков дигидрата сульфата кальция природного и техногенного генезиса различной степени измельчения с удельной поверхностью 667–1006 м²/кг, а также с использованием бидисперсных смесей на их основе. Удельную поверхность гипса

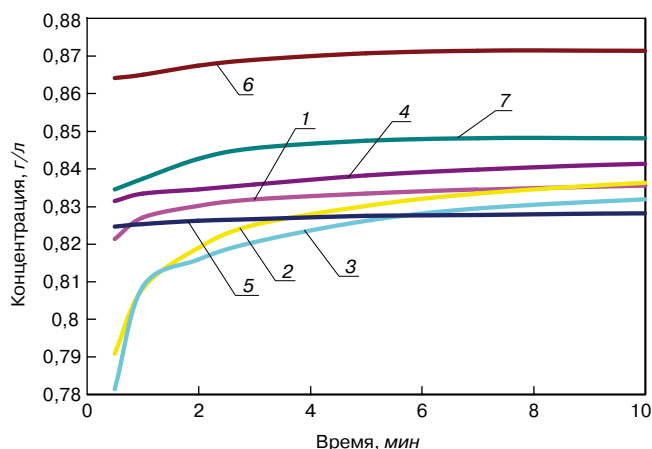


Рис. 1. Кинетика насыщения растворов порошков дигидрата сульфата кальция разной дисперсности: 1 – 667 м²/кг; 2 – 753 м²/кг; 3 – 847 м²/кг; 4 – 892 м²/кг; 5 – 919 м²/кг; 6 – 987 м²/кг; 7 – 1006 м²/кг

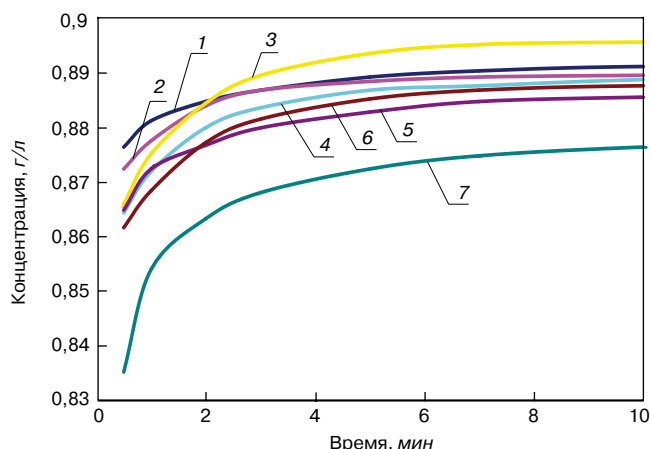


Рис. 2. Кинетика насыщения растворов бидисперсных смесей порошков дигидрата сульфата кальция с различным содержанием порошка более грубого помола: 1 – 0%; 2 – 15%; 3 – 30%; 4 – 45%; 5 – 60%; 6 – 75%; 7 – 100%

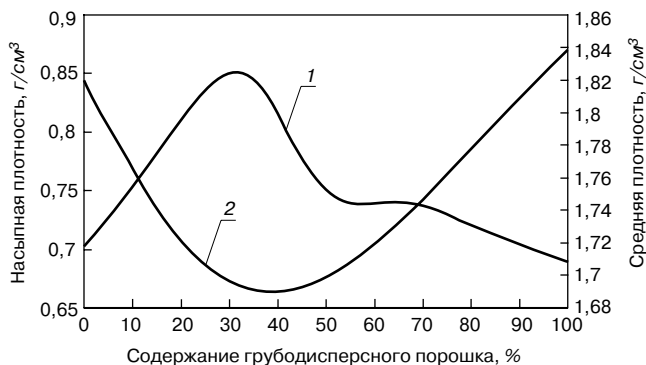


Рис. 3. Изменение насыпной плотности бидисперсной смеси порошков дигидрата сульфата кальция и средней плотности уплотненной смеси в зависимости от зернового состава: 1 – насыпная плотность дисперсной системы; 2 – средняя плотность дисперсной системы в уплотненном состоянии

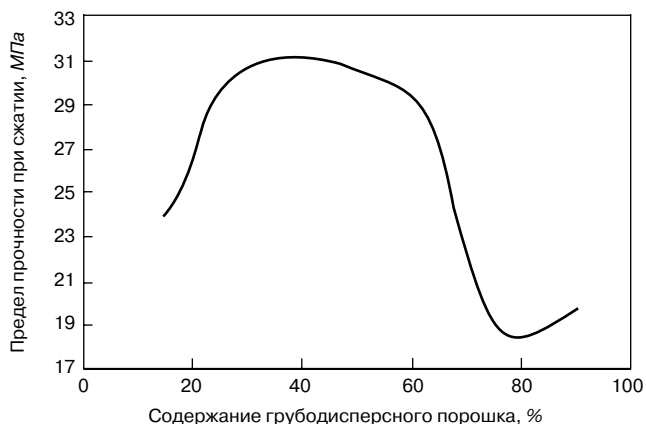


Рис. 4. Влияние зернового состава бидисперсной смеси порошков дигидрата сульфата кальция на прочность прессованных композитов

оценивали фильтрационным методом на приборе ПСХ-11. Растворимость определялась по величине электропроводности растворов с помощью кондуктометра «Мультитест КСЛ-101». Приготовление растворов из смесей производилось непосредственно перед началом опыта. Оценку влияния гранулометрического состава на физико-механические свойства прессованных гипсовых композитов проводили на образцах, изготовленных методом полусухого прессования и испытанных на 14-е сутки.

Растворимость порошков дигидрата изменяется непропорционально степени измельчения (рис. 1). С увеличением удельной поверхности порошков от 667 до 987 м²/кг растворимость возрастает. При дальнейшем увеличении удельной поверхности до 1006 м²/кг растворимость снижается, что обусловлено уменьшением количества дефектов на поверхности частиц.

Наибольшей растворимостью среди бидисперсных смесей обладает смесь, содержащая 30% порошка с удельной поверхностью 667 м²/кг (рис. 2). Как отдельные порошки, так и их смеси характеризуются одинаковой скоростью растворения (рис. 1, 2) и временем насыщения растворов при данных условиях.

Средняя плотность рыхлонасыпанных бидисперсных смесей зависит от процентного содержания отдельных порошков дигидрата. Максимальная плотность характерна для смесей с содержанием порошка более грубого помола в количестве 30%, что согласуется с полученными ранее результатами по растворимости (рис. 3).

Средняя плотность уплотненных порошков снижается при увеличении содержания порошка более грубого помола от 0 до 30%, что обеспечивает наиболее плотную упаковку дисперсной системы (рис. 3).

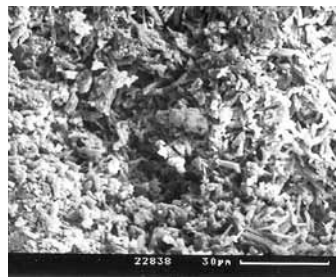


Рис. 5. Микроструктура прессованного композита на основе полидисперсного порошка дигидрата сульфата кальция

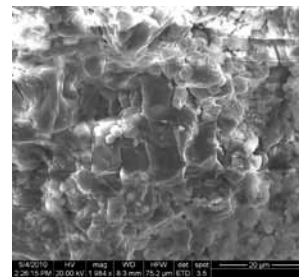


Рис. 6. Микроструктура прессованного композита на основе бинарной смеси порошков дигидрата сульфата кальция нормированного зернового состава

Исследования прочности композитов, получаемых на основе бидисперсных систем, показали наличие экстремума в области смесей с содержанием грубодисперсного порошка от 35 до 45% (рис. 4). При более плотной упаковке образуется большее количество активных центров кристаллизации за счет отрицательной кривизны в местах контактов частиц разного размера.

Исследования микроструктуры композитов на основе отдельного порошка (рис. 5) и бидисперсной смеси (рис. 6) подтверждают образование плотной структуры в случае использования оптимизированной бидисперсной системы (рис. 6).

Таким образом, проведенные исследования подтверждают возможность использования насыпной плотности сырьевой смеси для проектирования и оптимизации составов прессованных гипсовых композитов и изделий на их основе.

Ключевые слова: дигидрат сульфата кальция, гранулометрический состав, когезионное взаимодействие, фрактальная структура, насыпная плотность, прессованные композиты.

Список литературы

1. Белов В.В., Петропавловская В.Б., Новиченкова Т.Б. Регулирование свойств безобжиговых гипсовых материалов // Строительные материалы. 2008. № 8. С. 14–15.
2. Петропавловская В.Б., Белов В.В., Новиченкова Т.Б., Бурьянов А.Ф., Пустовгар А.П. Оптимизация внутренней структуры дисперсных систем негидратационного твердения // Строительные материалы. 2008. № 8. С. 14–15.
3. Белов В.В., Петропавловская В.Б., Новиченкова Т.Б. Каустифицированные гипсовые системы // Строительные материалы. 2009. № 6. С. 10–11.
4. Белов В.В., Бурьянов А.Ф., Петропавловская В.Б. Условия образования твердеющих кристаллизационных систем на основе порошков двухводного гипса // Строительные материалы. 2007. № 12. С. 46–47.
5. Petropavlovskaya V.B., Belov V.V., Buryanoff A.F., Novichenkova T.B. Die bildung der struktur in den systemenaufgrund des zweiwasseregipses // Die Materialien der internationalen Konferenz «WEIMARER GIPSTAGUNG». Weimar. 2011. S. 401–406.
6. Белов В.В., Смирнов М.А. Формирование оптимальной макроструктуры строительной смеси // Строительные материалы. 2009. № 9. С. 88–89.
7. Хамидулина Д.Д. Оценка фрактальной размерности песков // Строительные материалы. 2010. № 6. С. 48–49.
8. Бурьянов А.Ф., Петропавловская В.Б., Новиченкова Т.Б. Малоэнергоемкие гипсовые материалы и изделия на основе отходов промышленности // Строительные материалы. 2006. № 7. С. 16–17.

Д.Р. ХАЗЕЕВ, инженер (gism@istu.ru), А.Ф. ГОРДИНА, бакалавр, И.С. МАЕВА, канд. техн. наук, Г.И. ЯКОВЛЕВ, д-р техн. наук, Ижевский государственный технический университет; А.Ф. БУРЬЯНОВ, канд. техн. наук (rga-service@mail.ru), Московский государственный строительный университет

Влияние техногенных дисперсных отходов на структуру и свойства композитов на основе сульфата кальция

Промышленное производство стали и некоторых сплавов сопровождается выбросами в атмосферу значительных объемов тонкодисперсных отходов. Любое металлургическое производство сопровождается накоплением в циклонах металлургической пыли, диапазон частиц которой колеблется от нескольких сотен нанометров до нескольких десятков микрометров. Развитая поверхность этих частиц предопределяет их высокую активность в различных средах, включая сульфатные.

Существует целый спектр вяжущих на основе сульфатов кальция, обладающих рядом недостатков (низкая водостойкость, недостаточная прочность, высокая пористость), которые можно улучшить за счет применения тонкодисперсных модификаторов с высокоразвитой активной поверхностью.

Для модификации свойств вяжущих на основе сульфата кальция использовалась дисперсная металлургическая пыль (колошниковая пыль) с предприятия ОАО «Ижсталь» (Ижевск), отобранная из циклонов, и комплексная добавка, включающая ультрадисперсный микрокремнезем и многослойные углеродные нанотрубки. Металлургическая пыль представляет собой дисперсный порошок со средним размером частиц 8–9 мкм (рис. 1). Рентгенофазовый анализ металлурги-

ческой колошниковой пыли (рис. 2) показал, что наибольшие по интенсивности линии соответствуют Fe_2O_3 ($d_{\alpha} = 4,85; 2,96; 2,525; 1,70; 1,61; 1,48; 1,32; 1,27 \text{ \AA}$); присутствуют также NiO ($d_{\alpha} = 2,41; 2,08; 1,48 \text{ \AA}$) и CrO. В качестве примесей пыль содержит $MgSO_4$ и SiO_2 в количестве 2–3%.

В качестве активатора сульфата кальция использовался гидросульфит натрия, который в контакте с оксидами металлов образует сульфаты, в том числе сульфаты железа. Известно, что сульфаты железа являются хорошими активаторами гидратации; в связи с этим можно предполагать, что совместное введение сульфатного активатора, оксидов железа и никеля вследствие проявления синергетического эффекта способно привести к существенной активации гидратации вяжущих на основе сульфата кальция при приготовлении гипсовых и ангидритовых композиций.

Результаты механических испытаний композиций на основе тонкомолотого природного ангидрита Ергачевского месторождения (Пермский край) с добавлением металлургической пыли на различных активаторах твердения (портландцемент – 5%, гидросульфит натрия – 1%) приведены на рис. 3.

Из рис. 3 можно сделать вывод, что при сульфатной активации вяжущего в сочетании с металлургической пылью происходит увеличение прочности при сжатии образцов на 72%, а при щелочной активации – на 54% при оптимальном содержании металлургической в количестве 3% от массы вяжущего. Проведенные исследования показывают, что оптимальные показатели прочности образцов достигаются при введении в состав композиции 3% металлургической пыли. Значительное повышение прочности связано с образованием сульфата железа (III), являющегося сильнейшим активатором,

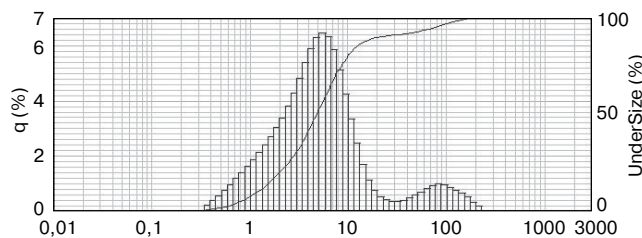


Рис. 1. Распределение частиц металлургической пыли по размерам

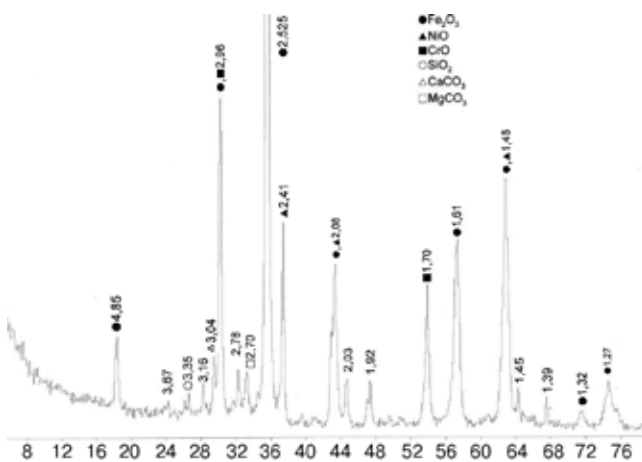


Рис. 2. Минералогический состав металлургической пыли

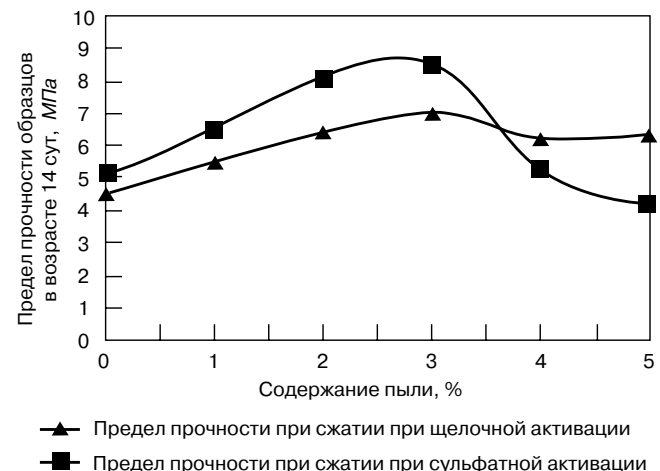


Рис. 3. Зависимость прочности ангидритовых композиций от различных активаторов (портландцемент и гидросульфит натрия)

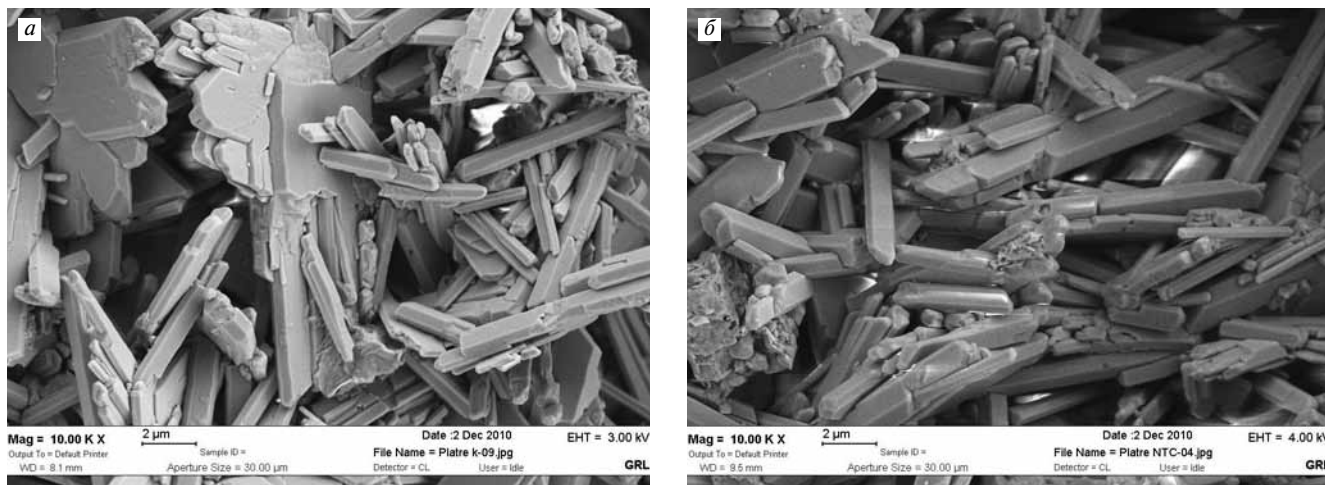


Рис. 4. Микроструктура образцов при 10000-кратном увеличении: а – контрольный образец; б – модифицированный образец УНТ+МК

который способствует повышению растворимости и увеличению концентрации раствора двуводного гипса в твердеющей композиции.

В то же время уровень дисперсности металлургической пыли не позволяет отнести ее к высокоактивным добавкам, к которым, как правило, относят ультра- и нанодисперсные системы [1, 2].

Известны работы, в которых приводятся результаты исследований по модификации вяжущих на основе сульфатов кальция ультрадисперсными добавками, например только углеродными нанотрубками [3] или только микрокремнеземом [4]. Известна работа, в которой описывается поведение двух этих добавок [5], за счет введения которых достигается синергетический эффект. Комплексная добавка, включающая микрокремнезем (МК-85 Липецкого металлургического комбината) и многослойные углеродные нанотрубки (корпорация Arkema) использовалась с учетом известных результатов исследований модификации вяжущего на основе полуводного сульфата кальция. Результаты испытаний образцов из такой композиции приведены в таблице.

Состав	R _{изгиб} , МПа	Приращение прочности, %	R _{сжатие} , МПа	Приращение прочности, %
Контрольный состав	2,254	0	7,64	0
Модифицированный состав	2,61	15,8	10,36	35,58

Анализ результатов испытаний показывает, что прирост прочности наблюдается при модификации гипса комплексной добавкой, содержащей микрокремнезем и многослойные углеродные нанотрубки. Кроме того, комплексная добавка улучшает показатели водопоглощения и коэффициента размягчения гипсовой композиции до 0,84.

Анализ микроструктуры модифицированной сульфатной матрицы с использованием комплексной добавки показал интенсификацию процесса структурообразования.

На снимках микроструктуры (рис. 4), полученных на растровом электронном микроскопе, видно, что модифицированный образец по сравнению с контрольным имеет более плотную и однородную структуру с меньшей пористостью.

При отсутствии добавок в составе гипсовой матрицы формируется неупорядоченная дефектная структура с крупными пластинчатыми кристаллами. Структура затвердевшего гипсового камня представляет собой удли-

ненные кристаллы дигидрата сульфата кальция, которые имеют малочисленные контакты с тенденцией к проскальзыванию и разрыву при небольших напряжениях, особенно при увлажнении. Полости между кристаллами ослабляют связи вследствие более интенсивного растворения кристаллогидратов, уменьшая прочность композиции. В конечном итоге такая структура приводит к снижению механических показателей.

При введении модифицирующей добавки формируется более однородная структура с более плотной упаковкой кристаллов, что обеспечивает гипсовой матрице повышение физико-механических показателей. Многослойные углеродные нанотрубки способствуют структурной ориентации гипсовой матрицы, благодаря чему образуются кристаллогидраты повышенной плотности.

Таким образом, металлургическая пыль может служить дополнительным источником активации ангидритового вяжущего, а применение комплексных добавок, сочетающих в себе нанодисперсные системы синтетического и техногенного происхождения, позволит улучшить физико-технические свойства изделий на основе двуводного гипса.

Ключевые слова: металлургическая пыль, микрокремнезем, углеродные нанотрубки, сульфат кальция, синергетический эффект, структура, комплексные добавки.

Список литературы

1. Metaxa Z.S., Konsta-Gdoutos M.S., Shah S.P. Carbon nanotubes reinforced concrete ACI Special Publications 267: Nanotechnology of concrete: The next big thing is small SP-267-2 (2009), pp. 11–20.
2. Токарев Ю.В., Яковлев Г.И. Влияние алюмосиликатных дисперсных наполнителей на свойства и структуру ангидритового вяжущего // Известия Казанского архитектурно-строительного университета. 2010. № 1. С. 357–363.
3. Яковлев Г.И., Первушин Г.Н., Маева И.С., Корженко А., Бурьянов А.Ф., Мачюлайтис Р. Модификация ангидритовых композиций углеродными нанотрубками // Строительные материалы. 2010. № 7. С. 2–4
4. Ефимов П.А., Пустовгар А.П. Добавка для модификации гипсовых вяжущих, строительных растворов и бетонов на их основе // Патент РФ № 2260572 от 20.09.2005.
5. Hongfu Z., Chen Z., Hangquan L., Zhongjie D. Fabrication of silica nanoparticles on the surface of functionalized multi-walled carbon nanotubes // Carbon Volume 49, ISSUE 1, P. 126–132.

А.Ю. ПАНФЕРОВА, инженер (morkva.86@mail.ru), М.С. ГАРКАВИ, доктор техн. наук, Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова

Модифицирование гипсовых систем малыми добавками полимеров

Расширение диапазона использования гипсовых строительных материалов и изделий на их основе связано с повышением их физико-механических характеристик. Известным способом улучшения этих свойств является модифицирование гипсовых материалов полимерными добавками, в качестве которых чаще всего применяются релаксационные полимерные порошки (РПП). При этом используется их высокая дозировка, как правило не менее 5–15% массы сухих компонентов, так как именно в этом случае образуется непрерывная полимерная фаза. Образование этой фазы и обуславливает повышение физико-механических и эксплуатационных свойств гипсополимерной композиции. Однако РПП являются и наиболее дорогостоящими компонентами композиции, поэтому представляет интерес исследование свойств гипсополимерной композиции с малым содержанием РПП – до 1% от массы гипсового вяжущего. В этом случае основную роль в формировании структуры и свойств получаемого гипсового материала играет минеральный компонент, а полимер выполняет именно модифицирующую функцию.

В качестве вяжущего использовался гипс строительный β -модификации марки Г4 производства Челябинского гипсового завода. Для модификации использованы дисперсионные латексные порошки марок DLP 110 и Daigen 1200 от 0,25 до 1% от массы вяжущего. Релаксационный полимерный порошок DLP 110 представляет собой сухой латекс на основе поливинилацетата и сополимеров его с этиленом винилверсататом, а Daigen 1200 – это сухой латекс на основе поливинилацетата без сополимеров.

Определение физико-механических свойств гипсового камня производилось после сушки до постоянной массы при температуре 60°C на образцах-балочках размером 40×40×160 мм, изготовленных из теста с В/Г=0,48, в которое с водой затворения вводились добавки в вышеуказанных дозировках. Прочностные свойства образцов приведены на рис. 1 и 2.

Из представленных данных следует, что при содержании в композиции полимера до 0,2% имеет место снижение прочностных показателей гипсового камня. Это явление может быть обусловлено несколькими факторами, основными из которых являются условия образования межчастичных контактов.

Как показано в работе [1], процесс образования контактов развивается на активных поверхностных центрах, на которых возникают контактные зародыши. Эти контактные зародыши превращаются в межчастичные контакты различной природы и прочности. Прочность межчастичных контактов и, следовательно, прочность гипсового камня определяется КПД превращения активных центров в контактные зародыши. Величина КПД превращения активных центров в контактные зародыши в значительной степени зависит от скорости этого процесса. При высокой скорости

возникновения контактных зародышей создаются неблагоприятные условия для их превращения в прочные контакты, так как при этом не все контактные зародыши успевают преобразоваться в полноценные контакты. По-видимому, малые дозировки полимера изменяют условия образования контактных зароды-

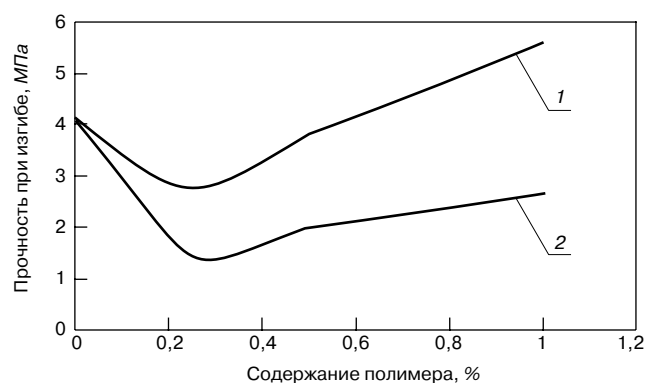


Рис. 1. Прочность при изгибе гипсового камня в сухом состоянии

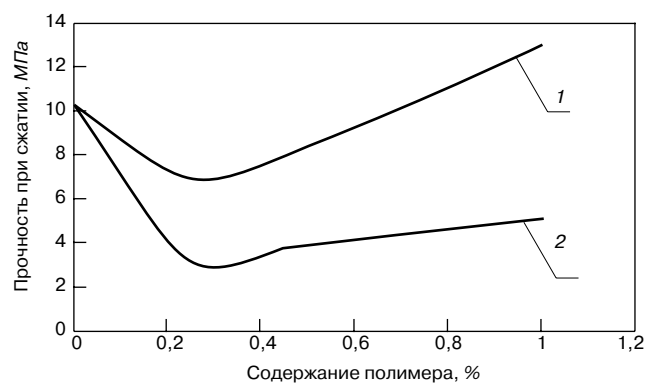


Рис. 2. Прочность при сжатии гипсового камня в сухом состоянии

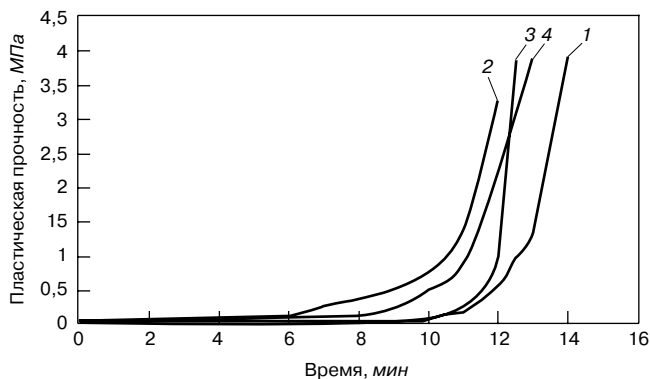


Рис. 3. Кинетика роста пластической прочности гипсовой дисперсии

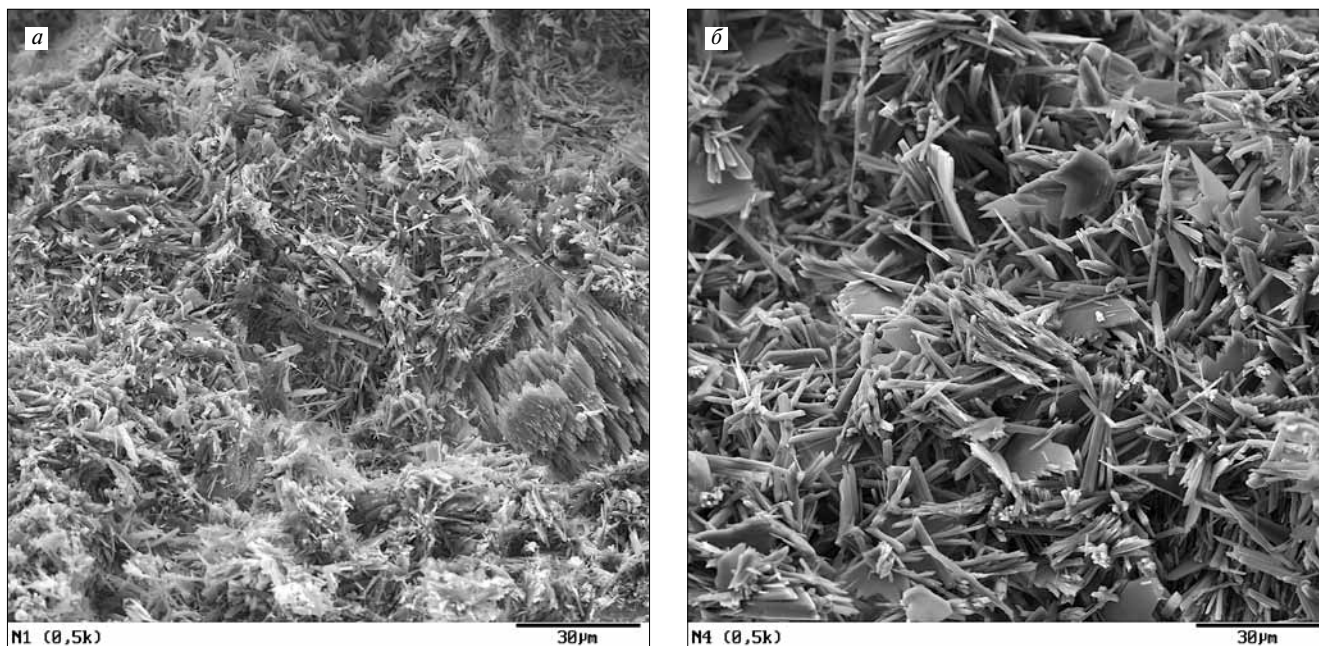


Рис. 4. Микроструктура гипсового камня: а – гипс без полимера; б – гипс + DLP 110

шей на активных поверхностных центрах. Изучение процесса структурообразования по кинетике изменения пластической прочности показало, что малые дозировки РПП ускоряют указанный процесс (рис. 3), причем с ростом дозировки полимера ускоряющий эффект снижается.

Следует отметить, что исследование гидратации гипсового вяжущего в присутствии полимера показало, что его малые дозировки не изменяют кинетики этого процесса, то есть действие полимера направлено на развитие структурообразования.

Увеличение дозировки полимера свыше 0,2% приводит к росту прочности гипсового камня, причем при использовании DLP 110 в количестве 0,5% достигается прочность, превышающая показатель бездобавочного камня. При применении Dairen 1200 такого повышения прочности не достигается, что может быть связано с природой данного полимера, который образует в вяжущей системе жесткую полимерную пленку.

Увеличение прочности гипсового камня обусловлено изменением условий образования межчастичных контактов. При твердении гипсовых вяжущих образуются конденсационные точечные контакты, имеющие высокую свободную поверхностную энергию [2]. На этих контактах и происходит адсорбция полимера и образование пленок, что приводит к релаксации напряжений и увеличению прочности контакта.

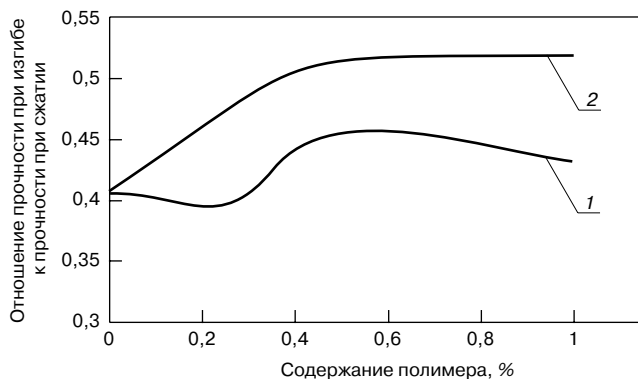


Рис. 5. Деформативные свойства гипсового камня: 1 – с DLP; 2 – с Dairen

Кроме того, при этом происходит упорядочение структуры гипсового камня (рис. 4) и увеличение ее термодинамической устойчивости [3], что также является фактором возрастания прочности искусственного камня.

Как показано в работе [4], снижение напряжений на контакте приводит к повышению деформативности гипсополимерного композита. Количественным показателем деформативных свойств гипсополимерного композиционного материала является величина отношения прочности при изгибе к прочности при сжатии (рис. 4). Как следует из приведенных данных, введение даже малого количества полимера улучшает деформативные свойства гипсового камня (рис. 5).

Таким образом, использование малых дозировок релаксируемых полимерных порошков является действенным средством увеличения физико-механических и деформативных свойств гипсовых изделий.

Ключевые слова: релаксируемые полимерные порошки, гипсовый камень, малые дозировки полимера.

Список литературы

1. Гаркави М.С., Фетисова Л.А., Шумова Л.В. Активация структурообразования при твердении вяжущих веществ // Достижения, проблемы и направления развития теории и практики строительного материаловедения. Материалы X Академических чтений РААСН. Казань, 2006. С. 144–145.
2. Цимерманис Л.-Х. Б., Гаркави М.С., Долженков А.В. Формирование структуры и схема структурных состояний твердеющей системы гипс-вода // Известия вузов. Строительство и архитектура. 1991. № 5. С. 144–145.
3. Колкатаева Н.А. Водостойкость гипсополимерных композиций // Современное состояние и перспективы развития строительного материаловедения. Материалы VII Академических чтений отделения строительных наук РААСН. Самара. 2004. 220 с.
4. Сивков С.П. Производство и применение релаксируемых полимерных порошков: современное состояние и перспективы развития // Сборник докладов III Международного совещания по химии и технологии цемента. Москва. 2009. С. 8–13.

Л.И. ДВОРКИН, д-р техн. наук, О.В. БЕЗУСЯК, канд. техн. наук,
И.В. КОВАЛЫК, инженер, Национальный университет водного хозяйства
и природопользования (Ровно, Украина)

Проектирование состава пеногипса

Пеногипс относится к эффективным строительным материалам. Он имеет низкую плотность и теплопроводность, высокую огнестойкость. Свойства пеногипса зависят от качественных и количественных показателей составляющих его материалов и добавок, а также от их соотношений. Обычно проектирование состава пеногипса проводят путем трудоемкого экспериментального подбора.

Для разработки расчетно-экспериментального метода проектирования состава пеногипса были проведены необходимые теоретические и экспериментальные исследования [1].

В качестве расчетной схемы (рис. 1) рассматривали массив, состоящий из гипсового камня и макропор, образованных пенной. В свою очередь, гипсовый камень включает дополнительно микропоры, образованные избыточной водой.

Прочность массива пеногипса пропорциональна минимальной активной (условно беспористой) площади поперечного сечения твердой фазы гипсового камня:

$$R_{пг} = \frac{P}{F} = \frac{R_{т.ф} F_{т.ф}}{F} = \frac{R_{т.ф} (F - F_{пор})}{F}, \quad (1)$$

где P – несущая способность массива пеногипса, МН; F – площадь поперечного сечения массива пеногипса, м²; $R_{т.ф}$ – прочность твердой фазы гипсового камня, МПа; $F_{т.ф}$ – минимальная активная площадь поперечного сечения твердой фазы гипсового камня в массиве пеногипса, м²; $F_{пор}$ – суммарная площадь микро- и макропор в поперечном сечении массива пеногипса.

Выразив площадь микропор через пористость гипсового камня, образуемую избыточной водой $\Pi_{г.к}$, площадь макропор через пористость пеногипса, образуемую пеной $\Pi_{пг}$, уравнение (1) приведем к виду [2]:

$$R_{пг} = R_{т.ф} \left(1 - A_{г.к} (\Pi_{г.к})^{2/3}\right) \cdot \left(1 - A_{пг} (\Pi_{пг})^{2/3}\right), \quad (2)$$

где $A_{г.к}$ – коэффициент, учитывающий особенности порового пространства гипсового камня (равномерность распределения пор, их размеры, форму и др.); $A_{пг}$ – коэффициент, учитывающий особенности порового пространства пеногипса.

Прочность пеногипса также можно выразить через отношение плотностей исходных фаз:

$$R_{пг} = R_{т.ф} \left(1 - A_{г.к} \left(1 - \frac{\rho_{г.к}}{\rho_0}\right)^{2/3}\right) \cdot \left(1 - A_{пг} \left(1 - \frac{\rho_{пг}}{\rho_{г.к}}\right)^{2/3}\right), \quad (3)$$

где $\rho_{г.к}$ – плотность гипсового камня, г/см³; ρ_0 – плотность твердой фазы гипсового камня, $\rho_0 \approx 2,3$ г/см³ [3]; $\rho_{пг}$ – плотность пеногипса, г/см³.

Расчетные параметры, которые необходимы при использовании формулы (3), приведены в табл. 1.

В соответствии с полученными экспериментальными данными при применении строительного гипса марок Г-2–10 и синтетического пенообразователя на основе высокомолекулярного олефинсульфоната – Hostapur OSB, $A_{г.к} \approx A_{пг} \approx 1,27$, пеногипс получали методом сухой минерализации пены [4].

Согласно уравнению (3) построены графики зависимости прочности пеногипса при сжатии при различных

Таблица 1

Показатели	Единицы измерения	Значение
Прочность твердой фазы гипсового камня	МПа	$R_{т.ф} = R_a A_R A_{ПАВ}$
Плотность гипсового камня	г/см ³	$\rho_{г.к} = A_x / (1/\rho_{г.в} + B/\Gamma)$
Плотность пеногипса	кг/м ³	$\rho_{пг} = m_{пг} / V_{пг}$
Масса пеногипса	кг	$m_{пг} = \Gamma(A_x + Q/\Gamma)$
Объем пеногипса (пеногипсовой смеси)	м ³	$V_{пг} = \Gamma(1/\rho_{г.в} + B/\Gamma + Q/\Gamma + 1000V_{пор.с}/\Gamma)/1000$
Объем пор в пеногипсе	м ³	$V_{пор} = 1675m_p / m_{р(пг.с)} \sigma_{пг.с} V_{р(пг.с)} C_{пг.с}$
Масса раствора пены	кг	$m_p = \Gamma(B/\Gamma + Q/\Gamma)$
Масса раствора пеногипсовой смеси	кг	$m_{р(пг.с)} = \Gamma(1 + B/\Gamma + Q/\Gamma)$
Поверхностное натяжение воды в пеногипсовой смеси	Н/м	$\sigma_{пг.с} = (72,8 - 3,96m_p / m_{р(пг.с)}) \ln(1 + 3,25^{14} C_{пг.с}) / 1000$
Объем раствора пеногипсовой смеси	м ³	$V_{р(пг.с)} = \Gamma(1/\rho_{г.в} + B/\Gamma + Q/\Gamma)/1000$
Концентрация ПАВ в пеногипсовой смеси	%	$C_{пг.с} = 100Q/\Gamma(1 + B/\Gamma + Q/\Gamma)$
Коэффициент (для синтетического пенообразователя)		$A_{ПАВ} = 1 - 1,7 \cdot 10^3 Q/\Gamma + 8,4 \cdot 10^5 (Q/\Gamma)^2$

Примечания. R_a – прочность гипсового вяжущего при сжатии через 2 ч, МПа, при стандартном испытании; A_R – коэффициент, учитывающий переход от образцов призм 40×40×160 мм к образцам-кубикам 100×100×100 мм после высушивания, $A_R \approx 8,1$; $A_{ПАВ}$ – коэффициент, учитывающий уменьшение прочности гипсового камня в результате влияния пенообразующего ПАВ; A_x – коэффициент, учитывающий массу воды, которая вступила в химическую реакцию (зависит от особенностей гипсового вяжущего и условий прохождения реакции гидратации), определяется опытным путем, $A_x \approx 1,17$; Γ – масса гипсового вяжущего, кг; Q – масса пенообразующего ПАВ на сухое вещество, кг; B – расход воды, л.

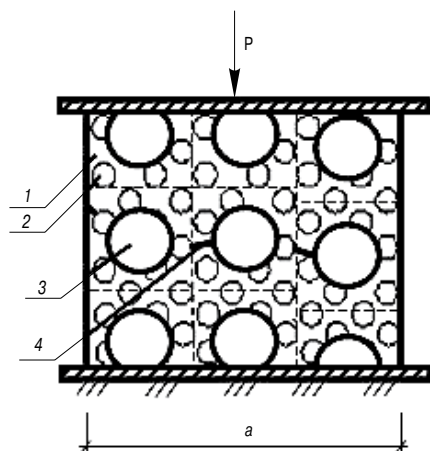


Рис. 1. Расчетная схема массива пеногипса: 1 – твердая фаза гипсового камня; 2 – микропора в гипсовом камне, образованная избыточной водой; 3 – макропора, образованная пеной; 4 – возможная поверхность разрушения массива пеногипса; a – размер массива пеногипса

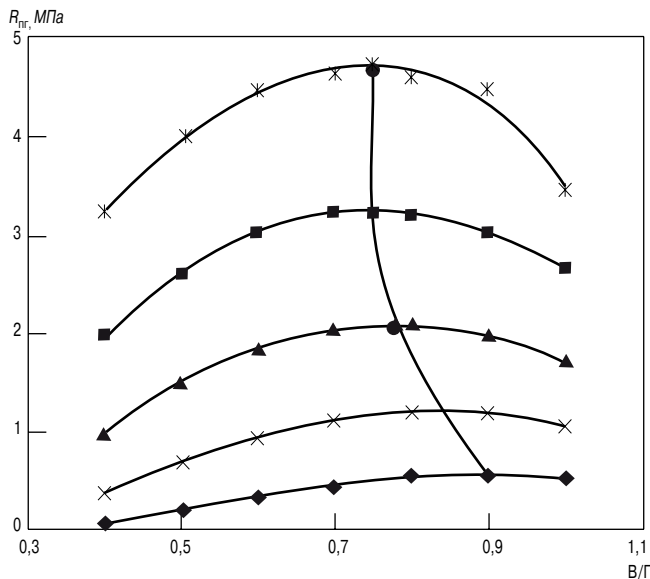


Рис. 2. Графики зависимости $R_{пр}$ от V/G и $\rho_{пр}$: \blacklozenge – $\rho_{пр}=500$ кг/м³; \times – $\rho_{пр}=600$ кг/м³; \blacktriangle – 700 кг/м³; \blacksquare – 800 кг/м³; \times – 900 кг/м³; \bullet – по уравнению (6)

значениях плотности и использовании гипсового вяжущего с прочностью $R_a = 2–10$ МПа. На рис. 2, 3 в качестве примеров приведены графики зависимости прочности пеногипса различной плотности от V/G и Q/G при использовании гипсового вяжущего с прочностью $R_a = 6$ МПа.

Анализ графиков на рис. 2, 3 показывает, что максимальному значению прочности для определенной плотности пеногипса отвечают оптимальные значения V/G и Q/G . Согласно графикам рис. 2, 3 прочность пеногипса более чувствительна к изменению Q/G , чем V/G .

Оптимальные значения V/G и Q/G при использовании гипсовых вяжущих различной прочности в зависимости от плотности пеногипса можно определить из соответствующих расчетных выражений:

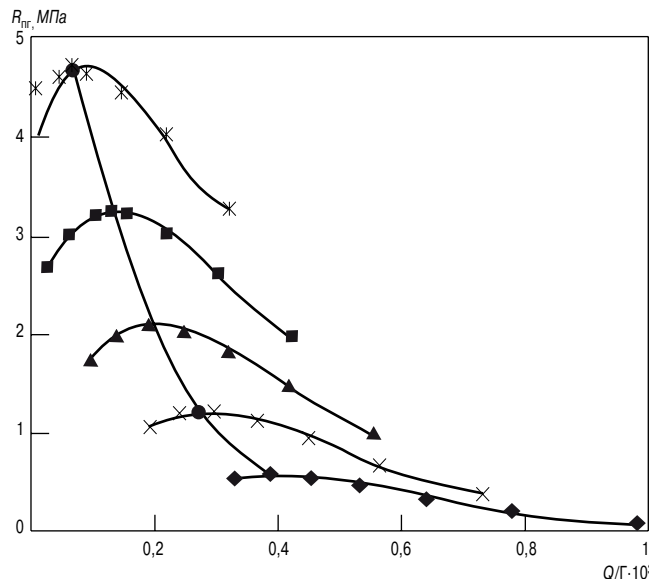


Рис. 3. Графики зависимости $R_{пр}$ от Q/G и $\rho_{пр}$: \blacklozenge – $\rho_{пр}=500$ кг/м³; \times – $\rho_{пр}=600$ кг/м³; \blacktriangle – 700 кг/м³; \blacksquare – 800 кг/м³; \times – 900 кг/м³; \bullet – по уравнению (7)

$$R_a = 2 \text{ МПа}, \quad V/G = 1,513 - 1,65 \cdot 10^{-3} \rho_{пр} - 0,929 \cdot 10^{-6} \rho_{пр}^2, \\ Q/G = 1,627 - 3,042 \cdot 10^{-3} \rho_{пр} + 1,459 \cdot 10^{-6} \rho_{пр}^2; \quad (4)$$

$$R_a = 6 \text{ МПа}, \quad V/G = 1,581 - 1,89 \cdot 10^{-3} \rho_{пр} + 1,071 \cdot 10^{-6} \rho_{пр}^2, \\ Q/G = 1,119 - 1,851 \cdot 10^{-3} \rho_{пр} + 0,759 \cdot 10^{-6} \rho_{пр}^2; \quad (5)$$

$$R_a = 10 \text{ МПа}, \quad V/G = 1,634 - 2,11 \cdot 10^{-3} \rho_{пр} - 1,214 \cdot 10^{-6} \rho_{пр}^2, \\ Q/G = 0,918 - 1,438 \cdot 10^{-3} \rho_{пр} + 0,55 \cdot 10^{-6} \rho_{пр}^2. \quad (6)$$

Выполненные исследования и полученные формулы (4)–(6) дают возможность также рассчитать оптимальные значения V/G и Q/G , обеспечивающие максимальную прочность пеногипса заданной плотности при использовании гипсовых вяжущих различной прочности. Для получения соответствующих уравнений $V/G = f(\rho_{пр}; R_a)$ и $Q/G = f(\rho_{пр}; R_a)$ применили метод математического планирования. В соответствии с условиями планирования по трехуровневому плану для $k=2$ (табл. 2) определены расчетные значения V/G , Q/G и $R_{пр}$ (табл. 3) и получены уравнения регрессии [5]:

$$V/G = 1,588 - 1,845 \cdot 10^{-3} \rho_{пр} - 1,5 \cdot 10^{-3} R_a + \\ + 1,075 \cdot 10^{-6} \rho_{пр}^2 - 7,5 \cdot 10^{-6} \rho_{пр} R_a; \quad (7)$$

Таблица 2

Факторы		Уровни варьирования			Интервал варьирования
натуральный вид	кодированный вид	-1	0	+1	
Плотность пеногипса $\rho_{пр}$, кг/м ³	X_1	500	700	900	200
Прочность гипсового вяжущего при сжатии через 2 ч, R_a , МПа	X_2	2	6	10	4

Таблица 3

№	Кодированные значения факторов		Натуральные значения факторов		Выходные параметры		
	X_1	X_2	$\rho_{пр}$, кг/м ³	R_a , МПа	V/G , по моделям (4)–(6)	$Q/G \cdot 10^3$, по моделям (4)–(6)	$R_{пр}$, МПа, по уравнению (3)
1	1	1	900	10	0,718	0,07	7,276
2	1	-1	900	2	0,781	0,071	1,349
3	-1	1	500	10	0,882	0,337	1,031
4	-1	-1	500	2	0,921	0,471	0,139
5	1	0	900	6	0,747	0,069	4,265
6	-1	0	500	6	0,903	0,384	0,542
7	0	1	700	10	0,752	0,182	3,459
8	0	-1	700	2	0,813	0,213	0,618
9	0	0	700	6	0,783	0,196	1,955
10	0	0	700	6	0,783	0,196	1,955
11	0	0	700	6	0,783	0,196	1,955

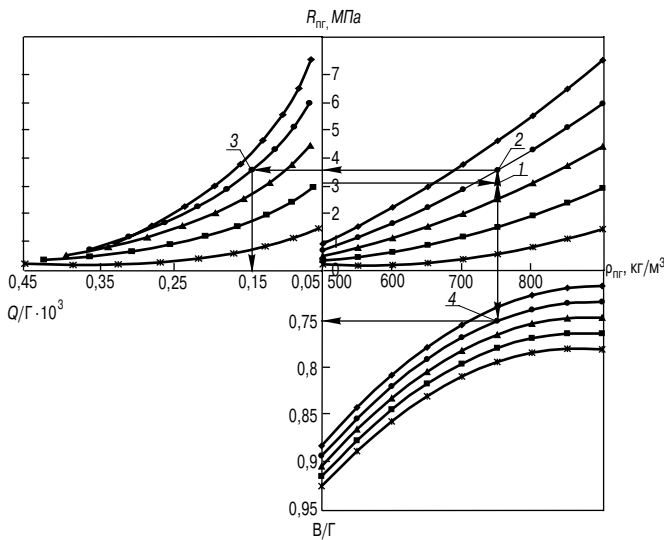


Рис. 4. Номограмма определения В/Г и Q/Г для проектирования пеногипса: ◆ – $R_a=10$ МПа; ● – $R_a=8$ МПа; ▲ – $R_a=6$ МПа; ■ – $R_a=4$ МПа; × – $R_a=2$ МПа

$$Q/G = 1,411 - 2,328 \cdot 10^{-3} \rho_{пр} - 31,38 \cdot 10^{-3} R_a + 0,9 \cdot 10^{-6} \rho_{пр}^2 - 0,375 \cdot 10^{-3} R_a^2 + 41,25 \cdot 10^{-6} \rho_{пр} R_a; \quad (8)$$

$$R_{пр} = 5,022 - 0,01511 \rho_{пр} - 0,74638 R_a + 0,0107 \cdot 10^{-3} \rho_{пр}^2 + 3,938 \cdot 10^{-3} R_a^2 + 1,5738 \cdot 10^{-3} \rho_{пр} R_a. \quad (9)$$

На основе полученных уравнений построена номограмма (рис. 4), которая дает возможность по заданным значениям плотности и прочности пеногипса определить необходимую марку гипсового вяжущего, оптимальные значения В/Г и Q/Г и ожидаемую прочность пеногипса.

Например, при заданной плотности $\rho_{пр} = 750$ кг/м³ и прочности пеногипса $R_{пр} = 3$ МПа требуется определить оптимальные значения В/Г и Q/Г.

По номограмме (рис. 4) на графиках $R_{пр} = f(\rho_{пр}, R_a)$ находим точку пересечения 1, отвечающую заданной плотности и прочности пеногипса. Эта точка показывает, что для обеспечения необходимой прочности прочность гипсового вяжущего должна быть не менее 7,2 МПа. Принимаем ближайшую марку гипсового вяжущего Г-8 ($R_a = 8$ МПа), что отвечает точке 2. По точке 2 на графиках $Q/G = f(R_{пр}, R_a)$ находим точку пересечения 3 с $R_a = 8$ МПа. Ордината точки 3 отвечает искомому значению $Q/G = 0,14 \cdot 10^{-3}$. Далее, по точке 2 на графиках $V/G = f(\rho_{пр}, R_a)$ находим точку пересечения 4 с $R_a = 8$ МПа. Ордината точки 4 отвечает искомому значению $V/G = 0,75$. Ордината точки 2 также отвечает прочности пеногипса при принятых В/Г, Q/Г, R_a и составляет $R_{пр} = 3,4$ МПа. Таким образом, при проектировании оптимального состава пеногипсовой смеси при заданных значениях плотности и прочности пеногипса необходимо принять $V/G = 0,75$ и $Q/G = 0,14 \cdot 10^{-3}$.

Выполненные экспериментально-теоретические исследования дают возможность предложить расчетно-экспериментальный метод проектирования состава пеногипса при использовании гипсовых вяжущих различной прочности.

Задача проектирования состава пеногипса состоит в определении при заданных значениях плотности и прочности материала необходимой марки и массы гипсового вяжущего, расхода воды и синтетического пенообразующего ПАВ на 1 м³.

В случае, когда за счет изменения прочности гипсового вяжущего получить пеногипс с заданными показателями невозможно, необходимо рассматривать воз-

можность улучшения свойств пеногипса за счет использования гипсоцементно-пуццолановых, композиционных, гипсополимерных вяжущих и других технологических приемов.

На основе выполненных исследований получены расчетные зависимости для определения оптимальных значений В/Г, Q/Г и $R_{пр}$ для пеногипса различной плотности и прочности гипсовых вяжущих. Построена номограмма, позволяющая при заданных показателях качества пеногипса определить необходимую марку гипсового вяжущего и оптимальные значения В/Г, Q/Г и $R_{пр}$.

Ключевые слова: состав пеногипса, прочность пеногипса, плотность пеногипса, макропоры пеногипса, микропоры гипсового камня.

Список литературы

1. Дворкин Л.И., Безусьяк А.В., Ковалык И.В. Расчет искусственного гипсового камня: В сб. науч. раб. «Гидромелиорация и гидротехническое строительство» Вып. 34. Ровно: НУВХП, 2009. С. 361–367.
2. Дворкин Л.И., Безусьяк А.В., Ковалык И.В. Проектирование пены при получении поризованных материалов // Популярное бетоноведение. 2010. № 4. С. 40–46.
3. Пащенко А.А., Сербин В.П., Старчевская Е.А. Вяжущие материалы. Киев: Вища школа, 1985. 440 с.
4. Меркин А.П. Пенобетоны «сухой минерализации» для монолитного домостроения // Известия вузов. Строительство. 1993. № 9. С. 56–58.
5. Рекомендации по применению методов математического планирования эксперимента в технологии бетона. М.: НИИЖБ Госстроя СССР, 1982. 103 с.

Организатор: Первое выставочное объединение

При поддержке: [Логотипы]

СТРОИТЕЛЬСТВО 2011
ВЫСТАВКА-ФОРУМ

9–11 АВГУСТА
г. Челябинск

ДЕНЬ СТРОИТЕЛЯ
ТОРЖЕСТВЕННЫЙ ПРИЕМ В ЧЕСТЬ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ПРАЗДНИКА

Выставка-форум «Строительство-2011» продемонстрирует достижения всех участников строительного процесса - от стадии научных разработок до внедрения их на производстве, от проектных решений и производства строительных материалов до готовых объектов.

Основные разделы выставки:

- Наука в строительстве
- Инженерные сети: водо-, тепло-, газо-, электроснабжение
- Вентиляция, кондиционирование
- Оборудование зданий и сооружений
- Дорожное строительство
- Строительно-дорожная техника
- Современные ресурсосберегающие технологии и материалы в строительстве
- Экология в строительстве
- Автоматизация в строительстве и эксплуатации жилья
- Инвестиционные и инновационные проекты
- Зодчество и архитектура

При поддержке Министерства строительства, инфраструктуры и дорожного хозяйства Челябинской области, ЮУТПП, НП «СРО строительных компаний Южного Урала и Сибири».
Место проведения: г. Челябинск, Дворец спорта «Юность», Свердловский пр. 51
Тел.: (351) 231-37-41, www.pvo74.ru

Е.Е. ШАМИС, доктор-инженер, Технический университет Молдовы (Кишинев);
 М.И. ХОЛДАЕВА, канд. техн. наук, Одесская государственная академия строительства
 и архитектуры; В.Д. ИВАНОВ, д-р техн. наук, П.Ф. КОЛТУК,
 В.А. ЮРКОВ, инженеры, Технический университет Молдовы (Кишинев)

Резервы инновационного развития гипсовой подотрасли промышленности строительных материалов

Известные плюсы и минусы свойств гипсовых изделий устойчиво определили на сегодня сферы их рационального применения в строительстве.

Что касается технологии изготовления таких изделий, то и здесь прекрасное качество быстрого схватывания и твердения затмевает недостатки, которые со временем становятся более ощутимыми. К ним следует отнести непомерно большой расход воды для обеспечения удобоукладываемости гипсовой смеси (практически в 3,5 раза выше, чем необходимо для его нормальной гидратации). Это технологическое противоречие сказывается и в дальнейшем, так как излишнюю воду приходится удалять, что вызывает или значительный расход тепловой энергии, или необходимость увеличения производственных площадей для естественной сушки. И то и другое требует немалых затрат. В экологическом отношении также никаких послаблений в снижении потребления водных и энергетических ресурсов не ожидается, но уже в настоящее время они относятся к дефицитным и дорогостоящим.

В комплексе мер по ресурсосбережению снижение энергозатрат должно достигаться не только в производстве, но и в эксплуатации, т. е. сами гипсовые изделия должны быть трансформированы к решению задач по повышению энергоэффективности строительных объектов. В этом плане представляется интересной разработка технологии гипсополистиролбетона – композиционного материала на основе гипса и вспученного полистирола, выполненная в ОГАСА [1, 2, 3]. Применение в качестве легкого заполнителя гранул вспененного полистирола позволяет снизить среднюю плотность материала, улучшить его теплозащитные и звукоизоляционные свойства, экономить вяжущее.

В отличие от технологии с использованием минеральных заполнителей дозировка пенополистирола (ППС) задается не по массе, а по объему. Таким образом, можно точно установить объем пор и благодаря этому плотность гипсополистиролбетона. Влияние рецептурно-технологических факторов на физико-механические характеристики таких сложных многокомпонентных систем, как легкие бетоны с пенополистирольным заполнителем, можно наиболее продуктивно исследовать методами экспериментально-статистического моделирования на основе планирования экспериментов, что и было выполнено в работе.

Одновременно изучалась возможность использования в качестве легкого заполнителя вспученного вермикулита. Вермикулит обладает рядом положительных качеств – низкой теплопроводностью, высокой огнестой-

костью и хорошим звукопоглощением. Это обуславливает эффективность применения вермикулита. Поскольку и полистирол, и вермикулит имеют хорошие технические свойства, в настоящем исследовании была поставлена задача системного выбора одного из них в качестве заполнителя для гипсобетона.

Результаты испытаний показали, что введение полистирола в гипсовую смесь с объемным содержанием его до 80% позволяет снизить коэффициент теплопроводности на 15%: $\lambda=0,184$ Вт/(м·К) по сравнению с использованием вермикулита с таким же объемным содержанием: $\lambda=0,212$ Вт/(м·К). Кроме того, средняя плотность материала с использованием вермикулита больше на 16% ($\rho=789$ кг/м³) по сравнению с образцами, в которых в качестве заполнителя использовался пенополистирол ($\rho=667$ кг/м³). При этом прочность при сжатии обоих видов бетонов одинакова: $R_{сж} = 3,4$ МПа. Отсюда можно сделать вывод: ППС в качестве заполнителя для теплоизоляционного гипсобетона более эффективен, чем вермикулит.

Основной технологической проблемой при использовании полистиролбетона является расслаивание смеси. Эта задача обычно решается введением в состав смеси кремнеземистого наполнителя малой плотности – микросферы (МКС). Этим можно существенно снизить среднюю плотность, но повысить прочность полистиролбетона. При замене вяжущего кремнеземистым наполнителем в количестве 5–10% по объему прочность гипсополистиролбетона возрастает на 20–22% по сравнению с контрольными образцами без кремнеземистого наполнителя [1]. При дальнейшем увеличении содержания наполнителя прочность полистиролбетона падает.

Естественно, возникает вопрос о совместимости полистирольных гранул и гипса во времени, ибо такие гранулы явно менее долговечны, чем гипс. Однако с технологических позиций предложение можно рассматривать как метод образования замкнутых пустот в материале, что, несомненно, имеет право на существование.

Одним из важнейших направлений расширения области распространения гипсовых материалов в строительстве являются технологии изделий из ВГВ (водостойких гипсовых вяжущих) – гипсоцементно-пуццолановое (ГЦПВ) и композитное гипсовое вяжущие (КГВ) [4, 5, 6]. ГЦПВ, разработанное в 50-х гг. А.В. Волженским и его сотрудниками, стало основой для значительного расширения области использования гипсовых вяжущих в строительной отрасли экономики. Фактически это был инновационный прорыв в гипсовых технологиях.

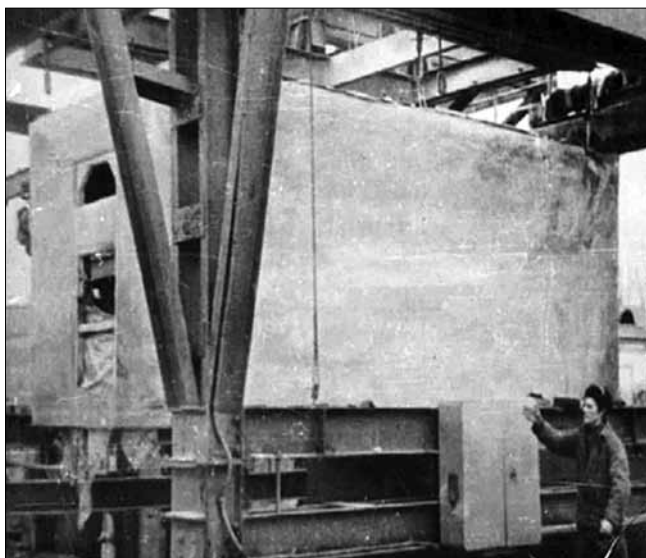


Рис. 1. Распалубка формы, выполненная менее чем через час после заливки

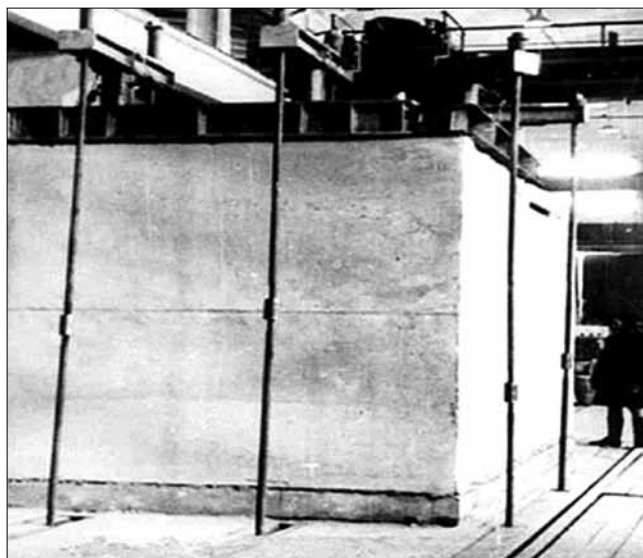


Рис. 2. Блок на испытательном стенде

Особенно удачным оказалось их применение в индустриальном домостроении, в частности для изготовления объемных блоков санузлов и инженерных коммуникаций. Впервые опытно-промышленное производство этих изделий было организовано в 1961 г. на Кишиневском заводе ЖБИ-1 [4, 7]. И в наше время такие блоки серийно выпускают в Москве для массового строительства в мегаполисе, а также в других регионах страны.

На основе опыта разработки объемных блоков санузлов на ГЦПВ возникло предложение о распространении его на производство блоков больших размеров. Такие элементы можно было бы успешно использовать в индустриальном строительстве малоэтажных и многоэтажных каркасных зданий [8].

Дело в том, что в наиболее перспективном направлении индустриального домостроения из объемных блоков в качестве основного материала применялся медленно твердеющий портландцементный бетон. Как ни пытались ускорить процесс, но на практике оборот громоздких тяжелых форм блоков составлял не более одного в сутки. Чем больше навешивали на этих монстров всевозможных агрегатов с целью увеличения оборачиваемости формовочных машин, тем затратнее становилось производство.

В начале 1970-х гг. в Киеве (НИИСК Госстроя СССР) с участием ряда организаций были изготовлены объемные блок-комнаты (рис. 1) размерами в плане 3×6 м из керамзитобетона на ГЦПВ с прочностью при сжатии 3,5 МПа. Испытания объемных блоков на прочность (рис. 2) – они выдержали 100 т при сжатии по контуру блока – огнестойкость, транспортабельность прошли успешно. В конце 1980-х гг. руководство Молдавии решило подготовить и начать серийное производство подобных объемных блоков в республике. К сожалению, из-за начавшихся социально-экономических преобразований этот замысел не был тогда реализован.

Существующие дома ветшают, так что приходится строить, причем не только эксклюзивные коттеджи, а нормальные добротные дома различной этажности. По мнению авторов, придется вернуться к индустриальным методам, конечно, на современной основе, и, несомненно, с использованием ВГВ [8, 9].

Серьезным резервом инновационного развития гипсовой суботрасли могут стать методы активации строительных смесей на ВГВ. С 1990-х гг. нами проводились такие разработки на ГЦПВ, а затем и на других минеральных вяжущих.

В качестве основного направления отработывалась идея активации смесей на основе управляемой кавитации в технологическом процессе производства изделий на ГЦПВ. Унифицированный технологический модуль первого поколения (УТМ-1) разработан и испытан в конце 1990-х гг. в составе опытно-промышленной технологической линии в Москве (рис. 3) [9]. Результаты положительные. Например, прочность при сжатии материала на ГЦПВ превысила на 70% марочную прочность самого вяжущего – 100 МПа.

Как известно, источником всех полей, которые наблюдаются в природе, являются их единичные носители – элементарные частицы. У них есть не только независимое свойство, но и электрический заряд. Этим зарядам соответствует порождаемое ими электромагнитное поле, которое действует только на них. Масса порождает свое поле – гравитационное. Есть и третий независимый параметр – спин (квантовый аналог углового момента вращения), который порождает свое поле, называемое торсионным. Торсионное поле является самостоятельным, и его наличие определяется только вращением и не зависит ни от массы, ни от заряда. Это самостоятельный физический фактор в природе.

Воздействие торсионными излучениями на воду и компоненты бетона приводит к тому, что жидкость проявляет себя как спиновая система, которая становится упорядоченной, т. е. происходит спиновая поляризация, а это вызывает увеличение плотности и пластичности материалов.

Понятие «кавитация» как термин было принято в конце XIX в. Название произошло от латинского *cavitas* – замкнутая полость. В потоке жидкости вокруг вращающихся деталей образуются микропузырьки – каверны, оседающие на их плоскостях. При достижении определенной скорости потока они схлопываются. В схлопывающемся пузырьке давление превышает 1000 атм при одновременном значительном повышении температуры. Стальная поверхность агрегатов после этого напоминает кожу человека, переболевшего оспой. Ядрами кавитации – зародышами пузырьков могут быть твердые частицы, газовые микропузырьки. Твердыми частицами становятся слипающиеся элементы гидратированного вяжущего. Кавитация такого рода становится полезным явлением, полностью используя все свойства применяемого вяжущего, а это уменьшает его общий расход и резко увеличивает проч-



Рис. 3. Технологическая линия по производству гипсовых стеновых материалов с модулем УТМ-1 (Москва, 90-е гг.): 1 – смеситель-активатор; 2 – самоходный бетоноукладчик; 3 – формы



Рис. 4. Унифицированный технологический модуль УТМ-2 (Кишинев, 2010 г.): 1 – ворошитель сухих компонентов в расходных бункерах; 2 – бункеры для заполнителей; 3 – бункер вяжущего; 4 – смеситель-активатор вяжущего и воды; 5 – смеситель активированного заполнителя с водовяжущей смесью

ностные показатели. Управляя способностью разрушать материал в зоне кавитации – ее агрессивностью – путем регулирования режимов перемешивания компонентов, удалось получить ожидаемые положительные результаты.

Технологические процессы в этом производстве протекают на молекулярном уровне.

В настоящее время разработан и испытывается модуль второго поколения УТМ-2 (рис. 4). Он рассчитан на работу с любыми видами минеральных вяжущих и их композиций, в том числе с гипсовыми. В его конструкции предусмотрены агрегаты управляемой кавитации и торсионного излучения для активации гипсобетонной смеси.

Мелкие заполнители активируют предварительно путем измельчения 25–65% их до удельной поверхности 2500–3500 см²/г, а водная смесь вяжущего изготавливается отдельно непосредственно в модуле. Затем в едином непрерывном технологическом процессе производится их смешивание. Годовая производственная мощность такой машины с одним смесительным агрегатом составляет 30 тыс. м³ строительной смеси, что подтверждено на практике, как и рост прочностных показателей материалов (подобно данным по УТМ-1). Уже первые результаты подтвердили правильность расчетов и перспективность направления. В частности, работая с портландцементом марки 400 и гранулированным доменным шлаком, получен материал с прочностью при сжатии 50 МПа при средней плотности 1950 кг/м³, т. е. выше марочной плотности цемента. Испытания УТМ-2 продолжаются в плановом порядке.

Полагаем, что реализуемый сейчас метод активации физическими методами формовочных смесей, включая гипсовые, может стать основой для инновационного развития производства гипсовых материалов и изделий.

Резюмируя изложенное, можно выделить следующие основные направления инновационного развития гипсовой подотрасли промстройматериалов:

- использование легких заполнителей в составе формовочных смесей по изложенной методике;
- применение ВГВ в смесях для изготовления промышленных объемно-блочных строительных изделий для зданий массовой застройки, прежде всего социального жилья;
- активация формовочных смесей с использованием физических методов – торсионных излучений и управляемой кавитации.

Список литературы

1. Керш В.Я., Холдаева М.И. Совершенствование структуры и теплозащитных свойств полистиролбетона / Международный сб. научных трудов «Прогрессивные материалы и технологии в современном строительстве». Новосибирск: 2007–2008. С.177–179.
2. Керш В.Я., Холдаева М.И., Штець А.В. Математическое моделирование и оптимизация свойств легких бетонов с полистирольным заполнителем // Будівельні матеріали, виробі та санітарна техніка. – ТОВ «Знання» України. 2010. № 36. С. 17–21.
3. Керш В.Я., Холдаева М.И., Штець А.В. Структура и свойства бетонов на сверхлегких заполнителях // Вісник ОДАБА. Одеса: «Місто майстрів», 2009. Вип. № 35. С. 176–181.
4. Волженский А.В., Роговой М.И., Стамбулко В.И. Гипсоцементные и гипсошлаковые вяжущие и изделия. М.: Госстройиздат, 1960. 168 с.
5. Волженский А.В., Стамбулко В.И., Ферронская А.В. Гипсоцементно-пуццолановые вяжущие, бетоны и изделия. М.: Стройиздат, 1971. 318 с.
6. Волженский А.В., Ферронская А.В. Гипсовые вяжущие и изделия (технология, свойства, применение). М.: Стройиздат, 1974. 328 с.
7. Шамис Е.Е. Объемные элементы на основе гипсоцементно-пуццолановых вяжущих // Строительные материалы. 1964. №5. С. 34–35.
8. Шамис Е.Е. Объемно-блочное домостроение с применением быстротвердеющих материалов. Кишинев: Картя Молдовеняскэ. 1971. 107 с.
9. Шамис Е.Е. Строительство XXI – инновационные идеи совершенствования промышленных методов. Кишинев: Tehnica-Info, 2010. 262 с.

СПЕЦИАЛЬНОЕ КОНСТРУКТОРСКОЕ БЮРО
СКБ СТРОЙПРИБОР
ПРИБОРЫ НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ



тел/факс в Челябинске: (351) 790-16-13, 790-16-85, 796-64-14
 в Москве: (495) 964-95-63, 220-38-58
 e-mail: stroypribor@chel.surnet.ru
 www.stroypribor.ru

Реклама

ИЗМЕРИТЕЛИ ПРОЧНОСТИ БЕТОНА, КИРПИЧА

ИПС-МГ4.01 / ИПС-МГ4.03
ударно-импульсный

автоматическая обработка измерений



диапазон 3...100 МПа

УКС-МГ4 / УКС-МГ4 С
ультразвуковой

поверхностное и сквозное прозвучивание



частота 60...70 кГц
диапазон 10...2000 мкс

ПОС-50МГ4 / ПОС-50МГ4 Д /
ПОС-50МГ4 "Скол"

отрыв со скалыванием и скалывание ребра

предельное усилие 60 кН
диапазон 5...100 МПа



ПОС-2МГ4 П

испытание прочности ячеистых бетонов



предельное усилие вырыва 2,5 кН

ПЛОТНОМЕРЫ ГРУНТОВ ДИНАМИЧЕСКИЕ
ПДУ-МГ4 "Удар"

и ПДУ-МГ4 "Импульс"

определение динамического модуля упругости грунтов и оснований дорог методом штампа,

диапазон: 5...370 МН/м² ("Удар")
5...300 МН/м² ("Импульс")



Прессы испытательные малогабаритные

ПГМ-100МГ4 / ПГМ-500МГ4 / ПГМ-1000МГ4

с гидравлическим приводом для испытания бетона, асфальтобетона, кирпича

■ предельная нагрузка 100 / 500 / 1000 кН
■ масса 70 / 120 / 180 кг



ПМ-1МГ4 / ПМ-2МГ4 / ПМ-3МГ4 / ПМ-5МГ4 / ПМ-10МГ4

с ручным / электрическим приводом для испытания утеплителей на изгиб и сжатие при 10% линейной деформации

■ предельная нагрузка 1 / 2 / 3 / 5 / 10 кН
■ масса 20 / 25 кг

ПСО-10МГ4 КЛ

испытание прочности сцепления в каменной кладке

предельное усилие отрыва 15 кН



АДГЕЗИМЕТРЫ

ПСО-МГ4

испытание прочности сцепления покрытия с основанием

предельная нагрузка 1 / 2,5 / 5 / 10 кН



ИЗМЕРИТЕЛИ ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ

ИТП-МГ4 "100" / "250" / "Зонд"

стационарный и зондовый режимы



диапазон 0,02...1,5 Вт/м·К

АНЕМОМЕТРЫ, ГИГРОМЕТРЫ

ИСП-МГ4 / ИСП-МГ4.01
анемометр-термометр

диапазон 0,1...20 (1...30) м/с
-30...+100 °С



ТГЦ-МГ4 / ТГЦ-МГ4.01
термогигрометр

диапазон 0...99,9 % / -30...+85 °С



ИЗМЕРИТЕЛИ ПЛОТНОСТИ ТЕПЛОВЫХ ПОТОКОВ И ТЕМПЕРАТУРЫ

ИТП-МГ4.03 "Поток"

3...5, 10 и 100-канальные регистраторы

диапазон 10...999 Вт/м²
-40...+70 °С



ИЗМЕРИТЕЛИ ВЛАЖНОСТИ

ВЛАГОМЕР-МГ4

для измерения влажности бетона, сыпучих, древесины
диапазон 1...45 %



ИЗМЕРИТЕЛИ ТОЛЩИНЫ ЗАЩИТНОГО СЛОЯ БЕТОНА

ИПА-МГ4

диаметр контролируемой арматуры 3...40 мм
диапазон измерения защитного слоя 3...140 мм



ТЕРМОМЕТРЫ

ТМР-МГ4 / ТЦЗ-МГ4 / ТЦЗ-МГ4.01

модульные регистрирующие для зимнего бетонирования и пропарочных камер (до 20 модулей в комплекте)
зондовые / контактные
1...2-канальные
диапазон -40...+100 / 250 °С



ИЗМЕРИТЕЛИ СИЛЫ НАТЯЖЕНИЯ АРМАТУРЫ

ДО-40 / 60 / 80МГ4

метод поперечной оттяжки

диапазон контролируемых усилий 2...120 кН

диаметр арматуры 3...12 мм



ИЗМЕРИТЕЛИ НАПРЯЖЕНИЙ В АРМАТУРЕ

ЭИН-МГ4

частотный метод

диаметр арматуры 3...32 мм

диапазон 100...1800 МПа



ПРОИЗВОДИМ: ИЗМЕРИТЕЛИ ВИБРАЦИИ, МОРОЗОСТОЙКОСТИ, ТОЛЩИНОМЕРЫ, ГИДРОСТАТИЧЕСКИЕ ВЕСЫ И ДР.

Комфорт достигим!

Монтируйте основание пола из КНАУФ-суперлистов

Что делать, если в помещении пол не на одном уровне или плиты перекрытия уложены с таким перепадом высот, что они вряд ли выдержат традиционную стяжку? Ответ прост: надо монтировать сборное основание пола из КНАУФ-суперлистов. Это быстро, комфортно и с участием только сухих технологий!

Элементы пола КНАУФ-суперпол – это половины малоформатных КНАУФ-суперлистов, склеенные в заводских условиях между собой попарно с некоторым смещением. Форма получившегося изделия позволяет быстро и без ошибок собирать основание пола. Из-за небольшой массы они применяются при устройстве полов в условиях ограниченных нагрузок на перекрытие и несущие конструкции здания. Такие основания пола монтируются легко и очень быстро, наиболее предпочтительны при сжатых сроках отделочных работ и незаменимы в построчных условиях, исключающих мокрые процессы. Во влажных помещениях (ванных, душевых и др.) швы, открытые торцы и поверхность листов тщательно гидроизолируются.

Специалистами группы КНАУФ СНГ разработаны две системы устройства сборных оснований пола из КНАУФ-суперлистов: ОП 131 «КНАУФ-суперпол. Сборное основание из элементов пола» и ОП 135 «Сборное основание из малоформатных КНАУФ-суперлистов влагостойких». Обе могут с успехом применяться в помещениях жилых, офисных и административных зданий для формирования ровного основания, улучшения тепло- и звукоизоляционных качеств пола. Получившаяся поверхность предназначена для укладки любого напольного покрытия, паркета, ламината, плитки, линолеума и др.

Подготовительные работы

До начала производства работ по монтажу сборного основания пола необходимо очистить несущее основание, заделать стыки между элементами перекрытия и в местах его примыкания к ограждающим конструкциям.

Перед началом монтажа детали стяжки (элементы пола) должны быть доставлены в монтажную зону для адаптации к температурно-влажностным построчным условиям.

Монтаж сборных оснований пола

1. Нанесение геодезического уровня осуществляется путем выноса геодезической отметки этажа на ограждающие конструкции монтажных зон при помощи лазерного нивелира (гидравлического уровня) для привязки к нему проектных уровней слоев конструкций пола.
2. Для устройства разделительного слоя по бетонному основанию настилается полиэтиленовая пленка толщиной 0,1–0,2 мм с нахлестом соседних полотен не менее 200 мм. Края пленки выводятся на ограждающие конструкции выше уровня стяжки.
3. Кромочная лента устанавливается на разделительный слой по периметру примыкания сборного основания пола к ограждающим конструкциям. Она должна отделять как стяжку, так и подложку сборного основания от ограждающих конструкций.
4. Сухую засыпку укладывают по всей поверхности перекрытия слоем, толщина которого определяется проектом. Минимально допустимый слой засыпки 20 мм.
5. При толщине засыпки более 50 мм, а также в местах примыканий она уплотняется.
6. Нивелирование сухой засыпки производят при помощи комплекта из двух направляющих и одной нивелирующей рейки начиная от стены, противоположной дверному проему.
7. До начала монтажа элементов пола фальцы, примыкающие к ограждающим конструкциям, удаляют.
8. Укладку элементов пола начинают от стены с дверным проемом справа налево. На подложку из сухой засыпки для передвижения по ней встраиваются островки из фрагментов гипсоволокнистых листов размером не менее 50×50 см.
9. Элементы пола крепятся между собой путем последовательного нанесения двух полос клеящей мастики на фальцы уложенных элементов пола с их последующим свинчиванием.
10. Крепление деталей стяжки между собой осуществляется винтами для ГВЛ длиной 19 мм с шагом не более 300 мм под нагрузкой веса монтажника в местах винтовых соединений.
11. Крепежные винты должны входить в детали стяжки под прямым углом. Головки винтов необходимо утапливать на глубину около 1 мм.
12. Заделка стыков деталей стяжки и мест установки винтов производится по необходимости в зависимости от характера покрытия пола. Под покрытия из линолеума с подосновой, ковролина, поливинилхлоридных плиток и т. п. заделка осуществляется шпаклевочными составами КНАУФ – Фуген ГВ или Унифлот с последующим шлифованием и обработкой грунтовкой КНАУФ-Тифенгрунд.



Х. ВЕТЕГРОВЕ, руководитель направления гипсовых технологий компании Claudius Peters Projects GmbH (Германия)

Современный гипсовый завод Saint-Gobain (BPB) Davillia

На протяжении многих лет компания BPB Plc Group, входящая в настоящее время в группу компаний Saint-Gobain, была активным игроком на рынке гипса и гипсокартонных листов в Италии, используя различные технологии обработки гипса на своем производстве в Montiglio и Casola Valsenio. Для закрепления положения



Рис. 1. Гипсовый завод BPB Davillia

на рынке Средиземноморья, Центральной и Южной Италии компания BPB решила построить новый завод BPB Davillia s.r.l. (теперь Saint-Gobain) около города Termoli.

Завод был организован для производства гипсокартонных листов, составов для оштукатуривания стен и других готовых гипсовых материалов (рис. 1). Для изготовления гипсового вяжущего и дальнейшего его использования в производстве гипсокартона, а также для получения многофазного гипса для сухих штукатурных смесей были выбраны системы помола и кальцинации Claudius Peters, спроектированные для работы с природным гипсом местных гипсовых карьеров.

Основные характеристики гипсового завода BPB Davillia

Производство гипсокартонных листов, млн м ² /год	25
штукатурных сухих строительных смесей и других конечных продуктов, т/год	200000
Производительность систем кальцинации гипсового вяжущего, т/ч	30
многофазный гипс, т/ч	23

Проект «в чистом поле»

Для производства 25 млн м²/год гипсокартонных листов была спроектирована линия кальцинации с использованием мельницы кальцинации гипса EM59-585 Claudius Peters производительностью по гипсовому вяжущему 30 т/ч.

Также для выпуска штукатурных составов параллельно установлена линия выпуска многофазного гипса производительностью 23 т/ч, в основе которой мельница кальцинации EM 47-568 Claudius Peters с дополнительным блоком flash-кальцинатора для высокотемпературного обжига гипса.

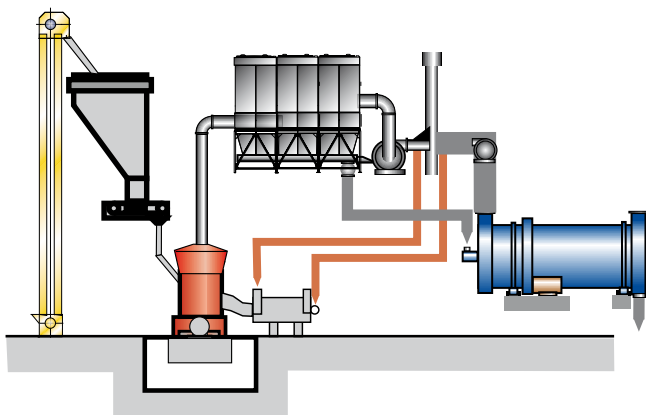


Рис. 2. Схема кальцинации строительного гипса с вертикальной мельницей тарельчато-шарового типа



Рис. 3. Генератор горячих газов и главный вентилятор



Рис. 4. Цепной скребковый питатель

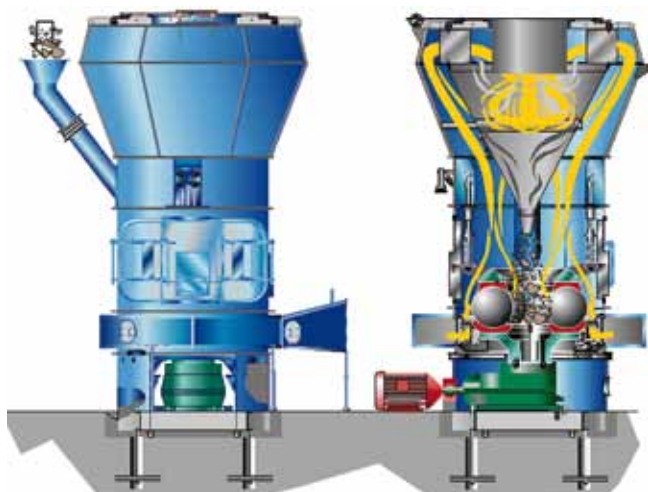


Рис. 5. Принцип работы вертикальной мельницы тарельчато-шарового типа

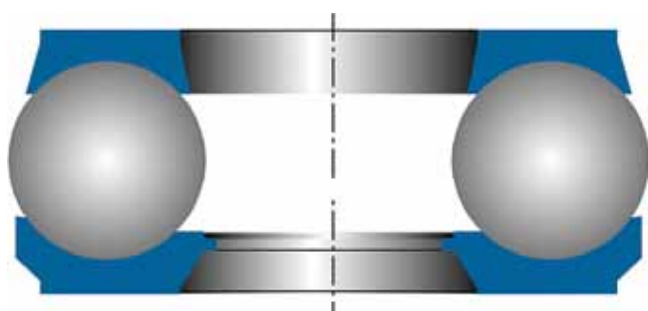


Рис. 6. Помольный механизм



Рис. 7. Мельница EM 59-585

Тендер на установку полного комплекта оборудования был выигран компанией Claudius Peters как проект «под ключ» для поставки и монтажа оборудования от силоса гипсового камня до выхода продукта из охладителя. Компания Claudius Peters уже выполняла ранее заказы компании ВРВ. Объединив большой опыт в гипсовой промышленности со специальными требованиями компании ВРВ, компания Claudius Peters смогла предложить наилучшее технологическое и коммерческое решение и создать установку мирового класса.

Система кальцинации строительного гипса

Для обслуживания гипсокартонного производства завод в Termoli был оснащен стандартной системой

кальцинации гипса Claudius Peters с использованием вертикальной мельницы тарельчато-шарового типа (рис. 2). Мельницы EM установлены на более чем 100 гипсовых заводах и хорошо известны как обжиговое оборудование для гипсового производства. Такой опыт позволяет соответствовать современному уровню развития техники в области помола и кальцинации.

В мельнице EM как в единой установке осуществляются процессы помола, сушки, кальцинации и сепарации. Вспомогательное оборудование требуется для генерации горячего газа (рис. 3), отделения продукта из воздушного потока системы (фильтр) и перекачки воздушного потока по всему контуру установки (рис. 3). Исполнение мельницы рассчитано на температуру горячего газа на входе до 650°C, что позволяет

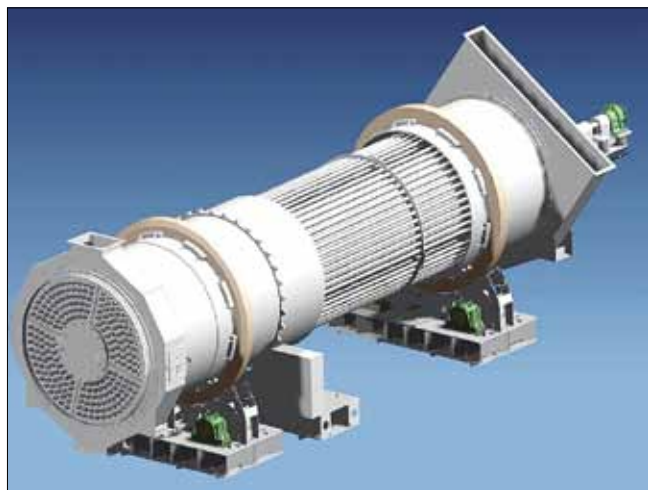


Рис. 8. Вращающийся барабанный охладитель Claudius Peters типоразмера 290





Рис. 9. Мельница EM 47-568

использовать небольшие объемы воздушного потока и способствует достижению высокой энергоэффективности при эксплуатации. Высокий тепловой КПД также достигается рециркуляцией отработанного газа к генератору горячих газов. Кроме того, рециркуляция обеспечивает оптимальные для материала условия окружающей воздушной среды с необходимым содержанием водяного пара для получения продукта высокого качества. Благодаря принципу прямой кальцинации качество производимого строительного гипса соответствует выдвинутым требованиям, например высокой однородности и коротким срокам схватывания, которые необходимы для производства гипсокартонных листов.

Система кальцинации оснащена цепным скребковым питателем (рис. 4), осуществляющим постоянную дозированную подачу гипсового камня в мельницу. Камень через тещку поступает в мельницу, попадая на вращающуюся тарелку в центре помольного механизма (рис. 5). Помольный механизм состоит из пяти мелющих шаров, располагающихся между верхними и нижними мелющими кольцами (рис. 6). Измельчение гипса происходит под воздействием мелющих шаров во время его движения к внешней части помольного механизма, достигнув которого материал попадает в поток горячих газов, выдуваемых через сопловое кольцо. Горячий газ поднимает измельченные частички в верхнюю часть мельницы к встроенному сепаратору, высушивая и кальцинируя при этом гипс. Статический сепаратор отлично разделяет гипс по тонкости помола для гипсокартонного производства. Тонкоизмельченные частички выходят из сепаратора в потоке горячих газов, а крупка сепарируется и возвращается назад на помольную тарелку. Мельница не имеет каких-либо внутренних подшипников или мест смазки и требует только не-

большого технического обслуживания, которое выполняется обслуживающим персоналом.

Благодаря совмещению помола, сушки, кальцинации и сепарации высокопроизводительная установка (рис. 7) очень компактна, что помимо экономии места также минимизирует строительные затраты.

После кальцинации и отделения от потока горячих газов в фильтре строительный гипс проходит через вращающийся барабанный охладитель Claudius Peters типоразмера 290 (рис. 8). В барабанном охладителе происходит снижение температуры гипсового вяжущего от температуры кальцинации 150°C до 80°C. Кроме того, эта высокоэффективная система непрямого охлаждения используется одновременно для предварительного нагрева воздуха сгорания для генератора горячих газов, повышая тем самым тепловую эффективность системы в целом.



Рис. 10. Flash-кальцинатор высокотемпературного обжига

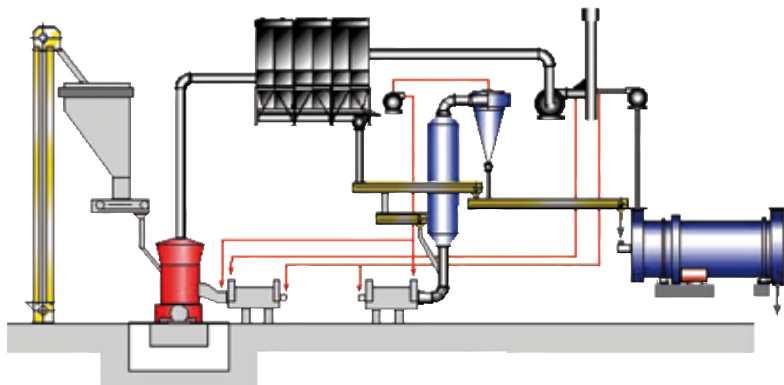


Рис. 11. Схема кальцинации многофазного гипса



Рис. 12. Генератор горячих газов с различными рециркуляционными газовыми потоками

Системы кальцинации многофазного гипса

Компания ВРВ имеет большую историю производства строительного гипса в Италии. При этом основным компонентом для производства стеновых штукатурных составов является многофазный строительный гипс. Для достижения проектной производительности 23 т/ч была выбрана мельница EM 47-568 (рис. 9), которая работает совместно с flash-кальцинатором высокотемпературного обжига (рис. 10).

На этой производственной линии система кальцинации мельницы EM работает схожим образом со стандартной системой кальцинации строительного гипса. Отличие заключается в более низкой температуре процесса, в результате чего происходит только частичная кальцинация гипса с получением так называемого частично кальцинированного низкообжигового гипса.

Часть низкообжигового гипса дозированно подается в трубу flash-кальцинатора для последующей кальцинации при температурах до 500°C, в результате чего образуется ангидрит АП, используемый в дальнейшем для получения многофазного гипса. Материал, прошедший высокотемпературный обжиг, затем отделяется в циклоне. Все отходящие газы установки высокотемпературного обжига возвращаются в системы кальцинации (рис. 11, 12) для достижения оптимальной тепловой эффективности.

Высокообжиговый гипс и оставшийся низкообжиговый гипс подаются в шнековый смеситель для получения многофазного гипса. В смесителе теплота высокообжигового гипса завершает кальцинацию оставшегося дигидрата низкообжигового гипса, после чего материал охлаждается во вращающемся барабанном охладителе

Claudius Peters типоразмера 290, который также одновременно используется для предварительного нагрева воздуха горения.

Высокое качество стенового штукатурного состава на гипсовой основе обеспечивается строгим контролем температуры кальцинации и дозированием подачи материала в трубу высокотемпературного обжига и в смеситель. Максимальная рециркуляция газа минимизирует тепловые потери и обеспечивает оптимальные эксплуатационные характеристики и высокую эффективность установки.

Реализация проекта

Исполнение контракта от инжиниринговых работ до монтажа и пуска в эксплуатацию прошло в тесном взаимодействии компании Claudius Peters с компаниями ВРВ Инжиниринг и ВРВ Италия. Это позволило достигнуть на всех стадиях реализации проекта высоких, соответствующих самому современному уровню развития техники результатов. Общее потребление топлива снизилось примерно на 20%, а общее потребление электроэнергии примерно на 21% относительно контрактных показателей.

Полностью автоматизированная система требует минимального присутствия персонала и обеспечивает необходимое качество продукта для эффективного производства легких гипсокартонных листов, а также готовых сухих строительных смесей с высокими характеристиками для машинного нанесения. Все это позволяет заводу Davillia поставлять востребованный продукт высокого качества и с низкими ценами на конкурентный рынок.

Представительство Claudius Peters в РФ и СНГ



CLAUDIUS PETERS
TECHNOLOGIES

119313, Москва,
Ленинский проспект, д. 95 а, оф. 628, 627

Тел.: (495) 936-26-91, (499) 132 48 01

Факс: +7(495) 936-26-40

E-mail: walter.telle@claudiuspeters.ru

www.claudiuspeters.com

Веймарская гипсовая конференция

Международная гипсовая конференция состоялась 30–31 марта 2011 г. в немецком городе Веймаре. Организаторами конференции выступили Веймарский строительный университет (Bauhaus-Universität Weimar) и F.A. Finger-Institut für Baustoffkunde.

Культурная столица Европы город Веймар уже в течение многих лет по праву считается одним из центров строительной науки. С 1964 г. здесь проводится международная конференция по строительным материалам IBAUSIL, которая собирает сотни ученых и специалистов из десятков стран мира.

По инициативе проф. Х.-М. Людвига и д-ра Х.-Б. Фишера в конце марта 2011 г. состоялась I Веймарская международная гипсовая конференция.

В работе конференции приняли участие более 120 представителей из 15 стран. Генеральным спонсором этого мероприятия выступила ведущая мировая компания по производству гипсовых материалов и изделий фирма KNAUF.

За два дня работы конференции было заслушано 40 докладов и сообщений, посвященных исследованиям в области производства и применения гипсовых материалов в различных областях. Организация конференции отличалась немецкой точностью и пунктуальностью. Доклады, сообщения, перерывы следовали по точно указанному в программе расписанию.

В российскую делегацию гипсовиков входили представители МГСУ (канд. техн. наук А.Ф. Бурьянов), Тверского ГТУ (канд. техн. наук В.Б. Петропавловская, аспирант Т.Б. Новиченкова), Старооскольского технологического института НИТУ МИСиС (канд. техн. наук Ю.Г. Лосев), Казанского ГАСУ (аспирант А.Р. Гайфуллин) и др.

В Германии очень много внимания уделяется реставрации и реконструкции старинных зданий и сооружений различного назначения. Вопросам разработки составов, материалов, технологий и оборудования для этих целей было посвящено много интересных сообщений. Кроме того, во время экскурсии по городу участникам конференции были показаны восстановленные объекты, при реставрации которых использованы составы на основе гипсовых и ангидридовых вяжущих.

Веймарский строительный университет является членом Российской гипсовой ассоциации. Свидетельство члена ассоциации доктору Х.-Б. Фишеру вручил исполнительный директор ассоциации А.Ф. Бурьянов.

Во время торжественного ужина в день открытия конференции д-ру Х.-Б. Фишеру был вручен диплом Почетного профессора Ташкентского архитектурно-строительного института.

Для участников конференции была организована экскурсия на гипсовый завод фирмы SHG, где можно было увидеть современное производство различных гипсовых вяжущих и широкой номенклатуры сухих гипсовых смесей различного назначения.

Кроме того, участники конференции могли ознакомиться с прекрасным городом-музеем Веймаром, прогуляться по его улочкам, паркам, скверам.

Веймарская гипсовая конференция позволила ученым и специалистам многих стран обменяться результатами научных исследований.

Следующая встреча гипсовиков состоится в начале сентября 2012 г. в России, в Перми на VI Международной конференции «Повышение эффективности производства и применения гипсовых материалов и изделий».



Во время работы конференции



Экскурсия на гипсовый завод



Знакомство с опытом реставрации старинных зданий

А.Ф. Бурьянов



Проф. Х.-М. Людвиг, директор F.A. Finger-Institut für Baustoffkunde



Вручение свидетельства Российской гипсовой ассоциации



Проф. А.А. Тулаганов, Ташкентский АСИ



Доктор Х.-Б. Фишер Почетный профессор Ташкентского АСИ

Специальная модификация для суперустойчивости к сползанию

гидроксиэтилцеллюлоза
гидроксипропилметилцеллюлоза

гидроксиэтилметилцеллюлоза
метилцеллюлоза
карбоксиметилцеллюлоза

HEC

MP

MAT

ME

MET

MC



РОССИЯ

УКРАИНА

БЕЛАРУСЬ

КАЗАХСТАН

Штукатурка гипсовая
ручная, машинная

Адгезивы
цементные

Клеи для фасадного утепления

Новые марки MAT, MET:

- улучшенное открытое время - до 35 мин.,
- стойкость к сползанию для тяжелой плитки,
- использование при высокой и низкой температуре



Группа компаний
«Единая Торговая Система»

Тел. +7 812 703 103 5

www.utsrus.com

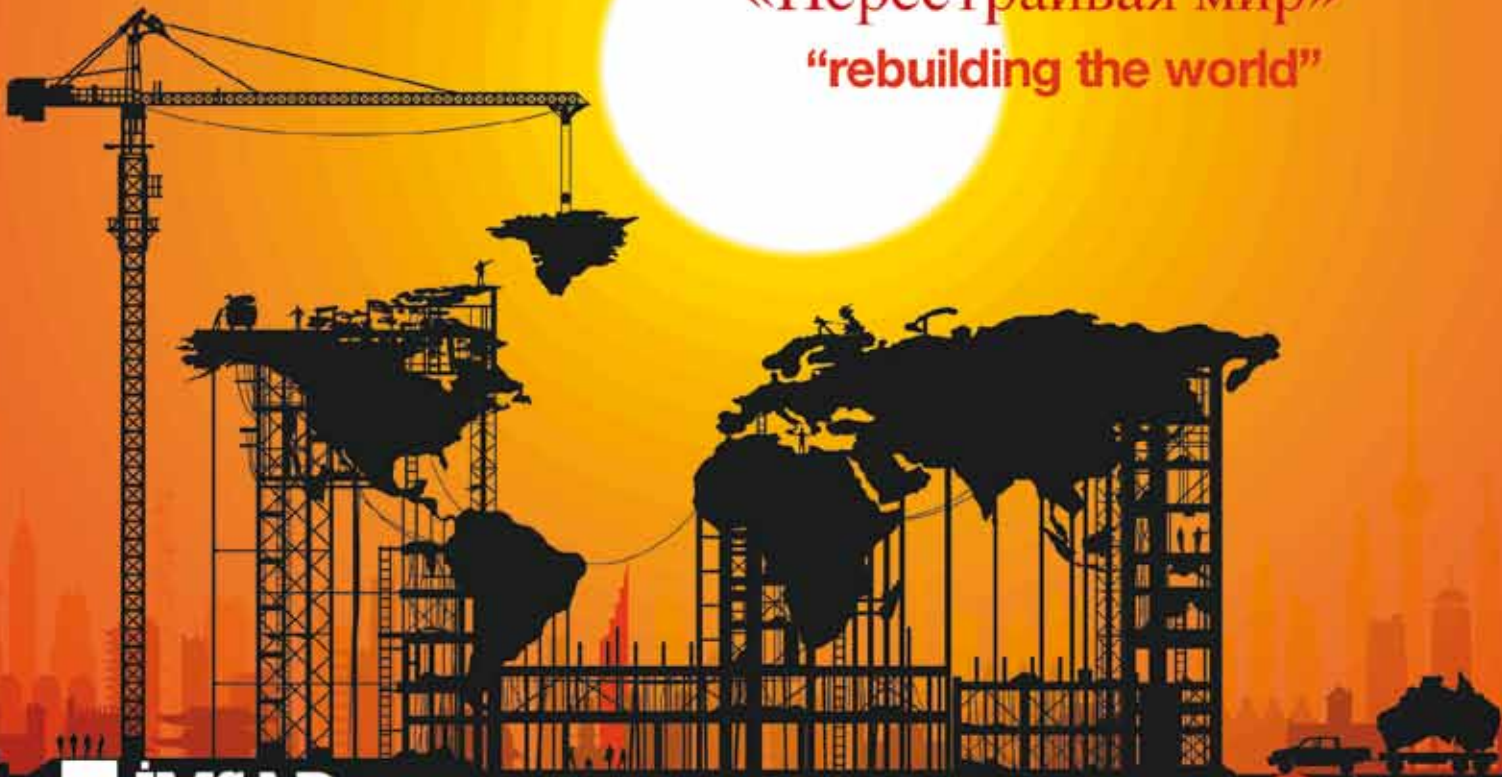
08-11 September **2011**
сентября

Eurasia Building Materials Fair

Евро-азиатская Ярмарка Строительных Материалов

MEGA BUILD ISTANBUL

«Перестраивая мир»
“rebuilding the world”



İMSAD

İNŞAAT MALZEMESİ SANAYİCİLERİ DERNEĞİ
ASSOCIATION OF TURKISH BUILDING MATERIAL PRODUCERS

CNREXPO İSTANBUL

Pozitif Trade Fairs Inc. / CNR Ekspo Trade Fairs Inc.

CNR EXPO Yeşilköy 34149 İstanbul, Turkey Tel: +90 212 465 74 74 Fax: +90 212 465 64 50 www.cnrexpo.com

THIS FAIR IS ORGANIZED WITH THE PERMISSION OF THE UNION OF CHAMBERS AND COMMODITY EXCHANGES OF TURKEY, IN ACCORDANCE WITH THE LAW NUMBER 5174.

Данная выставка организована с разрешения объединения торговых-промышленных палат и товарных бирж Турции в соответствии с законом № 5174.

Ю.Э. ВАСИЛЬЕВ, канд. техн. наук, Ю.В. БОРИСОВ, инженер,
 Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ);
 А.В. КОЧЕТКОВ, д-р техн. наук, ФГУП «РОСДОРНИИ»;
 С.М. ЕВТЕЕВА, канд. техн. наук, С.И. ВОЗНЫЙ, инженер (voznis@mail.ru),
 Саратовский государственный технический университет

Нормирование макрошероховатости поверхности материалов, конструкций и изделий

Одним из важнейших показателей качества различных изделий является шероховатость поверхностей, от которой зависят их эксплуатационные свойства. Например, с увеличением высоты неровностей прочность снижается [1].

Триботехнические параметры (трение и износ) также зависят от высоты выступов, формы шероховатости поверхностей и направления следов обработки. Изменение величины коэффициента трения (скольжения, сцепления) также зависит от шероховатости трущихся поверхностей, причем он имеет наименьшее значение при определенном сочетании параметров шероховатости. Известно, что триботехнические свойства полимеров и изделий на их основе отличаются от свойств металлических изделий и имеют свою специфику.

Авторами статьи на протяжении последних лет исследуются вопросы макрошероховатостей поверхности различного вида и назначения.

В настоящей статье анализ проблемы проводится на примере макрошероховатости дорожных покрытий.

С 1945 г. для оценки шероховатости поверхностей использовали ГОСТ 2789–45 «Шероховатость поверхности», в котором в качестве показателя чистоты (шероховатости) учитывали среднеквадратическое отклонение ее неровностей. В способе определения геометрических параметров шероховатости, используемом в технологии машиностроения, прямое измерение шероховатости производится контактным способом при помощи профилометра, игла которого с заданным радиусом закругления движется по поверхности с постоянной скоростью. При этом количественное значение непосредственно среднеквадратических отклонений определяется по шкале электроизмерительного прибора [2]. Эта особенность способа основана на положениях

ГОСТ 2789–45. Фактически закругление иглы огибает шероховатую поверхность по высотам выступов. Это позволило в технологии машиностроения при измерении геометрии шероховатости определять величину, устойчиво коррелирующую с изменением параметров трения.

С 1959 г. в СССР действовала стандартная оценка шероховатости поверхности по ГОСТ 2789–59. Для оценки геометрии поверхности установлены были два параметра: среднее арифметическое отклонение профиля R_a – среднее значение расстояний точек измеряемого профиля от его средней линии и высота неровностей R_z – среднее расстояние между находящимися в пределах базовой длины пятью высшими и пятью низшими точками поверхности, измеренное от линии, параллельной средней линии [2].

Действующий ГОСТ 2789–73 распространяется на шероховатость поверхности изделий независимо от их материала и способов изготовления или получения поверхности и соответственно распространяется на устройство дорожных покрытий с шероховатой поверхностью. Стандарт устанавливает перечень параметров и типов направлений неровностей, которые должны применяться при установлении требований и контроле шероховатости поверхности, числовые значения параметров и общие указания по установлению требований к шероховатости поверхности.

Схема анализа шероховатости поверхности по ГОСТ 2789–73 изображена на рис. 1.

Требования по шероховатости устанавливают из функционального назначения поверхности для обеспечения заданного качества указанием параметра шероховатости и базовых длин, на которых происходит определение параметров. Устанавливают требования к направлению неровностей поверхности, к способу или

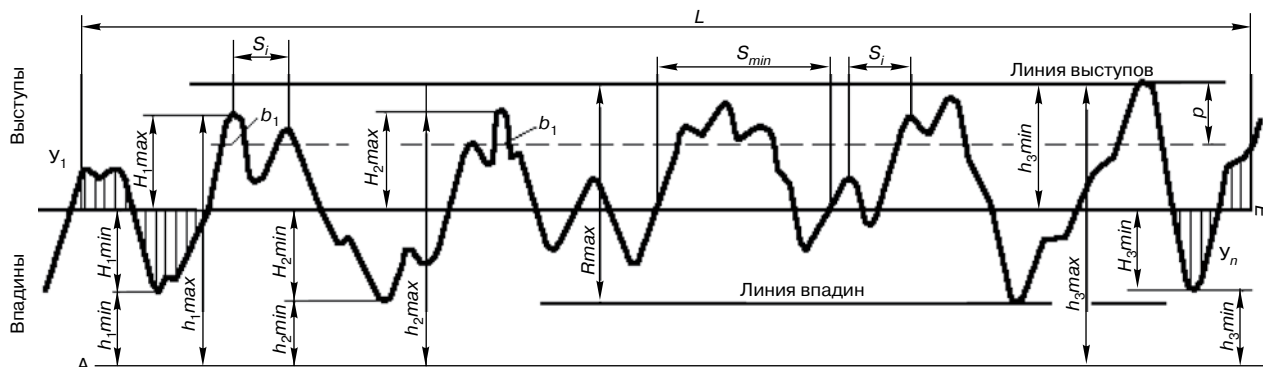


Рис. 1. Схема анализа шероховатости поверхности по ГОСТ 2789–73

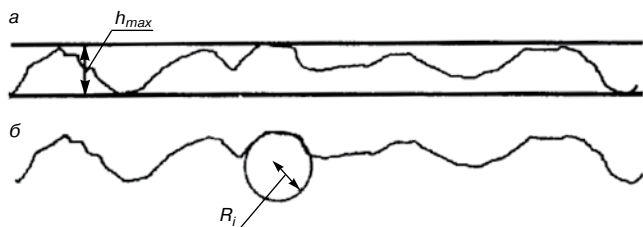


Рис. 2. Схема анализа параметров шероховатости согласно ГОСТ Украины ДСТУ Б В.2.3-8-2003



Рис. 3. Схема нанесения элементов макрошероховатости на поверхность

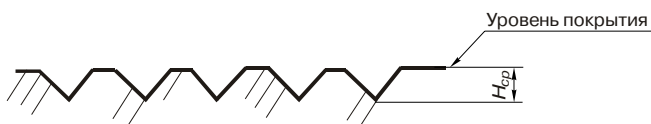


Рис. 4. Характерные элементы макрошероховатости в зоне контакта шины с поверхностью покрытия

последовательности способов получения характеристик поверхности. В качестве параметров шероховатости выбирают среднее арифметическое отклонение профиля, высоту неровностей по десяти точкам, наибольшую высоту профиля, средний шаг неровностей, средний шаг местных выступов профиля и относительную опорную длину профиля.

Проведенными исследованиями [3] установлено, что параметрами, реально влияющими на триботехнику существующего ГОСТ 2789-73, являются средний шаг неровностей и местных выступов профиля. Остальные параметры отвечают за распределение рабочей жидкости и ряд особенностей эксплуатации шероховатой поверхности либо не отвечают условию воспроизводимости результатов измерения. Потребовалось провести дополнительный анализ проблемы.

Известный государственный стандарт Украины ДСТУ Б В.2.3-8-2003 «Дорожные покрытия. Методы измерения сцепных качеств» устанавливает методы измерения сцепных качеств дорожного покрытия и применяется при операционном контроле для корректирования технологических процессов устройства дорожных покрытий; при приемочном контроле для оценки качества работ; при эксплуатационном контроле для выявления участков дорожных покрытий с недостаточными сцепными качествами. Под сцепными качествами дорожного покрытия понимают совокупность свойств, которые определяют способность дорожного покрытия обеспечивать устойчивое движение транспортного средства без заноса и скольжения колес, а в случае возникновения последнего способность оказывать сопротивление скольжению. Среди параметров сцепных качеств выделяют материально-структурные, которые характеризуют дорожное покрытие с геометрической точки зрения и определяются параметрами ее шероховатости.

При этом используют следующие понятия: реальная поверхность — поверхность, которая отделяет покрытие от окружающей среды; шероховатость — совокупность неровностей реальной поверхности, расстояние между вершинами которых не превышает 40 мм; профиль — линия пересечения реальной поверхности с вертикаль-

ной поверхностью; базовая линия — линия заданной геометрической формы, базовая длина — длина базовой линии, которую используют для выделения неровностей; выступ шероховатости — участок, который находится между двумя соседними минимумами профиля; впадина шероховатости — участок, который находится между двумя соседними максимумами профиля; линия выступов — прямая, которая проходит через две самые высокие вершины выступов профиля; линия впадин — прямая, которая проходит через самую низкую точку профиля параллельно линии выступов; наибольшая высота неровностей — параметр, который определяют как расстояние между линией выступов и линией впадин в границах базовой длины (рис. 2, а); глубина точки профиля — расстояния от линии выступов до точек профиля; средняя глубина впадин — ее определяют как среднее арифметическое значение глубин точек профиля; средняя плотность выступов — определяют отношением количества выступов в границах базовой линии к ее длине; радиус выступа — радиус окружности, вписанной в выступ (рис. 2, б); средний радиус выступов — среднее арифметическое значение радиусов выступов; секущая прямая — прямая, которая пересекает профиль параллельно линии выступов; уровень пересечения профиля — расстояние между линией выступов профиля и секущей прямой; опорная длина — сумма длин отрезков, в границах которых секущая прямая проходит через материал профиля; относительная опорная длина — отношение опорной длины к базовой длине; относительная опорная кривая — графическое изображение зависимости относительной опорной длины от уровня пересечения профиля.

Определяют глубину i -х выступов $[h_{pi}]$ и j -х впадин профиля $[h_{vj}]$. Действительное значение средней глубины впадин шероховатости h_{cp} определяют по формуле:

$$h_{cp} = \frac{\sum_{i=1}^n [h_{pi}] + \sum_{j=1}^m [h_{vj}]}{(n + m)\gamma}, \quad (1)$$

где n — количество выступов шероховатости; m — количество впадин шероховатости; γ — увеличение дорожно-го профилографа.

Согласно В.Ю. Гладкову при содержании щебня в смесях более 50% (до 75%) по объему два свойства слоя — **шероховатость** и **плотность** приходят в противоречие: чем больше шероховатость, тем меньше плотность. Возможно устройство двух видов нерасчетных слоев для ремонта нежестких покрытий, отличающихся по назначению:

- слоев износа, для обеспечения сцепных качеств и требуемой степени их стабильности в период межремонтного срока службы — эти слои имеют минимально допускаемую плотность;
- защитных слоев, обладающих высокой плотностью и водостойкостью, для предотвращения попадания в обрабатываемые покрытия избыточной влаги (с целью обеспечения требуемой степени водонепроницаемости) — эти слои имеют существенно меньший срок службы сцепных свойств, чем слои износа.

Если взять в качестве базовой поверхность необработанного покрытия, то можно представить два диаметрально противоположных состояния шероховатой поверхности:

- путем нанесения элементов макрошероховатости на поверхность (поверхностная обработка) по схеме на рис. 3;
- путем нанесения борозд или углублений на поверхности покрытия по схеме на рис. 4.

Авторами *макрошероховатость дорожного покрытия рассматривается как совокупность неровностей относительно базовой плоскости покрытия на уровне контакта шины автомобиля с поверхностью дорожного покрытия.*

Параметры, используемые для оценки степени шероховатости дорожных покрытий исходя из требований ГОСТ 2789–73 с некоторыми специфическими дополнениями, представлены на рис. 5. Предлагается использовать параметры максимальной относительной макрошероховатости активных выступов и максимальной относительной разноточности впадин.

Проведена адаптация ГОСТ 2789–73 к оценке показателей макрошероховатости дорожного покрытия с учетом порядка и соотношения масштабирования площади контакта колеса автомобиля и размеров структурных элементов.

Для операционного контроля качества макрошероховатости поверхности, обеспечивающего требуемый коэффициент сцепления, а также для контроля состояния и степени износа шероховатой поверхности покрытия в процессе эксплуатации строят, используя график-триграмму (рис. 6).

Для оценки уровня макрошероховатости дорожных покрытий в практических целях в процессе строительства или эксплуатации автомобильных дорог достаточно определять пять основных характеристик макрошероховатых структур:

- среднюю глубину впадин (высоту неровностей);
- средний шаг;
- относительную степень активности;
- разновысотность активных выступов;
- разноточность впадин.

Замер параметров макрошероховатости дорожного покрытия производят в нескольких точках поверхности (в продольном и поперечном направлениях). Разновысотность выступов и разноточность впадин предложено оценивать через дисперсию или среднеквадратическое отклонение как статистические инварианты, что было реализовано в модернизированной прикладной программе «Шероховатость-2008» портативного переносного измерительного комплекса.

За основные параметры были выбраны разновысотность активных выступов шероховатости, контактирующих с колесами транспортных средств, и разноточность впадин покрытия, отвечающие за различность объемов раствора противогололедного материала в пространстве между зернами щебня. Аналогично методическому обеспечению государственного стандарта ГОСТ 2789–73 «Шероховатость поверхности» предлагается дополнительно использовать ручной способ оценки среднеквадратического отклонения разновысотности и разноточности макрошероховатости через показания десяти измерений активных выступов и десяти выступов на основе формул:

$$\bar{x}_\sigma = \frac{\sum_{i=1}^5 x_{i\text{верх}} - \sum_{i=1}^5 x_{i\text{нижн}}}{5}; \quad \bar{z}_\sigma = \frac{\sum_{i=1}^5 z_{i\text{верх}} - \sum_{i=1}^5 z_{i\text{нижн}}}{5}, \quad (2)$$

где \bar{x}_σ – оценка среднеквадратического отклонения разновысотности активных выступов; $x_{i\text{верх}}, x_{i\text{нижн}}$ – результаты измерений пяти верхних и пяти нижних выступов; \bar{z}_σ – оценка среднеквадратического отклонения разноточности впадин; $z_{i\text{верх}}, z_{i\text{нижн}}$ – результаты измерений пяти верхних и пяти нижних впадин.

Определено, что образцы антигололедного дорожного покрытия отличаются повышенной разноточностью и разновысотностью.

Результаты тестовых испытаний формул для ручной оценки показали хорошее соответствие вычислениям с помощью статистических формул расчета среднеквадратического отклонения и программы «Шероховатость-2008». Получено, что среднеквадратическое отклонение разновысотности и разноточности оказалось максимальным (4 и более мм) по отношению к аналогичным дорожным покрытиям с шерохова-

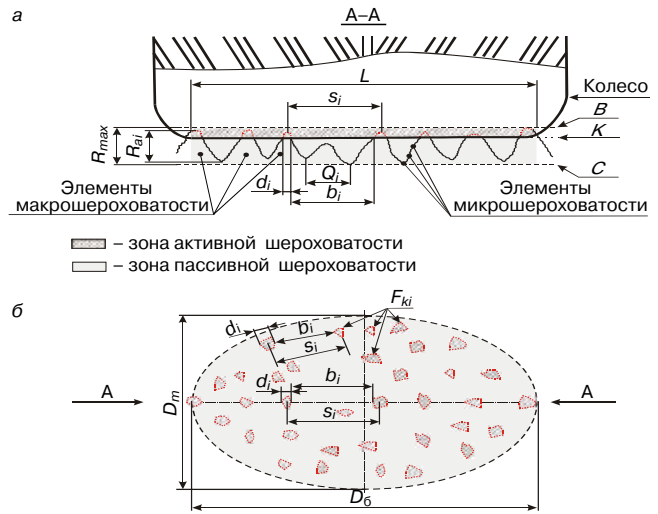


Рис. 5. Схема нанесения борозд или углублений на поверхности покрытия: К – плоскость контакта поверхности колеса автомобиля с элементами шероховатости; С – плоскость наибольших впадин профиля шероховатости в зоне контакта поверхности колеса; В – плоскость наибольших выступов профиля шероховатости в зоне контакта поверхности колеса; L – базовая длина (180), мм; D_m – диаметр отпечатка протектора колеса расчетного автомобиля, мм; S_j – шаг местных выступов макрошероховатости в пределах базовой длины, мм; S_{mL} – шаг контакта шины автомобиля с поверхностью покрытия в пределах базовой длины, мм; R_{ai} – частная глубина впадин макрошероховатости, являющаяся вертикальным расстоянием между смежными вершиной и впадиной макроэлемента шероховатости, мм

той поверхностью (шероховатая поверхностная обработка, шероховатые тонкослойные покрытия, литой асфальтобетон на основе полимерно-битумных вяжущих, слой износа и др.).

Пример математического построения средней линии (прямой и аппроксимирующим полиномом) на графике шероховатой поверхности приведен на рис. 7.

Аналогично строятся средние линии относительно активных выступов и глубин впадин.

Автоматизированными средствами измерений при использовании профильного метода являются дорожные портативные профилографы, которые как средства измерительной техники относятся к измерительным преобразователям и регистрирующим приборам.

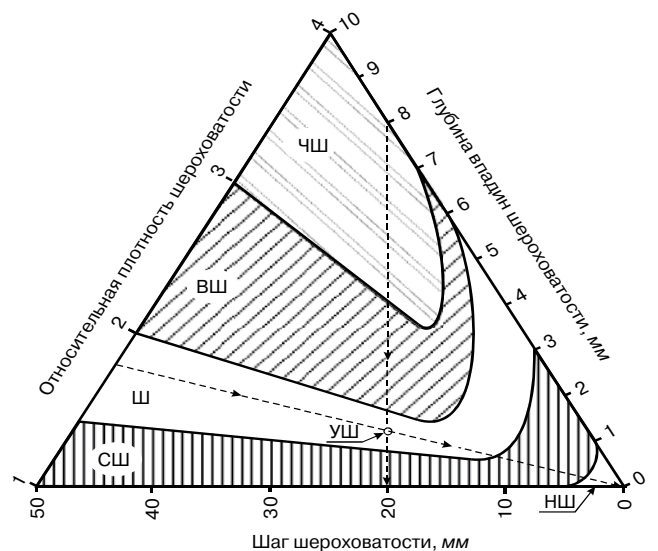


Рис. 6. Триграмма для оценки уровня макрошероховатости дорожных покрытий зоны: ЧШ – чрезвычайно шероховатой структуры; ВШ – весьма шероховатой структуры; Ш – шероховатой структуры; НШ – нешероховатой структуры

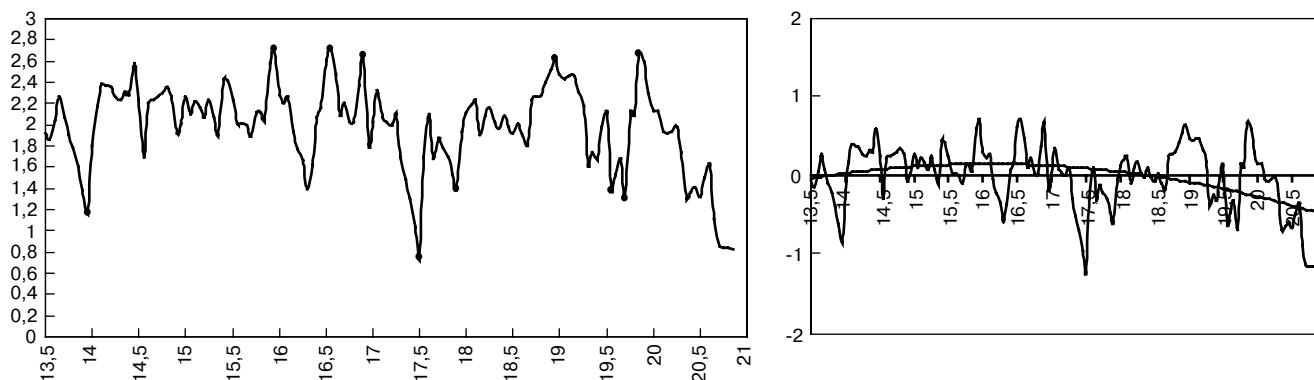


Рис. 7. Пример построения средней линии макрошероховатости

Дорожные профилографы записывают профиль поверхности покрытия на бумагу в виде профилограммы. Авторами предлагается способ паспортизации и измерения геометрических параметров макрошероховатости на основе лазерной мыши (поставленной с ковриком вертикально по отношению к измеряемой поверхности) ноутбука.

При обработке профилограмм в качестве вспомогательных устройств используют линейки измерительные, соответствующие требованиям ГОСТ 427, или линейки чертежные, соответствующие требованиям ГОСТ 17435.

Предлагается способ создания шероховатых поверхностных слоев автомобильных дорог, заключающийся в том, что первоначально подготавливают дорожное покрытие к нанесению шероховатого слоя, распределяют материал поверхностного слоя на заданную высоту, при этом обеспечивают требуемую высоту неровностей, регулируют плотность прилегания щебня друг к другу, далее проводят уход за состоянием поверхностного слоя, отличающийся тем, что регулирование по обеспечению коэффициента сцепления осуществляют по разбросу размеров зерен в диапазоне фракции щебня; разброс зерен щебня выбирают в соответствии с требуемыми параметрами шероховатости по заданному закону распределения; в качестве примера закон распределения выбирается близким к нормальному; закон распределения обеспечивается смешиванием фракций щебня с меньшим разбросом в заданном диапазоне; разброс высот неровностей и расстояний между ними для шероховатого поверхностного слоя формируют путем распределения фракции щебня с заданным законом распределения и укатки катками с заданным рельефом; закон распределения изменяют в диапазоне до 3 мм от максимального значения диапазона фракции щебня; закон распределения обеспечивается смешиванием фракций щебня с различной твердостью [4, 5].

В развитие направления, разработанного А.В. Чвановым и В.В. Каменевым, предлагается использование нового параметра — числа знакопеременований выступов или впадин макрошероховатости относительно их средних линий.

Корреляционный анализ позволяет оценить сегрегацию щебня при транспортировании и распределении.

Число пересечений профиля поверхности $En(u)$ согласно работе [1] относительно уровня u определяется через корреляционную функцию $K(\tau)$ и ее вторую производную выражениями:

$$En(u) = \frac{1}{\pi} \sqrt{-\frac{K''(0)}{K(0)}} e^{-\frac{u^2}{2K(0)}}. \quad (3)$$

Математическое ожидание числа нулей на единичном интервале для условия корреляционной функции процесса $Ex(t)x'(t+\tau) = K'(\tau)$:

$$En(0) = \frac{1}{\pi} \sqrt{-\frac{K''(0)}{K(0)}},$$

где u — горизонтальный уровень, $En(u)$ — математическое ожидание функционала.

С учетом того, что данная формула относится к непрерывной функции, а значения высот выступов и глубин впадин есть числовые ряды, авторами синтезированы формулы для расчета числа знакопеременований:

$$z_i = \prod_{i=1}^{n-1} \text{sign}(x_i - u) \text{sign}(x_{i+1} - u);$$

$$f_i = \frac{z_i + 1}{2}; \quad y_j = l - \sum_{i=j}^{j+l-1} f_i,$$

где x_i — значение высоты выступа или глубины впадин; z_i , f_i — служебные параметры; y_j — число знакопеременований.

Метод успешно апробирован при анализе статистических свойств антигололедного макрошероховатого покрытия SafeLane™.

На практике параметры макрошероховатых дорожных покрытий определяют с помощью автоматизированных дорожных сканеров «АДС-МАДИ».

Ключевые слова: макрошероховатые покрытия, автомобильная дорога, разновысотность, разноглубинность, геометрия.

Список литературы

1. Хусу А.П., Виттенберг Ю.Р., Пальмов В.А. Шероховатость поверхностей (теоретико-вероятностный подход). М.: Наука, 1975. 344 с.
2. Кочетков А.В. Устройство шероховатых поверхностных слоев на покрытиях автомобильных дорог и мостовых сооружений // Автомобильные дороги и мосты. Обзорная информация. Вып. 3. 2005. М.: ФГУП «ИНФОРМАВТОДОР». 100 с.
3. Чванов А.В. Научные основы нормирования шероховатых поверхностей дорожных покрытий // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2009. Вып. 14 (33). С. 80–86.
4. Романов С.И., Стадник А.Ю. Показатели шероховатости асфальтобетонных дорожных покрытий // Строительные материалы. 2010. № 10. С. 30–31.
5. ОДМ. Рекомендации по устройству дорожных поверхностей с шероховатой поверхностью (взамен ВСН 38-90). М.: РОСАВТОДОР, ФГУП СМПЦ РОСДОРТЕХ, 2003.



ООО «Технопласт» производитель высококачественных разметочных материалов для автомобильных дорог всех категорий

Реклама

Термопластик «Новопласт»
на основе нефтеполимерных смол
для маркировщиков кареточного
и экструдерного типа. Применяется
для разметки автомобильных дорог
с асфальтобетонным покрытием

**Спрей-пластик
«Роспласт-спрей»**
наносится методом распыления.
Незаменимый материал
для обновления и ремонта
старой разметки

Краска АК-503 «Колор-М»
для дорожной и аэродромной
разметки. Выпускается
в готовом к употреблению виде.
Наносится безвоздушным
и воздушным распылением

Цветные противоскользящие покрытия
на основе «Технопласт ТХП»
для разметки остановок общественного транспорта,
пешеходных переходов и др.

Принимаются заказы на поставку
разметочных материалов и выполнение работ
по нанесению дорожной разметки

123298, Москва, ул. 3-я Хорошевская, д. 18, к. 2
Телефоны: (495) 940-80-51, 940-87-03
E-mail: t_plast@mail.ru
www.zaotechnoplast.ru



ОТКРЫТОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО «ЦЕНТР ПРОЕКТНОЙ ПРОДУКЦИИ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ» (ОАО ЦПП)

ОСУЩЕСТВЛЯЕТ

ведение Федерального фонда нормативной, методической, типовой проектной документации и других изданий для строительства, архитектуры и эксплуатации зданий и сооружений.

ИЗДАЕТ И РАСПРОСТРАНЯЕТ

- федеральные нормативные документы (СНиП, ГСН, ГЭСН, ФЕР, ГОСТ, ГОСТ Р, СП, СН, РДС, НПБ, СанПиН, ГН) — официальные издания
- методические документы и другие издания по строительству (рекомендации, инструкции, указания)
- типовую проектную документацию (ТПД) жилых и общественных зданий, предприятий, зданий и сооружений промышленности, сельского хозяйства, электроэнергетики, транспорта, связи, складского хозяйства и санитарной техники
- справочно-информационные издания о нормативной, методической и типовой проектной документации (Информационный бюллетень, Перечни НМД и ТПД и др.)
- Общероссийский строительный каталог (тематические каталоги, перечни, указатели)
- проекты коттеджей, садовых домов, бань, хозяйственных построек, теплиц

ОАО ЦПП осуществляет сертификацию проектной документации на строительные конструкции и объемно-планировочные и конструктивные решения зданий и сооружений. Центр аккредитован в качестве Органа по сертификации в Системе ГОСТ Р (ОС «ГУП ЦПП» — аттестат аккредитации № РОСС RU.0001.11CP48).

ТЕЛЕФОНЫ ДЛЯ СПРАВОК

ОТДЕЛ ЗАКАЗОВ И РЕАЛИЗАЦИИ	(495)482-4294	ОТДЕЛ ФОНДА ДОКУМЕНТАЦИИ	(495)482-4112
ПРОЕКТНЫЙ КАБИНЕТ	(495)482-4297	ОТДЕЛ СЕРТИФИКАЦИИ	(495)482-0778
ФАКС: (495)482-4265			

Наш адрес: 127238, Москва, Дмитровское шоссе, 46, корп. 2

П.А. КУДРЯШОВ, канд. техн. наук, генеральный директор,
В.А. МАРТЫНОВ, зав. лабораторией, В.Г. ГЕРМАШЕВ, канд. хим. наук,
ООО «Селена» (г. Шебекино Белгородской обл.)

Термостабильность адгезионных добавок

Определяющим условием получения высококачественного асфальтобетона является хорошее сцепление битума с минеральными материалами, которое обеспечивается прежде всего хорошим смачиванием и химическим взаимодействием активных компонентов битума с минеральным наполнителем.

Битум является самым дешевым и наиболее универсальным материалом для применения в качестве вяжущего при устройстве дорожных покрытий. В последние годы качество битума заметно ухудшилось. В этой ситуации особенно актуальным становится применение модифицирующих добавок для улучшения его качества.

Асфальтобетонная смесь – дисперсная система в которой минеральный наполнитель и твердые минеральные добавки являются дисперсной фазой, а расплавленный и затем отвердевший битум (связующее) – дисперсионной (непрерывной) средой. При этом дисперсионная среда является слабополярной, а дисперсная фаза имеет полярную поверхность с некоторым мозаичным сочетанием электроположительных и электроотрицательных точек. Если битум или поверхность дисперсной фазы специально не подготовлены, то вследствие некомпенсированности электростатических, дисперсионных и валентных взаимодействий на поверхности дисперсионной фазы и низкого энергетического потенциала химической активности слабополяризуемой дисперсной среды битумно-минеральные смеси обладают высоким уровнем свободной поверхностной энергии. Термодинамический выгодный минимум этой энергии обуславливает тенденцию к уменьшению межфазной поверхности за счет конгломерации частиц дисперсной фазы (при этом также частично компенсируется свободный потенциал химических и физических молекулярных взаимодействий). В таких системах энергия связи между частицами минерального наполнителя может быть соизмеримой и выше энергии их связи с дисперсной средой [1]. На практике это приводит к повышенным энергозатратам на получение асфальтобетонных смесей и низкому качеству готовых асфальтобетонных изделий (покрытий). Наиболее приемлемым способом устранения вышеуказанных недостатков является использование поверхностно-активных присадок, которые могут быть введены в битум или использованы для предварительной лиофилизации поверхности минеральной дисперсной фазы.

Среди модифицирующих добавок битума по функциональному назначению можно выделить адгезионные добавки – поверхностно-активные вещества (ПАВ) анионного, катионного, неионогенного и амфолитного типов.

В основе механизма присадочного действия ПАВ лежат процессы химической и физической адсорбции с ориентацией дифильных молекул полярной группой к поверхности дисперсной минеральной фазы, неполярными группами – в дисперсионную среду (расплавленный битум). При этом предпочтительно преобладание химической адсорбции, так как химически связанные с поверхностью молекулы ПАВ почти не десорбируются

и обеспечивают адсорбционное насыщение межфазного слоя при меньших расходах. Физическая адсорбция на остающейся химически инертной части поверхности имеет дополнительное значение для обеспечения уплотнения адсорбционного межфазного слоя. Кроме того, физически адсорбируемые молекулы ПАВ как более подвижные образуют диффузную часть межфазного объема, обеспечивают увеличение его толщины и энергии межмолекулярных взаимодействий дисперсной среды с углеводородными фрагментами адсорбированных ПАВ.

В результате адсорбции ПАВ и взаимодействия адсорбционного слоя с молекулами основного компонента дисперсионной среды (расплавленный битум) происходит лиофилизация поверхности частиц. После застывания битума затвердевает и межфазный слой. При этом можно считать, что застывшая битумная среда является продолжением отвержденного межфазного слоя, т. е. вся органическая часть становится монолитом, химически связанным с поверхностью минерального наполнителя.

Некоторые соотношения термодинамических параметров межфазной границы минеральных дисперсий в углеводородных средах.

Экспериментально определяемая адсорбция ПАВ на межфазной границе:

$$\Gamma = \frac{(C_o - C_p)V}{S} \quad (1)$$

Уравнение адсорбции Гиббса:

$$\Gamma = \frac{C_p}{RT} \cdot \frac{dG}{dC} \quad (2)$$

Уравнения (3, 4, 5) Фишера [2] для объема величины межфазной границы раздела с адсорбированными ПАВ:

$$\pi_o = C_{an}RT + BC_{an}^2; \quad (3)$$

$$B = \frac{RT\rho_n}{M\rho_c} \cdot \left(\frac{1}{2} - \chi\right). \quad (4)$$

$$\partial \Delta G = \int P_o \partial V_o(h). \quad (5)$$

Уравнение Оттевила–Уокера [3] для свободной энергии элемента объема в зоне перекрытия межфазных границ при сближении дисперсных частиц (1968 г.):

$$d\Delta G = \frac{2RTC_{an}^2}{\rho_n^2} \cdot (\psi - \chi) \frac{dV(h)}{Vp}, \quad (6)$$

где В – величина межфазной границы раздела с адсорбированными ПАВ; Γ – адсорбция ПАВ или полимеров как избыток концентрации ПАВ в межфазном объеме по сравнению с объемом дисперсной среды; ρ_n и ρ_c – плотность углеводородных фрагментов ПАВ и чистой дисперсионной среды; C_o и C_p – исходная и равновесная концентрация ПАВ в дисперсионной среде; C_{an} – концентрация неполярных фрагментов ПАВ в межфазных слоях и в зонах их перекрытия; RT – энергия теплового движения

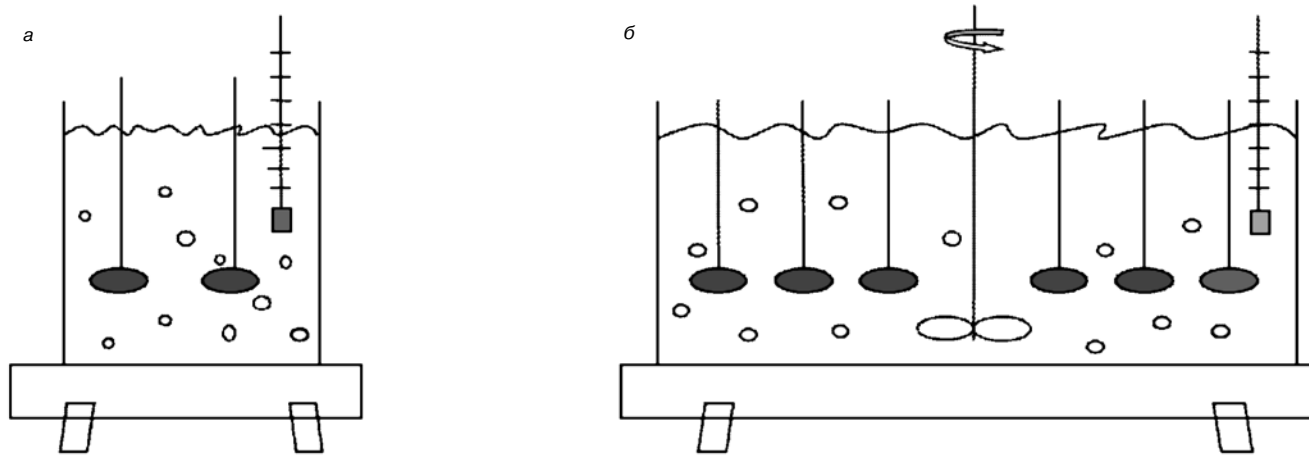


Рис. 1. Схема методики определения сцепления битума: а – по ГОСТу; б – НПК «Селена» (постоянное перемешивание при строгом контроле температуры с последующим взвешиванием с оценкой убыли массы битума после кипячения)

молекул; G – свободная энергия элемента поверхности межфазного слоя; π_o – осмотическое давление в объеме межфазного слоя за счет градиента концентрации ПАВ между объемами дисперсной среды и межфазных слоев; V – объем раствора; S – площадь поверхности дисперсной фазы; $V_o(h)$ – элементы объемов межфазных границ на расстоянии h между поверхностями; V_p – парциальный мольный объем, растворимый в межфазном объеме; ψ и χ – энтропийный и энтальпийный параметры межмолекулярного взаимодействия углеводородных фрагментов ПАВ с растворителем дисперсионной среды; M – молекулярная масса дисперсионной среды.

Приведенные соотношения термодинамических параметров межфазных границ дисперсных систем с углеводородной дисперсионной средой в присутствии ПАВ наглядно демонстрируют механизм лиофилизации полярной поверхности за счет использования малых добавок ПАВ.

Экспериментально определяемая величина адсорбции является по существу разницей концентрации ПАВ в объеме раствора и поверхностном слое (1).

Движущей силой адсорбции является свободная поверхностная энергия G , а ориентация адсорбированных молекул в межфазном слое происходит в соответствии с правилом выравнивания поверхностей по Ребиндеру и минимизации свободной поверхностной энергии по Гиббсу (2). За счет разницы концентрации ПАВ и химических потенциалов в межфазном слое и в основном объеме дисперсионной среды создается осмотическое давление дисперсионной среды, направленное из основного объема в объем межфазного слоя по Фишеру (3, 4, 5). Осмотическое давление обусловлено межмолекулярным взаимодействием дисперсионной

среды и неполярных фрагментов адсорбированных молекул ПАВ и выражается энтальпийным параметром (4). Осмотическое давление в данном случае можно рассматривать как давление набухания межфазного слоя или расклинивающее давление между сближающимися частицами или стенками пор дисперсионной фазы (по Ребиндеру). Это давление является следующим этапом снижения межфазной свободной энергии (5). По Оттевилу–Уокеру осмотическое давление и снижение свободной межфазной энергии обусловлено не только энтальпийным фактором, но и энтропийной составляющей (6). Эффект осмотического (расклинивающего) давления и снижения межфазной свободной энергии возрастает в условиях стесненного объема при сближении или конгломерации частиц дисперсионной фазы на расстояниях h между частицами размером меньше удвоенной толщины межфазного слоя, когда происходит перекрытие этих слоев. Это происходит потому, что в зоне перекрытия концентрация фрагментов молекул ПАВ увеличивается почти в 2 раза и в такой же степени возрастает градиент химического потенциала между этой зоной и общим объемом дисперсионной среды. Практически это явление обеспечивает повышение однородности распределения дисперсионной фазы в асфальтобетонной смеси и снижение энергозатрат на смешивание и повышение качества асфальтобетона.

Как видно, механизм присадочного действия ПАВ реализуется на межфазных границах, толщиной h , несколько большей, чем длина неполярной части молекул ПАВ (порядка $(2-4) \cdot 10^{-9}$ м для углеводородных радикалов $C_{16}-C_{21}$). С учетом диффузной структуры межфазного слоя в этом случае толщина h может быть в пределах $(10-20) \cdot 10^{-9}$ м, т. е. $(10-20$ нм) (4). Можно

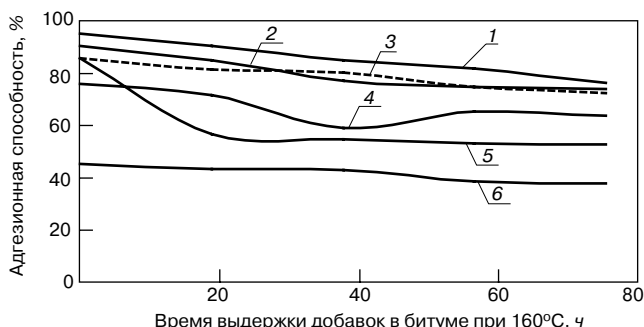


Рис. 2. Изменение адгезионных свойств добавок при термообработке (визуальный метод): 1 – Секабаз; 2 – ДАД-1; 3 – Афтисодор; 4 – Амдор; 5 – Wetfix; 6 – битум

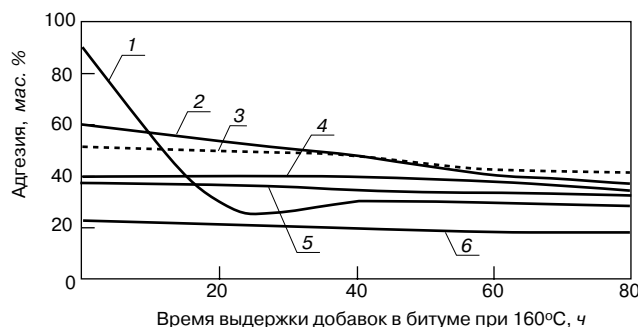


Рис. 3. Изменение адгезионных свойств добавок при термообработке (метод определения по массе): 1 – Амдор; 2 – ДАД-1; 3 – Афтисодор; 4 – Секабаз; 5 – Wetfix; 6 – битум



**ЭКОЛОГИЧЕСКИ ЧИСТАЯ
ДОРОЖНАЯ ХИМИЯ
НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ**

ПРОИЗВОДСТВО:

- Адгезионной присадки к дорожному битуму – «ДАД-1» («НАНОБИТ-АД»);



До кипячения (битум без добавки) После кипячения (битум без добавки) После кипячения (битум с добавкой «ДАД-1»)

- Стабилизирующей гранулированной добавки для производства ЩМА «НАНОБИТ-СД».



309290 Россия,
Белгородская обл.,
г. Шебекино,
ул. Садовая, д. 2/2
+7 (47248) 234-63;
+7 (47248) 221-29
e-mail: npselena@gmail.com
www.npselena.ru

Р
е
к
л
а
м
а

заметить, что механизм присадочного действия ПАВ локализуется в наноразмерных пространствах и в связи с этим к технологиям реализации этого механизма приемлем современный термин «нанотехнология», но не забывать, что основные закономерности и достижения нанотехнологий получены в коллоидной химии, физико-химической механике, химии и физической химии ПАВ. Что касается ПАВ, то практически все процессы, связанные с их применением, имеют отношение к нанотехнологиям, так как характерным свойством этих веществ является способность к самоорганизации наноструктур и явлений, обусловленных динамическими и равновесными процессами на наноуровне.

Исходя из вышеизложенных представлений можно предположить, что эффективность адгезионных присадок связана с амфолитностью индивидуальных полярных групп или композиций ПАВ и химической структурой неполярной части этих ПАВ для обеспечения наиболее эффективных взаимодействий их с поверхностью дисперсной фазы и объемом дисперсионной среды.

Разумеется, что химическое строение адгезионных присадок должно обеспечивать также химическую термостабильность этих веществ в эксплуатационных условиях. В связи с этим представляет интерес рассмотрение термостабильности в битумных растворах распространенных в настоящее время присадок разных производителей.

В России в качестве адгезионных ПАВ чаще используют катионные: Амдор (Санкт-Петербург), Wetfix (Швеция), Кадэм (Ростов-на-Дону) аминного, амидного, амидоаминного, имидазолинового типа. Применение ПАВ катионного типа обусловлено необходимостью обеспечения сцепления низкополярного битума с каменным материалом кислого типа с высоким содержанием окиси кремния. В большинстве асфальтобетонных смесей наряду с породами кислого характера присутствуют материалы карбонатного типа (щелочные породы). В связи с чем представляют интерес ПАВ амфолитного типа: ДАД-1 (г. Шебекино).

Наиболее прогрессивный метод введения присадки в битум – использование дозатора для введения присадки в момент подачи битума в смеситель асфальтобетона. Такой способ обеспечивает хорошее распределение добавки в битуме и минимальное термическое воздействие на присадку, что очень важно для сохранения ее адгезионных свойств. В реальных условиях на большинстве асфальтобетонных заводов (АБЗ) отсутствуют дозаторы присадок, в этом случае технология введения присадки к битумом предусматривает введение присадки в расходную емкость для битума, где ее нужно тщательно перемешивать. В зависимости от производственного цикла укладки асфальтобетона смесь битума с адгезионной добавкой может находиться в расходной емкости от нескольких часов до 2–3 сут при 150–170°C. Такие условия применения присадок часто приводят к ухудшению их влияния на качество получаемого асфальтобетона.

Методы испытания добавок по ГОСТ 11508–74 «Битумы нефтяные» дают крайне противоречивые результаты, не позволяющие сравнить добавки. Замечено, например, что изменение температуры кипения воды на 0,5°C при анализе сильно влияет на показатель адгезии. Кроме того, понятие «бурного кипения» также можно толковать весьма расширенно.

В лаборатории компании «Селена» использована приемлемая для сравнительных оценок методика определения сцепления битума с каменным материалом. Она заключается в следующем:

– используют образцы гранита Павловского карьера Воронежской области фракции 15–20 мм розового цвета, так как на этом граните (кислая порода) адгезия битума наиболее слабая. Гранит промывают в дистиллированной воде, сушат в сушильном шкафу 1 ч при 140°C;

— исходный битум нагревают до 150°C, обезвоживают, добавляют рассчитанное количество испытуемой адгезионной присадки. При постоянном перемешивании смесь нагревают до 160°C и выдерживают при этой температуре заданное время;

— горячие образцы гранита из сушильного шкафа погружают в битум с добавкой на 15 с, после чего выдерживают 1 ч при комнатной температуре;

— гранит связанный с битумом для отмывания помещают в слабо-кипящую воду с постоянным перемешиванием;

— температуру воды фиксируют на постоянном уровне в интервале от 98–98,5°C;

— отмытый гранит высушивают на воздухе при комнатной температуре 1 ч;

— экспертно проводят визуальную оценку;

— при оценке по массе используют навески подготовленного образца гранита, которые взвешивают до и после связывания битумом, после отмывки битума и высушивания. Адгезию оценивают по массе отмытого битума.

Из результатов, приведенных на рис. 2, следует, что при визуальной оценке адгезионная способность добавок ДАД-1 и Секабаз (Франция) с выдержкой в битуме при 160°C почти одинаково снижается на 15–20% в течение 72 ч. Можно отметить более пологое снижение активности добавки Афтисотдор (Нижний Новгород) (10%). В целом добавки ДАД-1, Секабаз и Афтисотдор близки по адгезионной активности и термостабильности, увеличивают сцепление битума к павловскому граниту на 40–45%. Введение добавки Амдор увеличивает адгезию битума на 25–30% при хорошей термостабильности. Несколько иначе ведет себя добавка Wetfix. При выдержке до 12 ч активность быстро падает от 90 до

60%, после 20 ч выдержки составляет 55%, фактически не меняясь в течение 72 ч.

При методе оценки адгезионной способности по массе наблюдаются более скромные результаты адгезионной активности всех добавок, а именно: добавки ДАД-1 и Афтисотдор увеличивают адгезионную способность битума на 20–30%, Секабаз и Wetfix — на 15–20%, а также высокую термостабильность всех присадок кроме Амдор, для которой отмечается резкое падение активности за 12 ч нагревания от 90% до тех же 15–20%.

Таким образом, в результате проведения исследования добавок на их термостабильность можно отметить неплохую устойчивость к нагреванию добавок ДАД-1, Секабаз, Афтисотдор, несколько хуже Wetfix и Амдор. Крайне противоречивые результаты двух методов оценки адгезионной способности (визуальный и по массе) свидетельствуют о необходимости дальнейшего совершенствования методики оценки адгезионной способности и разработки нового ГОСТа.

В практическом плане при выборе поверхностно — активной добавки необходимо руководствоваться более полным объемом испытаний.

Ключевые слова: асфальтобетон, минеральный наполнитель, сцепление, активные добавки (ПАВ), технологии введения, методы определения сцепления.

Список литературы

1. Фридрихсберг Д.А. Курс коллоидной химии. Л.: Химия, 1974.
2. Von E.W. Fishcher // Koll.-z. 1958. S. 120, 160.
3. P.H. Ottewil, T. Walker // Koll. z., z. fürpolum. 1968. S. 108, 227.

МетаКаолин

**АКТИВНАЯ
ПУЦЦОЛАНОВАЯ
ДОБАВКА**

**РОССИЯ
ЧЕЛЯБИНСКАЯ ОБЛАСТЬ
г. Пласт
ул. Магнитогорский тракт, д. 1**

**Тел./ факс: (35160) 2-26-56;
2-29-45**

**www.kaolinzhl.ru
plast-rifey@chel.surnet.ru**

**ПЛАСТ
РИФЕЙ
к а о л и н
журавлиный лог**

Реклама

М.А. ЗАВЬЯЛОВ, А.М. ЗАВЬЯЛОВ, доктора техн. наук,
Сибирская государственная автомобильно-дорожная академия (СибАДИ) (Омск)

Оценка долговечности материала дорожного асфальтобетонного покрытия: энергетический и деформационный подходы

Одной из наиболее существенных проблем современного дорожного строительства, теории и технологии асфальтобетона является несовершенство средств, позволяющих прогнозировать долговечность асфальтобетонных покрытий, устраиваемых из материала с заданными физико-механическими характеристиками. Сложность решения этого вопроса аналитически очевидна: с одной стороны, имеет место влияние многообразных факторов внешнего воздействия, большинство из которых с трудом поддается математическому описанию, с другой – сложные внутренние процессы физико-химического взаимодействия минеральных заполнителей и вяжущих материалов, до настоящего времени недостаточно полно изученные. Не менее сложен вопрос и с точки зрения решения его экспериментальным путем. Требуется постановка значительного числа экспериментов для сбора достаточного количества необходимого статистического материала, что сопряжено с известными затруднениями. Таким образом, решение вопроса прогнозирования долговечности асфальтобетонных покрытий должно осуществляться по отдельным, наиболее важным ее показателям.

Известно значительное количество работ, в которых при исследовании под действием эксплуатационных факторов изменчивости свойств композитов показано, что эффект совместного их действия неравнозначен эффекту, полученному расчетом при суммировании или перемножении частных изменений свойств материалов от отдельных воздействий на материал, при которых изменение свойств может сопровождаться синергетическими эффектами [1]. В связи с этим требованиям, необходимым для разработки более точных рабочих методов расчета и теории надежности и долговечности сооружений, наиболее полно будут отвечать закономерности изменчивости свойств материалов, установленные по результатам исследования комбинированного или совместного воздействия различных факторов, имеющее место в реальных условиях эксплуатации. Полнота оценки долговечности может быть достигнута при получении закономерностей изменения свойств материалов при длительном действии детерминированных и изменяющихся во времени и по величине факторов. Полученные при этом закономерности изменения свойств могут быть использованы для определения временных зависимостей коэффициентов долговечности, учитывающих условия работы.

Предмет рассмотрения данной статьи – процесс построения и анализ двух подходов к оценке долговечности материала дорожного асфальтобетонного покрытия – энергетического и деформационного. В качестве математического инструментария используется интеграл Бейли, а точнее его форма:

$$1 = \int_{t_0}^{t_*} \frac{dt}{t_*(\omega(t))}, \quad (1)$$

где t_0, t_* – время начальное и до разрушения (долговечность) при отсутствии ремонтных мероприятий, соответственно; $\omega(t)$ – фактор, характеризующий или влияющий на разрушение материала.

Энергетический подход. В работе [2] с целью назначения обоснованных сроков и видов ремонтных работ введен коэффициент дефицита свободной энергии $k_{\text{деф}}$ как отношение модуля приращения свободной энергии F в данный момент времени к максимальному значению этого приращения за весь период эксплуатации:

$$k_{\text{деф}} = \frac{|\delta F|}{\delta F_{\text{max}}}. \quad (2)$$

Введенный безразмерный коэффициент дефицита свободной энергии рассматривается как нормативный критерий, определяющий срок до производства ремонтных работ. Иначе говоря, момент времени, в который текущее значение $k_{\text{деф}}(t)$ становится больше нормативного значения $k_{\text{деф}}^H$:

$$k_{\text{деф}}(t) > k_{\text{деф}}^H. \quad (3)$$

В качестве фактора, характеризующего разрушение материала $\omega(t)$, рассмотрим $k_{\text{деф}}(t)$, а функцию $t_*(\omega(t))$ примем равной $t_{\text{рем}} \cdot k_{\text{деф}}(t)$, т. е.:

$$t_*(\omega(t)) = t_{\text{рем}} \cdot k_{\text{деф}}(t), \quad (4)$$

где $t_{\text{рем}}$ – срок производства ремонтных работ.

Функцию $k_{\text{деф}}(t)$ можно представить в виде:

$$k_{\text{деф}}(t) = k_0(t - t_c), \quad (5)$$

здесь k_0 – коэффициент, зависящий от типа и марки асфальтобетона; t_c – синергетический период времени, характеризующийся упрочняющими асфальтобетонное покрытие процессами: $t_c = t_0 - \Delta t_0$; t_0 – начальный период разрушения.

Тогда формула (1) примет вид:

$$k_0 t_{\text{рем}} = \int_{t_c + \Delta t_0}^{t_*} \frac{dt}{t - t_c}. \quad (6)$$

Интегрируя, получим:

$$k_0 t_{\text{рем}} = \ln \left| \frac{t_* - t_c}{t_0 - t_c} \right|. \quad (7)$$

Время до разрушения материала покрытия при отсутствии ремонтов определится как

$$t_* = \Delta t_0 e^{k_0 \cdot t_{\text{рем}}} + t_c. \quad (8)$$

Деформационный подход. Введем кинетическое уравнение, связывающее скорость деформации дорожного асфальтобетонного покрытия с количеством нагрузений:

$$\frac{d\varepsilon_{пл}}{dt} = f(n), \quad (9)$$

где $\varepsilon_{пл}$ – величина пластической деформации; $0 \leq \varepsilon_{пл} \leq 1$; n – количество нагружений покрытия.

Интегрируя, получаем:

$$\varepsilon_{пл} = \int_0^t f(n) dt. \quad (10)$$

Из выражения (10) для предельного состояния следует:

$$1 = f(n)t_*. \quad (11)$$

Поэтому выражение (10) при $\varepsilon_{пл} = 1$ и $t = t_*$ принимает вид:

$$1 = \int_0^{t_*} \frac{dt}{t_* \cdot n(t)}. \quad (12)$$

Принимая

$$n = \alpha t, \quad (13)$$

где α – интенсивность дорожного движения, запишем, что согласно результатам работ [2, 3] пластическая (остаточная) деформация пропорциональна логарифму числа нагружений:

$$\varepsilon_{пл} = k_1 \ln(\alpha t), \quad (14)$$

где k_1 – коэффициент пропорциональности, зависящий от свойств материала дорожного покрытия и его транспортно-эксплуатационного состояния.

Из соотношения (14) с учетом (13), получим:

$$t_*(n(t)) = k_1 \cdot t. \quad (15)$$

Теперь равенство (12) приобретет вид:

$$1 = \int_0^{t_*} \frac{dt}{t \cdot k_1}. \quad (16)$$

Откуда t_* определится как:

$$t_* = t_0 e^{k_1}. \quad (17)$$

Таким образом, реализовав два различных подхода – энергетический и деформационный, получили два разных представления формулами (8) и (17) одной и той же величины t_* . Очевидно, что при соответствующих значениях коэффициентов для вычисления значения величины долговечности t_* можно пользоваться любой из этих формул. Если $\Delta t_0 = t_c = 1$, то, приравняв выражения (8) и (17), получим уравнение:

$$2e^{k_1} - (e^{k_0 \cdot t_{рем}} + 1) = 0, \quad (18)$$

позволяющее установить функциональную связь между коэффициентами k_1 и k_0 :

$$k_1 = f(k_0 \cdot t_{рем}), \quad (19)$$

линейной зависимости, например в виде:

$$k_1 = \mu k_0 \cdot t_{рем}, \quad (20)$$

где μ – линейный коэффициент, определяемый по методике [2].

Пример. Оценим долговечность материала дорожного асфальтобетонного покрытия. Пусть время от начала эксплуатации до проведения ремонтных работ $t_{рем} = 5$ лет, $t_0 = t_c + \Delta t_0 = 2$ года, $\Delta t_c = \Delta t_0 = 1$ год.

Тогда согласно [2] $t_0 = 0,61$; $\mu = 0,787$. По формуле (20) определяем $k_1 = 2,4$.

Затем по формуле (8): $t_* = 1 \cdot e^{0,61 \cdot 5} + 1 = 22,11$ лет; а по формуле (17): $t_* = 2 \cdot e^{2,4} = 22,05$ лет.

Абсолютная погрешность $\Delta \leq 0,06$.

Выводы

1. В результате реализации посредством интеграла Бейли двух различных подходов, энергетического и деформационного, получены две адекватные формулы для оценки долговечности материала дорожного асфальтобетонного покрытия.
2. Интеграл Бейли можно эффективно применять с различной «начинкой», как это сделано в данной статье, а не только для интерпретации традиционной зависимости напряжение – разрушение.
3. Уравнение (20) позволяет решать и обратную задачу – определять срок производства ремонтных работ по ранее установленным значениям коэффициентов k_1 и k_0 или их отношения.

Ключевые слова: интеграл Бейли, материал дорожного асфальтобетонного покрытия, долговечность материала.

Список литературы

1. Завьялов М.А., Завьялов А.М. Теплоемкость асфальтобетона // Строительные материалы. 2009. № 7. С. 6–9.
2. Завьялов М.А. Термодинамическая теория жизненного цикла дорожного асфальтобетонного покрытия. Омск: СибАДИ, 2007. 283 с.
3. Смирнов А.В. Динамика дорожных одежд автомобильных дорог. Омск: Зап.-Сиб. кн. изд-во, 1975. 182 с.



А.А. СОЛДАТОВ, инженер (soldatov85@mail.ru), Ю.Г. БОРИСЕНКО, канд. техн. наук, ГОУ ВПО Северо-Кавказский государственный технический университет (Ставрополь)

Структуры поверхности пористых порошков на основе отсевов дробления керамзита и их адсорбционная активность

Дефицит минерального порошка для асфальтовых материалов и отсутствие сырьевой базы карбонатного сырья во многих регионах страны вынуждают искать альтернативное сырье. Перспективным направлением в решении этой задачи является применение пористых минеральных порошков, в том числе из отходов промышленного производства. Использование таких наполнителей способствует повышению сдвигоустойчивости, тепло- и трещиностойкости асфальтобетонов, а также снижению стоимости их производства и применения. При производстве дробленого песка из керамзитового гравия в результате его дробления образуются порошкообразные отходы – высокодисперсные отсевы дробления керамзита, которые, по мнению авторов, возможно эффективно применять в качестве минерального порошка для асфальтобетонов.

Выбор минерального порошка для асфальтобетонов определяется в первую очередь распределением его частиц по размерам (полидисперсностью), а также их формой и характером упаковки. Большинство традиционно используемых дисперсных наполнителей получают из минералов путем дробления, истирания и т. п. При этом дробление происходит неравномерно, частицы наполнителей имеют нерегулярную форму, которая для большинства порошковых наполнителей различается чрезвычайно сильно и не может быть строго охарактеризована.

Известно, что плотные и пористые порошки по-разному ведут себя в отношении органических связующих, в том числе битумов. Основными особенностями тонкопористых порошков являются избирательная диффузия компонентов битума в микропоры пористых частиц и их повышенная удельная поверхность. В процессе избирательной диффузии асфальтены адсорбируются на поверхности минеральных частиц, смолы – в мелких приповерхностных порах, а масла могут проникать по капиллярам внутрь частиц пористого материала.

Вследствие увеличения концентрации асфальтенов вязкость поверхностных слоев битума возрастает, что обеспечивает более жесткие связи между минеральными частицами. Повышенная удельная поверхность пористых минеральных порошков материалов должна обеспечивать соответственно и повышенную адсорбционную активность органического вяжущего.

Были проведены исследования возможности использования высокодисперсных отсевов дробления керамзита в качестве минерального порошка для асфальтобетонов. В качестве эталона для сравнения использовали стандартный активированный известняковый порошок. Исследовали отсевы дробления керамзита фракций менее 0,16 мм и сравнивали с требованиями ГОСТ Р 52129–2003 для порошков МП-2. Свойства отсевов дробления представлены в табл. 1.

Удельную поверхность исследуемых наполнителей определяли двумя методами. Наиболее распространенным является использование поверхностеметров, например типа Т-3 (Товарова), принцип работы которых основан на прохождении воздуха через уплотненный слой минерального порошка. Использование поверхностеметров не всегда корректно, в особенности для тонкопористых минеральных порошков. Поэтому наряду с Т-3 использовали анализатор дисперсного состава порошкообразных материалов МИКАН, позволяющий не только определять удельную поверхность, но и получать изображение поверхности исследуемого микрообъекта с высоким, до 500 нм пространственным разрешением, анализировать состав, строение, топографию поверхности и некоторые другие свойства приповерхностных слоев.

Значения показателей удельной поверхности порошковых материалов, полученные на поверхностеметре Т-3, оказались практически равными и составили порядка 3100–3200 см²/г. Эти же показатели, определенные на анализаторе МИКАН, различаются, имеют бо-

Таблица 1

Показатели	Отсевы дробления керамзита	Требования ГОСТ Р 52129–2003 для МП-2
Зерновой состав, мас. %		
мельче 1,25	100	не менее 95
мельче 0,315	100	80–95
мельче 0,071	89,8	не менее 60
Пористость, об. %	32	не более 40
Набухание образцов смеси минерального порошка с битумом, об. %	1,15	не более 3
Истинная плотность ρ , кг/м ³	2470	–
Коэффициент водостойкости смеси керамзитовой пыли с битумом	0,87	не менее 0,7
Показатель битумоемкости, г	62,1	не более 80
Насыпная плотность $\rho_{н.}$, кг/м ³	887	–

Таблица 2

Размерность класса, мкм	Количество частиц в классе		Распределение по поверхности частиц (выход класса, %)		Распределение по объему частиц (выход класса, %)	
	Минеральный порошок на основе					
	известняка	керамзита	известняка	керамзита	известняка	керамзита
40–20	33	18	9,53	4,4	36,56	15,76
20–10	206	239	15,95	18,57	32,06	37,84
10–5	967	1104	18,34	21,03	14,15	21,26
5–2	4958	5477	26,65	31,4	10,9	17,38
2–0,5	11631	13230	26,22	24,59	6,25	7,76

лее высокие значения и составили соответственно 4080 см²/г для активированного минерального порошка и 6320 см²/г для отсевов дробления керамзита. Таким образом, удельная поверхность отсевов дробления керамзита в 1,5 раза выше, чем удельная поверхность активированного минерального порошка, что можно объяснить их более высокой дисперсностью, микропористостью и развитой поверхностью частиц. Это подтверждается определением зерновых составов исследуемых анализатором МИКАН порошков (табл. 2). Выявлено, что количество частиц, поверхностное и объемное распределение, особенно высокодисперсных фракций 2–0,5 и 5–0,2 мкм, отсевов дробления керамзита значительно превышает аналогичные показатели активированного минерального порошка.

По результатам проведенных исследований можно предположить, что отсевы дробления керамзита будут достаточно активно взаимодействовать с битумным вяжущим в силу высокой дисперсности и повышенной удельной поверхности.

Керамзит относят к кислым породам (содержание SiO₂ 60–75%); согласно имеющимся данным исследований кислые породы не рекомендуется применять для минеральных порошков, так как такие породы при взаимодействии с битумом не образуют хемосорбционных соединений. В настоящее время имеется и другая точка зрения. В исследованиях [1], а также в некоторых других указывается, что адсорбционная активность минерального материала не всегда определяется его химическим составом, а существенно зависит от наличия активных адсорбционных центров на его поверхности, так как контакт между битумным вяжущим и минеральным материалом осуществляется не по всей площади поверх-

ности, а в отдельных активных точках: центры Льюиса и Бренстеда. В работе [1] указывается на достаточно высокую адсорбционную способность по отношению к битуму таких кислых пород, как кварцитопесчаник или отходы ММС.

Адсорбционную активность исследуемых материалов определяли фотоколориметрическим методом и оценивали по количеству адсорбированного битума из раствора толуола. В качестве вяжущего использовали вязкий нефтяной дорожный битум марки БНД 60/90. Количество битума, химически связанного с поверхностью порошков, определяли по разности величин адсорбции и десорбции (рис. 1).

Из результатов исследований установлено, что адсорбционная активность высокодисперсных отсевов дробления керамзита несколько ниже адсорбционной активности известнякового порошка.

Одним из основных признаков, отличающих процессы физической адсорбции от хемосорбционных взаимодействий, является термодинамическая обратимость адсорбированного слоя. Исследование десорбции битума с поверхности порошков показало, что часть битума отслаивается растворителем. Это указывает на то, что предельно насыщенный адсорбционный слой битума на поверхности наполнителя состоит из прочно химически и обратимо физически связанного битума. Большая величина десорбции адсорбированного слоя вяжущего отмечается на поверхности отсевов дробления керамзита. В количественном отношении после десорбции на поверхности отсевов дробления удерживается большее количество битума, чем на поверхности известняка. После десорбции количество органического вяжущего, оставшегося на поверхности керамзита, составило $6,84 \times 10^{-3}$ кг_{бит}/кг_{пор}, на поверхности известняка – 6×10^{-3} кг_{бит}/кг_{пор}.

Результаты, выявившие неполную десорбцию битума с поверхности минеральных материалов, указывают на происходящие между наполнителем и органическим вяжущим хемосорбционные процессы. Эти взаимодействия могут быть обусловлены наличием активных бренстедовских кислотных центров, представляющих собой поверхностные гидроксильные группы. На указанных центрах могут образовываться водородные связи при участии атомов водорода поверхности, проявляющие электронно-акцепторные свойства. В качестве доноров при образовании этих связей могут быть π-связи, то есть электроны толуольных ядер и кратных связей, органических соединений битума, а также неподеленные электронные пары гетероатомов. Кроме того, в битумах содержатся также азотистые основания и соединения, включающие гидроксильные, карбонильные, сложноэфирные и другие группы, образующиеся при окислении нефтяных остатков, которые являются бренстедовскими основаниями и могут взаимодействовать с кислотными центрами Бренстеда поверхности [1].

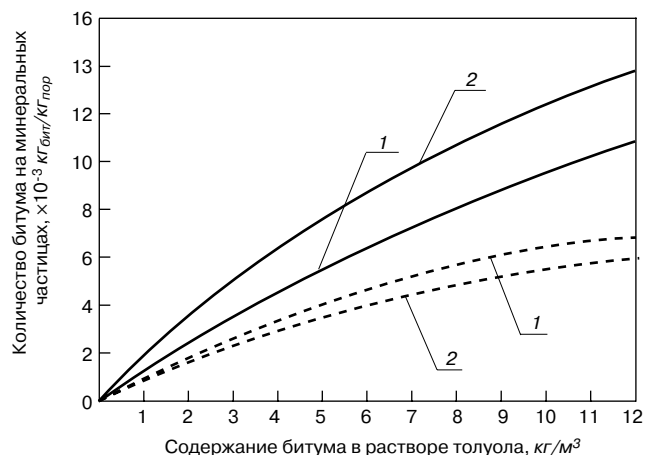


Рис. 1. Адсорбция-десорбция битума из раствора толуола на поверхности минеральных порошков: — — первоначальная адсорбция; - - - - после десорбции; 1 – керамзит; 2 – известняк

Это подтверждается результатами ИК-спектроскопических исследований. Активное взаимодействие компонентов битума с поверхностью исследуемого наполнителя из высокодисперсных отсевов дробления керамзита наблюдается на ИК-спектрограмме. ИК-спектры образцов битума после взаимодействия с образцами отсевов дробления керамзита характеризуются снижением интенсивности соответствующих пиков, что свидетельствует об уменьшении количества нафтеновых ($875, 675 \text{ см}^{-1}$) и ароматических (1600 см^{-1}) соединений, а также парафино-нафтеновых углеводородов ($2850-2930 \text{ см}^{-1}$). Взаимодействие компонентов битума с поверхностью частиц известнякового минерального порошка происходит аналогичным образом.

Результаты исследований адсорбции и десорбции битума на поверхности высокодисперсного отсева дробления керамзита и результаты ИК-спектрограмм исследований хорошо согласуются с исследованиями применения минеральных наполнителей на основе кислых пород (перлит, кварцитопесчаник и т. п.) других авторов [1].

Таким образом, на основе проведенных исследований выявлена достаточно высокая интенсивность взаимодействия битумного вяжущего с поверхностью частиц высокодисперсных отсевов дробления керамзита, имеющих кислую химическую природу, и подтверждена возможность их применения в качестве минерального порошка для асфальтобетонов.

В результате проведенных экспериментальных исследований установлено:

1. Традиционные методы определения удельной поверхности при использовании пористых минеральных порошков не являются объективными, поэтому необходимо применение современных методов и оборудования для определения этого показателя,

позволяющих учитывать и оценивать зерновой состав, форму и топографию поверхности наполнителей.

2. Определен зерновой состав и установлена высокая удельная поверхность образцов высокодисперсных отсевов дробления керамзита, более чем в 1,5 раза превышающая удельную поверхность стандартного известнякового порошка, что свидетельствует о высокой дисперсности исследуемого материала и предполагает возможность достаточно активного его взаимодействия с органическим вяжущим.
3. Установлены повышенная адсорбционная активность и структурирующая способность высокодисперсных отсевов дробления керамзита по отношению к битумному вяжущему, что обуславливается развитой поверхностью и высокоразвитой системой микропор, высокой удельной поверхностью и возможным наличием активных центров на поверхности исследуемого наполнителя. Интенсивное взаимодействие битума с частицами исследуемого наполнителя обосновывает возможность применения высокодисперсных отсевов дробления керамзита в качестве минерального порошка для асфальтобетонов.

Ключевые слова: высокодисперсные отсевы дробления керамзита, минеральный порошок, асфальтобетон, удельная поверхность, дисперсность, пористость, адсорбционная активность, адсорбция, десорбция.

Литература

1. Ядыкина В.В. Управление процессами формирования и качеством строительных композитов с учетом состояния поверхности дисперсного сырья. М.: АСВ, 2009. 374 с.

ПЯТАЯ МЕЖРЕГИОНАЛЬНАЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ ВЫСТАВКА



ДОМ-ЭКСПО ДОМ, КОТТЕДЖ, КВАРТИРА

- > АРХИТЕКТУРА, ДИЗАЙН ИНТЕРЬЕРОВ И ЛАНДШАФТОВ;
- > СТРОИТЕЛЬНЫЕ И ОТДЕЛОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ;
- > ВОДА, КЛИМАТИЧЕСКАЯ ТЕХНИКА, ТЕПЛО, ГАЗ, СВЕТ, ВЕНТИЛЯЦИЯ;
- > ФАСАДЫ, КРОВЛИ, ОКНА, ДВЕРИ, САНТЕХНИКА;
- > "УМНЫЙ ДОМ", СИСТЕМЫ БЕЗОПАСНОСТИ И ОХРАНЫ;
- > МЕБЕЛЬ, БЫТОВАЯ ЭЛЕКТРОТЕХНИКА РАЗЛИЧНОГО НАЗНАЧЕНИЯ;
- > БАНИ, САУНЫ, БАССЕЙНЫ;
- > ИПОТЕКА, ЖИЛИЩНОЕ СТРАХОВАНИЕ;
- > ЖИЛАЯ И КОММЕРЧЕСКАЯ НЕДВИЖИМОСТЬ.

**28-30
СЕНТЯБРЯ
2011г.
г.ЯКУТСК**

При поддержке:
Администрации г. Якутска,
Союза архитекторов Якутии,

СИБЭКСЕРВИС
SIB EXPO SERVICE
НОВОСИБИРСК

Тел./факс: (383) 335-63-50
E-mail: ses@avmail.ru
www.ses.net.ru

А.А. ЖУРАВЛЕВ, президент ассоциации «Недра» (Москва)

Что мешает развитию промышленности строительных материалов?

(Из опыта работы некоммерческого объединения горняков)

Надежды по выходу стройиндустрии из кризиса в 2010 г. не оправдались. При этом нужно учитывать, что кроме негативных явлений, связанных с кризисом, в России усугубляются другие не решаемые многие годы проблемы: недостаточное количество качественных автодорог, ветхая инфраструктура советского периода, аварийные объекты социального значения (детские сады, больницы, школы, дома престарелых, детские дома). Колоссальные бюджетные средства расходуются на устранение последствий техногенных катастроф (аварии на трубопроводах и в системе ЖКХ, обрушения зданий от проседания грунтов, оползней и т. д.). И это на фоне значительных поступлений в бюджет денежных средств от добычи полезных ископаемых. При разумном вложении средств многих таких катастроф удалось бы избежать.

Положение в отрасли хорошо иллюстрирует состояние производства нерудных строительных материалов (НСМ), которое не может радовать: в 2009 г. произошел обвальный спад на 38% к уровню 2008 г. Спад не был преодолен в 2010 г., когда объем производства НСМ к 2008 г. составил 67%, а к 1989 г. всего 40% (см. таблицу).

Характеризуя состояние промышленности, следует отметить некоторые положительные факторы. В соответствии с программой развития жилищного строительства в 2010 г. в отрасль вложено более 250 млрд р. (около 70% к уровню 2007 г.). Внешэкономбанк по поручению Правительства РФ разработал программу кредитования проектов в сфере развития и модернизации промышленности строительных материалов. Министерством регионального развития РФ подготовлена «Стратегия развития промышленности строительных материалов на период до 2020 года», которая к сожалению оторвана от действительного положения в отрасли. Введение процедуры прокурорского надзора позволило несколько снизить проверочную нагрузку на предприятия со стороны основных контролирующих организаций.

По инициативе ассоциации «Недра» было организовано совещание у председателя правления Государственной компании «Российские автомобильные дороги» С.В. Костина «Выработка дополнительных требований к минеральным материалам на объектах строительства, реконструкции и ремонта Государственной компании «Российские автомобильные дороги». На совещании принято решение по подготовке соглашения

о сотрудничестве в области поставок качественных минеральных материалов для объектов государственной компании «Российские автомобильные дороги» (трасса «Дон», М3, М4, «Москва – Санкт Петербург» и др.). Проект соглашения разрабатывает рабочая группа из представителей ГК «Российские автомобильные дороги», ассоциации «Недра», Российской ассоциации подрядных организаций в дорожном хозяйстве «Асдор», ассоциации «Родос» и независимых организаций-производителей нерудных строительных материалов. Реализация этого соглашения сможет оказать значительную помощь промышленности, поскольку дорожное строительство потребляет около половины производимых НСМ.

Однако предпринятые действия не устранили причины наиболее острых проблем промышленности природных строительных материалов. Вот главные из проблем, на решении которых было сосредоточено внимание ассоциации «Недра» в 2010 г.

Предприятия природных строительных материалов являются самыми крупными землепользователями и вопросы совершенствования законодательства о недропользовании, порядке предоставления лицензий на недропользование, размере арендной платы за пользование землей являются для них жизненно важными. Эти вопросы обсуждались в Институте Современного Развития (ИНСОР) на круглом столе «Развитие горного законодательства России». В заседании участвовали представители федеральных органов законодательной и исполнительной власти, крупнейших горнодобывающих компаний и их союзов, РАН. По результатам дискуссии разработаны предложения по комплексу мер, направленных на развитие горного законодательства в РФ, в частности, разработку Горного Кодекса и упорядочение системы государственного управления горнопромышленным сектором экономики. Предложения направлены Президенту РФ. Обсуждение этих вопросов, также при участии представителей ассоциации, было продолжено на научно-практической конференции «Проблемы земельных отношений в недропользовании», организованной комитетом Совета Федерации по природным ресурсам и охране окружающей среды.

Постановлением Правительства РФ от 16.07.2009 г. № 582 утверждены «Правила определения размера арендной платы, а также порядка, условий и сроков внесения арендной платы за земли, находящиеся в собственности Российской Федерации». Из-за пробелов в Земельном Кодексе под действие этого постановления не попали земли муниципальной собственности и земли, на которые право собственности не разграничено. В ряде регионов арендная плата не превышает 2–4%, что соответствует постановлению Правительства РФ. Однако на местном уровне эти

Объемы производства нерудных строительных материалов в России

Годы	1988	1989*	1990	2008**	2009	2010
Объем производства, млн м ³	721	728	713	428	265	295
Примечание. *максимум, достигнутый в России в советский период, **максимум, достигнутый в России.						

правила нарушаются. Например, в Ростовской области данная ставка составляет 85% кадастровой стоимости земельного участка!

В результате переговоров ассоциации «Недра» с Департаментом экономики и финансов аппарата Правительства РФ и Департаментом недвижимости Минэкономразвития РФ подготовлен проект федерального закона «О внесении изменения в статью 65 Земельного кодекса Российской Федерации», в котором указано: «Правительство Российской Федерации вправе установить порядок определения размера арендной платы, порядок, условия и сроки внесения арендной платы за земли, находящиеся в муниципальной собственности, собственности субъектов Российской Федерации или государственная собственность на которые не разграничена, и которые необходимы для ведения работ, связанных с использованием недрами...». Принятие закона поможет предприятиям избежать необоснованных затрат.

Другой жизненно важный вопрос – выполнение договорных обязательств по предоставлению вагонов для отгрузки продукции. Ассоциация «Недра» неоднократно обращалась в Правительство РФ по поводу роста затрат предприятий нерудной промышленности на перевозку продукции железнодорожным транспортом. Стоимость НСМ в значительной степени зависит от транспортной составляющей. Ее доля в конечной цене достигает 70%. В 2008–2009 гг. предприятия отрасли работали практически без прибыли, при минимальном уровне рентабельности.

Результатом реформы ОАО «РЖД» стало значительное увеличение расходов на перевозку, что погубило надежды восстановить уровень производства в 2010 г. На фоне острой нехватки вагонов передача вагонного парка ОАО «РЖД» в собственность дочерних структур – ОАО «Первая грузовая компания» (ПГК) и ОАО «Вторая грузовая компания» (ВГК) – парализовало работу предприятий по выполнению заказов на длительный срок. В июне 2010 г. территориальные центры фирменного транспортного обслуживания РЖД разослали предприятиям отрасли уведомление: «...центр фирменного транспортного обслуживания рекомендует Вам начать процедуру заключения договоров на перевозку грузов с операторскими компаниями, имеющими собственный подвижной состав, либо рассмотреть вопрос об аренде или приобретении собственного парка грузовых вагонов». Вагонный парк РЖД, переданный ПГК и ВГК, фактически выпал из оборота. Эта реорганизация нарушила сложившиеся хозяйственные отношения, поскольку вывела из сферы государственного регулирования контроль за выполнением РЖД договорных обязательств по перевозкам, разрушила тарифное регулирование.

Хотя объемы производства нерудных строительных материалов в 2010 г. заметно снижены, вагонов якобы по-прежнему не хватает. В июле-сентябре 2010 г. фактическое выполнение заявок составило лишь 30–40%, что не помешало операторам увеличить тарифы по многим направлениям на 10–50%.

Ассоциация «Недра» предприняла определенные действия, направленные на исправление ситуации. По предложению ассоциации ФАС России выпущен приказ №522 от 15.09.2010 г. «О включении хозяйствующих субъектов в реестр, ведение которого предусмотрено пунктом 8 части 1 статьи 23 Федерального закона от 26.07.2006 № 135-ФЗ «О защите конкуренции», которым РЖД и ПГК как занимающие доминирующее положение на рынке были включены в реестр организаций, на которые распространяется государственное регулирование. ФАС также выпустила Предписание РЖД и ПГК, которое гласит, п. 2: «ОАО «РЖД» не допускать

передачу в пользу дочернего общества ОАО «Первая грузовая компания» своих полномочий и функций, выполняемых в обязательном порядке на основании Федерального закона от 10.01.2003 № 18-ФЗ «Устав железнодорожного транспорта Российской Федерации».

Читатели знают, что создано множество коммерческих структур, которые по предписаниям органов надзора требуют выполнять ненужные проекты. Вот некоторые примеры их деятельности. Карьерам было выдано предписание на составление проекта численности маркшейдерского отдела. Стоимость работы – 1 млн р. А численность работников такого отдела почти на всех предприятиях отрасли 2–3 человека... Освободить предприятия, входящие в состав ассоциации, от этих претензий удалось только после вмешательства Ростехнадзора РФ.

Другой пример – требование ежегодной поверки маркшейдерских инструментов. Но ведь каждый специалист-маркшейдер несет ответственность вплоть до уголовной за точность выполняемых работ. Маркшейдер выполнял и выполняет поверки маркшейдерских приборов. Этому учат даже в техникуме. Но теперь предприятие обязано ежегодно проводить платную поверку приборов в коммерческой организации. Неисправные приборы выявляются специалистом-маркшейдером и сдаются в специализированную мастерскую. Для чего оплачивать ежегодную поверку этих приборов посторонней организации?

А сколько денежных средств изымается у предприятий за обследование зданий и сооружений! Цена договорная. А миллион рублей теперь не считается достойной суммой для коммерческих структур. Прежде ответственность за состояние объектов, включая уголовную, возлагалась на руководство предприятий. Обследования выполнялись ежегодно. Составлялись акты, проводилось текущее наблюдение и при необходимости выполнялись мероприятия вплоть до сноса зданий.

Также неоправданными представляются требования ежегодного освидетельствования горной техники. Оборудование всегда ремонтируется предприятием без предписаний и заключений не один раз в год. Зачем нужно чье-то «освидетельствование»?

Один из результатов такой деятельности, кроме финансовых потерь предприятий, – создание острого дефицита в горном производстве специалистов. При сложившейся порочной практике лучшие специалисты уходят в надуманные коммерческие структуры, в которых работа спокойнее, а оплата выше.

За подключение новых мощностей энергетики требуют оплаты дважды: плата за подключение, то есть на развитие энергосистемы, и плата по тарифу за потребленную электроэнергию. Например, одно из предприятий в Карелии заказало техпроект на подключение к ЛЭП. Расстояние от ЛЭП до предприятия 150 м, стоимость выполнения условий, предъявляемых энергетиками, 140 млн р. Чтобы компенсировать такие затраты предприятию, производящему щебень, потребуется минимум 10 лет.

Для решения общих проблем нам нужны согласованные действия.

Имеются замечания по «Стратегии развития промышленности строительных материалов на период до 2020 года», разработанной Министерством регионального развития РФ:

– прирост дополнительных мощностей по производству НСМ материалов по федеральным округам к 2020 г. в Стратегии (Таблица 7.3.) рассчитан без учета использования местных материалов, в частности, техногенных месторождений. В результате основная нагрузка ложится на производителей прочных изверженных пород;

- запланированный на 2020 г. уровень потребления НСМ в объеме 1040 млн м³ должен быть не продекларирован, а подтвержден программами развития стройкомплекса с указанием источников финансирования;
- цены на строительные материалы должны расти пропорционально с ценами на электроэнергию, топливо, транспортные расходы и так далее.
- стратегия не учитывает необходимости продолжения изучения размещения месторождений сырьевой базы.

Стратегия должна наметить общие направления развития отрасли. А одним из результатов работы должна стать разработка стратегий для каждого региона. Этой же цели служит новая политика Федерального фонда содействия развитию жилищного строительства (РЖС) в отношении принадлежащих ему земельных участков, предусмотренных для производства стройматериалов. РЖС планирует выделить наиболее перспективные технологии индустриального домостроения и в дальнейшем стимулировать их реализацию на продаваемых Фондом площадках. При этом планируется создание строительных кластеров, где будет производиться вся необходимая в этом регионе номенклатура стройматериалов.

Но на фоне тяжелого и затяжного выхода из кризиса заявления исполнительной власти о том, что: «...крайне важно избавить бизнес от разорительной административной и коррупционной нагрузки» превращаются в свою противоположность – нагрузка на бизнес увеличивается стремительными темпами.

Начало 2011 г. принесло предприятиям неконтролируемый рост тарифов на топливо и энергоносители. По информации предприятий – членов ассоциации «Недра», продекларированное повышение тарифов на электроэнергию до 15% в реальности составило, например: в Ростовской обл. более 60%, в Воронежской обл. более 40%, в Калужской области более 50%. Почти весь рост приходится на тарифы, регулируемые на региональном уровне. По мнению Президента России Д.А. Медведева, высказанному на заседании Госсовета 11 марта 2011 г., увеличение цен на электрическую энергию является «реальной угрозой для нашего экономического роста». Имелось поручение Президента к середине мая подготовить предложения по механизмам снижения цен на электроэнергию. В июне 2011 г. можно констатировать, что предприятия снижения цен на электроэнергию не дождалось.

Ситуация с ценами на дизельное топливо складывается аналогично. Например, в Московской обл. цены на дизельное топливо выросли на 31%, в Свердловской до 60%.

Правительство оперативно отреагировало на бесконтрольный рост цен на топливо. Но меры, принятые Правительством, дали ограниченный результат: цены на топливо, по данным Министра энергетики РФ, за февраль снизились на 3,5–4,4%. Мы согласны, что цены на топливо должны быть рыночными и экономически обоснованными, но если темпы роста составляют 40–60%, а снижение лишь 3–4%, возникают серьезные сомнения в том, что цены в ближайшее время достигнут приемлемого уровня. И наши сомнения оправдались. Цены на бензин и дизтопливо возросли почти вдвое.

Не теряет остроту вопрос об избыточных административных барьерах и административном давлении на бизнес со стороны контролирующих инстанций. Например, возросшие требования к пожарной безопасности (вступивший в действие Федеральный закон от 22 июля 2008 г. №123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности») привели к созда-

нию организаций, аккредитованных при МЧС РФ, проводящих «аудит пожарной безопасности». В результате предприятие, заплатившее значительную сумму за проведение «аудита», подключается к пульту данной организации и становится фактически ее заложником с обязательной уплатой ежемесячных «взносов» за подтверждение своей пожарной безопасности. Так бесплатная регламентированная государственная проверка превратилась в платную и обязательную.

На совещании в Звенигороде по вопросам снижения административных барьеров для субъектов малого и среднего бизнеса Президент РФ Д.А. Медведев дал поручение проанализировать цены на экспертные услуги для малого и среднего бизнеса: «Я хотел бы, чтобы прокуратура и контрольное управление посмотрели на цены на такого рода экспертные услуги и привели их в соответствие с рынком, а не в соответствие с потребностями тех или иных ведомственных структур». Было это в августе 2009 года. Что изменилось за это время?

Бурный рост «обязательных» услуг по аттестации и обучению кадров, а также рабочих мест, по ежегодному освидетельствованию горной техники, промышленных зданий и сооружений привел к бесконечному изъятию с предприятий денежных средств.

Появился новый вид бизнеса – помощь в получении лицензий Ростехнадзора. Всего за 100–200 тыс. р. (при госпошлине 2600 р.) каждый может получить лицензию на что угодно: от Лицензии ФСБ на деятельность с государственной до, например, экспертизы промышленной безопасности, производства маркшейдерских работ или на деятельность, связанную с отходами I–IV класса опасности. Можно даже выбрать: лицензия на эксплуатацию взрывопожароопасных производств от Ростехнадзора стоит 170 тыс. р., а лицензия МЧС на обеспечение пожарной безопасности всего 50 тыс. р.

Затем «лицензиаты» обирают предприятия, компенсируя свои расходы на получение лицензий.

Особенно цинично на фоне тяжелейшего положения предприятий отрасли выглядят бесконечные приглашения на платные конкурсы на звание «Предприятие года», «Лучший руководитель года», «Элита национальной экономики», организуемые бывшими и действующими депутатами Государственной Думы, в том числе членами «Единой России», при поддержке Совета Федерации, министерств и ведомств. Всего за 65–100 тыс. р. любое предприятие может стать лауреатом таких премий. Дискредитируются не только звания и премии, но и государственные органы, их подерживающие.

Исходя из сложившегося положения, ассоциация «Недра» в 2011 г. продолжит решать следующие задачи.

1. Отстаивание интересов промышленных предприятий перед монополистами через федеральные структуры власти.
2. Вести борьбу за снижение коррупционной нагрузки на предприятия стройиндустрии.
3. Организовывать совещания, круглые столы и конференции по острым вопросам промышленности строительных материалов с привлечением к участию в них представителей законодательной и исполнительной власти.
4. Принимать участие в разработке правительственных документов, оказывающих влияние на хозяйствующие субъекты.
5. Сотрудничать с родственными ассоциациями и некоммерческими объединениями в решении вопросов защиты интересов производителей.

Ключевые слова: горные предприятия, недропользование, железнодорожные тарифы, тарифы на электроэнергию, поверка оборудования, сертификация, лицензирование.

Модернизация крупнопанельного домостроения — локомотив строительства жилья экономического класса

19–20 апреля 2011 г. в Москве состоялась I Международная научно-практическая конференция «Модернизация крупнопанельного домостроения — локомотив строительства жилья экономического класса», организаторами которой выступили Центральный научно-исследовательский институт типового и экспериментального проектирования жилых и общественных зданий (ЦНИИЭП жилища) и объединенная редакция научно-технических и производственных журналов «Строительные материалы»® и «Жилищное строительство» при поддержке Комиссии Совета Федерации по жилищной политике и жилищно-коммунальному хозяйству, Российской академии архитектуры и строительных наук (РААСН), Союза архитекторов России, Министерства строительного комплекса Московской области, Министерства строительства, архитектуры и ЖКХ Республики Татарстан. Генеральным спонсором конференции выступил ДСК «БЛОК» (предприятие Группы ЛСР).

Мероприятие такого формата, где встречаются представители законодательной и исполнительной власти, архитекторы и проектировщики, ученые и производственники, не проводилось в России более двадцати лет. До 1990 г. в России была создана огромная индустриальная база строительства жилья (409 домостроительных комбинатов, более 2 тыс. заводов крупнопанельного домостроения и заводов сборного железобетона). На долю крупнопанельных зданий приходилось примерно 60% всего возводимого жилья или 47,3 млн м², при этом загрузка производственных мощностей составляла порядка 78%. За годы экономических преобразований в стране отрасль индустриального домостроения понесла большие потери: на начало 2011 г. действовало всего около 200 домостроительных комбинатов общей мощностью 35–40 млн м², при этом строится в крупнопанельном исполнении примерно 10–13 млн м². Кроме того, уже в конце 1990-х гг. износ оборудования ДСК и ЗКПД доходил до 70% [1]. Обсудить существующую ситуацию и наметить пути дальнейшего развития крупнопанельного строительства в Москву приехали более 250 руководителей и ведущих специалистов строительно-инвестиционных компаний, домостроительных комбинатов, заводов КПД, проектных институтов, предприятий машиностроения из 33 регионов России и 5 зарубежных стран. Благодаря поддержке региональных строительных министерств самыми представительными были делегации Московской области и Республики Татарстан.

Поскольку крупнопанельное домостроение изначально было инструментом выполнения государством обязательств перед гражданами по обеспечению жильем, а в настоящее время в жилье остро нуждаются почти 30 млн человек, большая часть которых малообеспеченные, в том числе «государевы» люди (военнослужащие, сотрудники силовых структур, врачи, учителя), актуальность и своевременность проведения конференции стала очевидной. Известно, что средняя обеспеченность жильем в Российской Федерации составляет 20–21 м² на человека, однако

доля аварийных и ветхих домов достаточно велика. Это отметил в своем выступлении председатель Комиссии Совета Федерации по жилищной политике и жилищно-коммунальному хозяйству **В.П. Парфенов**. Определенные положительные результаты достигнуты: в настоящее время в 12% ветхих домов проведен капитальный ремонт, 30% аварийного жилья расселено; 15 млн граждан улучшили свои жилищные условия. Дальнейшая реализация реконструкции аварийного и ветхого жилья требует наличия переселенческого фонда, которого в стране нет. Другая проблема — необходимость создания рынка арендного жилья, которое должно составлять 20–25% всего жилищного строительства. По словам Валерия Павловича, это объемы крупнопанельного домостроения, которое должно быть не только экономичным и быстровозводимым, но и комфортным, экологичным, энергоэффективным.

Заместитель министра регионального развития **К.Ю. Королевский** отметил, что для реализации планов в 2020 г. строить 140 млн м² в год мощность предприятий крупнопанельного домостроения должна составлять не менее 70 млн м² (при сохранении доли крупнопанельных домов в общем объеме строительства жилья). Именно поэтому необходимость модернизации базы КПД очевидна. При этом для инвесторов должны быть созданы благоприятные условия с целью всемерного ускорения модернизации этого сегмента промышленности и повышения его эффективности.

О работе Федерального фонда содействия развитию жилищного строительства рассказал заместитель генерального директора **А.Н. Старовойтов**. Он доложил, что вовлекаемые в коммерческий оборот неэффективно используемые федеральные земли предназначаются не только для строительства жилья, но и объектов стройиндустрии. К настоящему времени 9 участков реализовано для этих целей.

Президент Российской академии архитектуры и строительных наук академик **А.П. Кудрявцев**, не подвергая сомнению потенци-



Приветствие от Министра строительства Правительства Московской области зачитывает ген. директор Строительной компании «Домостроение» В.Н.Тяжлова. Всего в конференции приняли участие семь подмосковных домостроительных комбинатов



В президиуме конференции А.И. Вахмистров, первый вице-президент НОСТРОЙ, председатель правления ОАО «Группа ЛСР», и В.П. Парфенов, председатель Комиссии Совета Федерации по жилищной политике и жилищно-коммунальному хозяйству

ал КПД для строительства жилья экономического класса, выразил опасения архитектурного сообщества в том, что если КПД будет определено как приоритетное направление обеспечения граждан социальным жильем, города опять станут похожими друг на друга. Он отметил, что преодолеть отношение к крупнопанельному домостроению трудно. Однако совместные усилия ученых, архитекторов, производителей помогут определить реальные параметры сегмента КПД в жилищном строительстве как гибкого технологического инструмента архитектурно-градостроительных решений жилой среды XXI в.

Генеральный директор ЦНИИЭП жилища **С.В. Николаев** показал, что современное крупнопанельное домостроение – это совершенно другой уровень архитектурно-планировочных решений, инженерного обеспечения, качества строительства. Квартиры в крупнопанельных домах продаются быстрее, так как они дешевле. Для быстрого прироста рынка жилья целесообразно модернизировать существующую базу КПД и использовать это дешевое жилье для социальных нужд. Ведь реальная ситуация в стране очень сложная: 1,2 млн человек не имеют жилья; 6 млн человек живут в аварийных и ветхих домах; 24% всего жилого фонда (720 млн м²) не имеет водопровода; 28% всего жилого фонда (840 млн м²) не имеет канализации; 37% всего жилого фонда (1110 млн м²) не оборудовано горячим водоснабжением; более 4 млн человек десятилетиями стоят в очереди на получение жилья.

Крупнопанельный дом дешевле на 15–20% монолитного дома, на 20–25% – кирпичного во всех диапазонах этажности (от 2–3-этажных до 25); крупнопанельный дом строится значительно быстрее, нежели монолитный или кирпичный; в малоэтажных зданиях (ниже 5 этажей) эксплуатационные затраты на содержание на 40–50% меньше, чем в многоэтажных; около 80% социального жилья следует строить в малоэтажном безлифтовом исполнении – 4-этажным, блокированным, с местом для хранения автомобиля и, было бы совсем хорошо, с участком земли в 2–4 сотки; при недостатке земли (в мегаполисах и больших городах) социальные дома строить в многоэтажном исполнении (приблизительно 20% жилья).

Управляющий директор Группы ЛСР в Москве **И.Л. Романов** показал на опыте работы предприятий Группы ЛСР, что производство и реализация крупнопанельных домов – это единый взаимосвязанный процесс, рентабельность которого напрямую зависит от того, насколько грамотно выстроено взаимодействие между девелопером, производителем и проектной организацией [2].

Руководитель строительного направления Группы ЛСР, управляющий ЗАО «ДСК «Блок» и ОАО «Гатчинский ДСК» **В.И. Черняев** большой энтузиаст и пропагандист крупнопанельного домостроения. На ДСК «Блок» внедрены новейшие технологии производства железобетонных изделий и проектирования домов из сборного железобетона. Мы искренне благодарны Владимиру Ивановичу за поддержку проекта проведения конференции на самом начальном этапе его разработки.

Выступая на пленарном заседании, В.И. Черняев рассказал о бесшовной технологии отделки фасада – «теплый фасад», которая позволяет: повысить теплоизоляцию наружных стен; закрыть межпанельные стыки; исключить протечки и промерзания в стыках наружных стен; придавать различную индивидуальную пластику фасадам зданий.

Как мы помним, основными претензиями к крупнопанельным домам являются низкая теплотехническая эффективность, однообразие проектных решений и абсолютная невыразительность фасадов.

Об основах информационного моделирования здания рассказал директор AllbauSoftwareGmbH (Германия) **В. Шкатов**. Он представил возможности системы AllplanPrecast, такие как объемное моделирование зданий, планирование поставок, производства и монтажа, позволяющие реализовать индивидуальную архитектуру промышленным способом [3].

Об особенностях производства архитектурного бетона для создания оригинальных и разнообразных фасадов рассказал главный инженер французской компании «Аркомат» **Ж.-М. Бар-**



Генеральный директор ЗАО «Патриот-Инжиниринг» С.Е. Шмелев



За годы работы в отрасли сделано немало: управляющий ГК «Рекон-СМК» В.А. Шембаков (Чебоксары, Республика Чувашия) и В.И. Сохряков (справа), в настоящее время доцент МИТАХиС



Справа налево: директор компании Allbau Software В. Шкатов, заместитель начальника отдела департамента архитектуры, строительства и градостроительства Минрегионразвития РФ И.М. Дьяченко, директор по развитию ЗАО «ЮИТ Московия» П.А. Кочережкин



Руководитель строительного направления Группы ЛСР, управляющий ЗАО «ДСК «Блок» и ОАО «Гатчинский ДСК» В.И. Черняев



Перспективы жилого комплекса «Сакраменто» в г. Балашиха Московской обл.



Управляющий директор Группы ЛСР в Москве И.Л. Романов (см. его статью на с. 13)



Своей концепцией строительства заводов КПД поделился с главным редактором журнала «Строительные материалы»® Е.И. Юмашевой руководитель проектной группы ЗАО «Ведис развитие» Е.В. Смолик



Генеральному директору Томской домостроительной компании А.К. Шпетеру (справа) есть что обсудить с коллегами



Заместитель генерального директора Миасского завода крупнопанельного домостроения В.М. Ващенко и генеральный директор компании «Элтикон» Н.Г. Починчук

беру. Он сделал акцент на том, что стоимость и качество архитектурного бетона зависят от используемых видов цемента и пигментов; качества опалубки. Кроме того, при производстве архитектурного бетона необходимо быть готовыми к изменениям технологического цикла (корректировка работы бетоно-смесительного узла, пропарочной камеры и т. д.).

Заместитель директора по научной работе ГП «Институт НИПТИС им. С.С. Атаева» (Минск, Республика Беларусь) **Л.Н. Данилевский** рассказал о республиканской программе по строительству энергоэффективных зданий, предусматривающей техническое оснащение зданий, а не увеличение приведенного теплосопротивления ограждающих конструкций.

Учитывая разнонаправленность интересов участников конференции, после пленарного заседания были организованы две секции: «Архитектура и особенности проектных решений крупнопанельных зданий» и «Технология и оборудование предприятий ДСК и КПД».

На секции «Архитектура и особенности проектных решений крупнопанельных зданий» большой интерес участников вызвали выступления: заместителя директора по науке ЗАО «Казанский Гипроиниавиапром» (Казань, Республика Татарстан) **А.Н. Коршунова**, в котором обоснована возможность параллельного производства двух серий крупнопанельных домов (эконом-класса и комфортных) на базе типового завода, построенного в советское время, а при условии кооперации с производителями пустотных плит безопалубочного формования возможно также производство индивидуальных панельных жилых домов; главного конструктора ЦНИИЭП жилища **А.Б. Вознюка**, уделившего внимание фасадам крупнопанельных зданий из мелкоштучных элементов с представлением разработанных специалистами института конструкций наружных стен и узлов для создания разнообразной пластики фасадов и цветowych решений. В докладе руководителя центра проектирования и экспертизы НИИЖБ им. А.А. Гвоздева **И.Н. Тихонова** особое внимание было уделено вопросам армирования железобетонных конструкций. На примере совершенствования проектов серии И-155 в результате сотрудничества проектировщиков, научных работников и производителей расход арматурной стали снизился в среднем на 15% при одновременном обеспечении устойчивости жилых домов от прогрессирующего обрушения [4].

На секции «Технология и оборудование предприятий ДСК и КПД» с интересом встретили доклад **С.Е. Шмелева**, генерального директора ЗАО «Патриот-Инжиниринг», осуществившего самый крупный и амбициозный проект реконструкции действующего домостроительного предприятия – Ростовского комбината КПД. Станислав Евгеньевич является сторонником применения только импортного оборудования, аргументируя это высоким качеством, комплектностью, участием зарубежных фирм в отладке технологии и обеспечении сервисного обслуживания. Что же, трудно спорить с такими аргументами, особенно учитывая бюджет реализованного в Ростове-на-Дону проекта.

Однако у российских заводов КПД есть на кого опереться и в своем отечестве. Например, ЗАО «РЕКОН» уже установило около 70 технологических линий по производству сборно-монолитного каркаса (СМК) суммарной мощностью более 5 млн м² зданий в год. Дооснащение этих линий универсальными стендами, позволяющими выпускать также одно- и трехслойные стеновые панели, позволит увеличить общую мощность установленных линий до 10 млн м² в год. Управляющий ГК «Рекон-СМК» **В.А. Шембаков**, рассказал, что технология СМК позволяет собирать каркасы с пролетами между колоннами до 18 м, а индивидуальный расчет несущих элементов в зависимости от их месторасположения в каркасе обуславливает меньший расход металла при производстве конструкций. Высота этажа зависит только от прочностных характеристик колонн, то есть СМК можно использовать не только для строительства жилья, но и школ, общественных зданий, спортивных сооружений, промышленных объектов [5].

Дискуссия на секции разгорелась после выступления генерального директора ЗАО «НИИ-Керамзит» (Самара) **В.М. Горина**, в котором он показал, что увеличение теплозащиты ограждающих стен более 2,5–3 м²·°С/Вт нецелесообразно: применение новых разработок в мате-



Председатель союза производителей керамзита и керамзитобетона, генеральный директор НИИКерамзит В.М. Горин



А.В. Косилов (справа) один из «свардейцев» крупнопанельного домостроения, на возглавляемом им Новокузнецком домостроительном комбинате работает со дня основания в 1972 г.

риаловедении и технологии производства керамзита позволяют применять керамзитобетон в однослойных ограждающих конструкциях.

Продолжил тему однослойных конструкций доклад помощника руководителя ОАО «Управляющая компания холдинга Забудова» (Республика Беларусь) **Н.П. Сажнева**. Он отметил, что в Беларуси большое внимание уделяется снижению трудоемкости строительства жилья и увеличению теплосажищности зданий. С этой целью на ведущих предприятиях ОАО «Управляющая компания холдинга «Забудова» и ОАО «Сморгоньсиликатобетон» освоено производство армированных ячеисто-бетонных изделий, в том числе крупноразмерных панелей (система фиксации арматурных каркасов разработана специалистами предприятий). По критерию приведенных затрат однослойные ячеисто-бетонные стены обладают существенными преимуществами в сравнении с трехслойными.

Всего в рамках пленарной и секционной программ было представлено к обсуждению более 30 докладов.

20 апреля состоялась выездная сессия конференции, включающая два технических тура. Участники конференции посетили строительные площадки крупнопанельных зданий нового поколения в г. Балашихе Московской области: **многоэтажных** многосекционных жилых домов серии «ЕвроПа» в микрорайоне для военнослужащих (застройщик ЗАО «Мосстройреконструкция», производство комплектов домов ЖБИ-6, Группа ЛСР) и **малозэтажных** домов типа «ЕВРО» в жилом комплексе «Сакраменто» (застройщик ГК «Мортон», производство комплектов домов ЖБИ-6, Группа ЛСР), а также домостроительный комбинат «БЕТИАР-22» (предприятие ГК СУ-155), полная реконструкция которого проведена российской проектной организацией с установкой основного технологического оборудования российского производства для выпуска панельных домов серии ИП-46С мощностью предприятия 330 тыс. м² в год.

Это одно из старейших предприятий по производству железобетонных изделий, история которого началась в первый послевоенный год, когда тресту «Граждануглежилстрой» был предоставлен земельный участок на территории Южного порта Ждановского района г. Москвы, где и был в 1946 г. построен завод строительных деталей. В 1958 г. Кожуховский завод железобетонных изделий был передан Главмосстрою и переименован в Завод железобетонных изделий №22.

С началом перестройки предприятие было акционировано и преобразовано в АО «БЕТИАР-22». После вхождения в ГК СУ-155 из предприятия полигонного типа по изготовлению ЖБИ «БЕТИАР-22» был перепрофилирован под изготовление серийных крупнопанельных домов ИП46С и И-155Мм,Мк по конвейерной технологии. В настоящее время на предприятии также выпускаются железобетонные изделия для инженерных сооружений; сваи; дорожные плиты; изделия для коллекторов; ФБС; колонны; ригели; товарный бетон; арматурные изделия.

Обсудив итоги пленарной и выездной сессий, участники конференции приняли **Решение**, в котором отмечается, что использование устаревшего оборудования и отсутствие на предприятиях гибкой технологии, позволяющей оперативно изменять продукцию в заданных пределах, существенно испортили имидж крупнопанельного домостроения.

Зарубежная практика и примеры отечественного опыта использования крупнопанельной системы на базе внедрения гибкой автоматизированной технологии производства показывают высокую эффективность модернизации предприятий КПД, позволяющей: обеспечить рост объемов жилищного строительства; создать в течение 2–3 лет устойчивый рынок дешевого и комфортного жилья экономического класса, а также рынок арендного жилья, увеличив объемы строительства жилья на 25–35 млн м²; оперативно изменять номенклатуру изделий для жилых и общественных зданий, создавать разнообразные архитектурно-пространственные и архитектурно-планировочные решения жилых застроек с разными фасадными решениями; оперативно реагировать на возникающие требования по пожарной безопасности, энергоэффективности, по увеличению высоты этажа, доступности для маломобильных групп населения и т. п.



Обсуждение решения конференции. Директор ООО «ЗКПД ТДСК» ООО «Томская домостроительная компания» **Н.Б. Ефремов**



Активный участник дискуссии д-р техн. наук **Л.В. Моргун**, Ростовский государственный архитектурно-строительный университет



Слева ведущий архитектор ГУСС «Дальспецстрой» **Н.Ю. Гайфулина**



Участники конференции на заводе «БЕТИАР-22». Экскурсию проводит главный инженер **В.К. Караханов**



Участники конференции решили:

- предложить создать при Министерстве регионального развития РФ центр по координации жилищного строительства в РФ, обеспечивающий координацию проектных, технологических, материальных и финансовых услуг на федеральном и субъектном уровнях. В качестве первоочередной работы центра предусмотреть: подготовку предложений по внесению в проект ФЦП «Жилище» на 2011–2015 гг. раздела по модернизации базы крупнопанельного домостроения, а также по корректировке соответствующих разделов программы развития базы промышленности строительных материалов; анкетирование и анализ существующей индустриальной базы домостроения, а также базы, действовавшей на конец 1990-х гг.; оценку и при необходимости организацию переработки архитектурно-планировочных и конструктивных решений проектной базы индустриальных жилых домов и объектов соцкультбыта с учетом современных требований по энергоэффективности, безопасности и др.; оценку и подготовку предложений по технологическому перевооружению и модернизации домостроительных предприятий на основе использования современного отечественного и зарубежного оборудования; анализ использования современных строительных материалов и изделий, в том числе новых видов арматуры, для улучшения экономических показателей крупнопанельных зданий;
- обратиться в Министерство экономического развития РФ с просьбой о создании определенных преференций участникам модернизации базы домостроения, в том числе при организации производства современного технологического оборудования для заводов КПД на региональных машиностроительных предприятиях; по снижению тарифных нормативов на закупку зарубежного технологического оборудования;
- предложить Федеральному фонду содействия развитию жилищного строительства (фонд «РЖС») рассмотреть возможность развития сегмента рынка жилья эконом-класса, а также арендного жилья за счет использования продукции модернизированных домостроительных предприятий; рекомендовать фонду проведение конкурсов на выявление качественно новых архитектурно-градостроительных решений жилых комплексов с использованием КПД;
- просить Союз архитекторов России, Российскую академию архитектуры и строительных наук сформировать новые требования к продукции домостроительных предприятий, позволяющие уйти от известных недостатков КПД и использовать процесс модернизации базы КПД для существенного изменения градостроительного и архитектурного облика городов и жилых поселений;
- просить Союз архитекторов России учредить премию в номинации «Жилище экономического класса на основе новых строительных технологий»;
- поручить оргкомитету конференции подготовить письма в органы государственной законодательной и исполнительной власти с просьбой оказывать содействие программам модернизации базы крупнопанельного домостроения, в том числе в виде: кредитования, дотирования или гарантирования кредитования финансовых средств на модернизацию базы КПД; установления определенных налоговых льгот или налоговых кредитов на развитие и модернизацию базы КПД; освобождение от налогов на прибыль предприятий и участников программы модернизации КПД и строительства социального жилья;
- считать полезным организацию ежегодных научно-практических конференций по модернизации базы крупнопанельного домостроения; организовать II Международную научно-практическую конференцию «Модернизация крупнопанельного домостроения России» в 2012 г. в Москве.

За время, прошедшее после конференции, уже начата работа по выполнению ряда ее решений, в том числе подготовка к проведению следующей конференции.

Список литературы

1. Николаев С.В. Модернизация крупнопанельного домостроения – локомотив строительства жилья экономического класса // Жилищное строительство. 2011. № 3. С. 3–7.
2. Романов И.Л. Синергия производства и девелопмента в крупнопанельном домостроении // Жилищное строительство. 2011. № 6. С. 13–16.
3. Шкатов В., Вильдермут Г. Новый модуль Allplan Precast для конструирования многослойных панелей // Жилищное строительство. 2011. № 6. С. 20–23.
4. Грановский А.В., Доттуев А.И, Тихонов И.Н. Повышение прочности горизонтальных стыков крупнопанельных зданий // Жилищное строительство. 2011. № 6. С. 31–32.
5. Шембаков В.А. Выполнение задач современного строительства с помощью технологии сборно-монолитного каркасного домостроения // Жилищное строительство. 2011. № 6. С. 17–19.

*Е.И. Юмашева,
Л.В. Сапачева*

Фото Е. Свиридова, Е. Юмашевой

13-я специализированная выставка

ОТЕЧЕСТВЕННЫЕ СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

ОСМ 2012



25 – 28 ЯНВАРЯ
Москва, ЦВК «Экспоцентр»



ЕВРОЭКСПО

www.osmexpo.ru



ПРАВИТЕЛЬСТВО МОСКВЫ
КОМПЛЕКС ГРАДОСТРОИТЕЛЬНОЙ
ПОЛИТИКИ И СТРОИТЕЛЬСТВА
ГОРОДА МОСКВЫ

ОФИСИАЛЬНАЯ ПОДДЕРЖКА:



ПРИ СОДЕЙСТВИИ:

ЭКСПОЦЕНТР



ГЕНЕРАЛЬНЫЙ
ПАРТНЕР ВЫСТАВКИ:

РОСНАНО

ГЕНЕРАЛЬНЫЙ
СПОНСОР ВЫСТАВКИ:

Всё для строительства

ПАРТНЕР ВЫСТАВКИ:

АПКСМ

ГЕНЕРАЛЬНЫЙ
ИНФОРМАЦИОННЫЙ
СПОНСОР:

Стройка
ГРУППА ГАЗЕТ

ИНФОРМАЦИОННАЯ
ПОДДЕРЖКА:

ВОСК



ПЕРВЫЙ
ДОМ

СТРОИТЕЛЬНЫЙ
ЭКСПЕРТ

СТРОИТЕЛЬНЫЕ
МАТЕРИАЛЫ*

Коттеджей

АККО

СТТ'2011

ВЫСТАВКА для профессионалов

31 мая – 4 июня 2011 г. в Москве в МВЦ «Крокус-Экспо» проходила XII Международная специализированная выставка «Строительная техника и технологии'2011» (СТТ'2011). Мероприятие открывает свои двери для десятков тысяч профессионалов строительства из России и множества других стран.

Организатором мероприятия является компания Media Globe, специализирующаяся на организации выставок и издании журналов для профессионалов. Большую роль в работе с иностранными клиентами играют международные партнеры организаторов – немецкая компания IMAG (международное подразделение MESSE MUNCHEN INTERNATIONAL); объединение европейских производителей оборудования CECE; Китайская национальная корпорация по экспорту и импорту машин и оборудования СМЕС – организация, занимающаяся интеграцией китайской промышленности с мировым рынком; Американская ассоциация производителей оборудования АЕМ.

Отличительной особенностью выставки СТТ является то, что она ориентирована только на профессионалов. Конечно, это не исключает

ковывают внимание профессионалов из всех регионов России, СНГ, стран Европы, Америки и др.

В 2011 г. выставка увеличилась почти на 15% по количеству участников и на 10% по величине выставочной площади. На СТТ'2011 около 790 компаний представили продукцию на общей площади более 100 тыс. м². По всем показателям масштабы выставки приблизились к докризисному 2008 г.

Особый интерес выставки представляла уличная экспозиция, которая не ограничивала размещение оборудования и техники ни по высоте, ни по нагрузке на основание. На стендах и открытых выставочных площадках была расположена техника всемирно известных марок Liebherr, Hitachi, Volvo, Jcb, Wirtgen, Bomag, Doosan, John Deere,



ет случайного попадания посетителей, подыскивающих технологии строительства собственного загородного домика, но это редкое исключение. Выставка интересна и важна именно для тех, кто имеет отношение к строительству зданий и сооружений, дорог и мостов, занимается производством, ремонтом и эксплуатацией специальной техники, вовлечен в разработку и усовершенствование строительного оборудования, производит строительные материалы, конструкции и изделия.

Экспозиция включает технологическое оборудование для производства строительных материалов, изделий и конструкций, дробильную и сортировочную технику, строительную технику различного назначения, специализированную автотехнику, запасные части к ней и др. Насыщенная экспозиция и продуманная деловая программа при-

Комatsu, Hyundai и др., которая во многих случаях здесь же демонстрировала свои возможности: экскаваторы и бульдозеры перемещали песок; платформенные подъемники поднимали специалистов на высоту, с которой открывался красивый вид на выставку и МКАД. Крупнейшие российские производители – АВТОКРАН (Иваново), МК КРАНЕКС (Иваново), завод Стройдормаш (Алапаевск), Клиновский автокрановый завод, Галичский автокрановый завод, Группа ГАЗ, КАМАЗ, ЧТЗ-УРАЛТРАК, ЧЕТРА-промышленные машины также представили лучшие образцы своей продукции.

На протяжении 12 лет выставка СТТ подтверждает свою необходимость для специалистов отрасли. СТТ была и остается местом, где встречаются производители и покупатели, собираются все крупнейшие представители отрасли и решаются важные деловые задачи.

Конференция

«Тепловыделение при твердении цемента и бетона: феномен и технологический фактор»

(организатор Центр Бетонных Технологий Санкт-Петербург, 21–22 апреля 2011 г.)

Конференции последних лет в области строительного материаловедения и его приложений носят, в подавляющем большинстве, рецептурно-технологический характер, который определяется массовым освоением нового поколения бетонов, сухих смесей и их компонентов. В тени остаются многие важные аспекты опережающего экспериментально-теоретического плана. Ситуация часто оправдывается кризисным положением отечественной науки, отставанием исследовательской базы и другими объективными обстоятельствами.

В данном случае Центр Бетонных Технологий взял на себя смелость проведения конференции, на первый взгляд, теоретического, а не прикладного плана. Она была посвящена тепловыделению — фундаментальному явлению, сопровождающему твердение цемента и бетона в изделиях и конструкциях.

Обобщая большой опыт, накопленный харьковской научной школой бетоноведения, автор сделал доклад, который был разбит на ряд тем:

- физико-химия и технология бетона;
- тепловые эффекты твердения и свойства цемента и бетона;
- калориметрия цемента и бетона;
- тепловые эффекты и технологические факторы;
- вклад тепловыделения в энергетический баланс твердения;
- мониторинг твердения бетона в конструкциях;
- информационные технологии бетона.

Даже простое перечисление разделов свидетельствует о целесообразности изучения тепловыделения методами калориметрии для решения разнообразных технологических задач.

Направление оценки эффективности технологических решений, особенно применения химических, минеральных и комплексных добавок, на базе калориметрической информации развивается стремительно. Методы «строительной» калориметрии за рубежом стандартизируются. Расширяется и становится все более доступной приборная база.

Здесь уместно вспомнить изречение гениального петербуржца Д.И. Менделеева — «наука начинается там, где начинают измерять!»

Доклад-презентация суммирует накопленный в мире опыт исследовательского и прикладного планов, охватывая не только процессы твердения, но и возможности прогноза прочности, мониторинга температурных полей и напряженного состояния бетона в конструкциях.

В заключение доклада была приведена информация о калориметрическом центре строительного материаловедения Харьковского строительного университета, работы которого посвящены решению теоретических и прикладных задач бетоноведения на базе оценки и учета тепловыделения.

Актуальность и важность данных о теплоте гидратации цемента при возведении ответственных

массивных сооружений была показана в докладе Л. Нитнера, руководителя отдела испытаний компании Bilfinger Berger SE (Германия), в которой разработаны эффективные программы расчета термонапряженного состояния железобетонных конструкций. На практическом примере проектирования и сопровождения работ при строительстве крупной плотины в ФРГ доказательно проиллюстрированы ее возможности, позволяющие избежать нежелательных растягивающих деформаций в теле бетона.

Теоретические и прикладные аспекты тепло- и массопереноса при монолитном бетонировании были рассмотрены в докладе академика РААСН С.В. Федосова. Глубоко владея законами тепло- и массопереноса в технологических процессах и фундаментальными знаниями расчетного аппарата, С.В. Федосов реализует рациональные решения задач бетонирования различных конструкций в зимних и летних условиях, в условиях заводского производства в сочетании с данными об экзотермии цемента и бетона.

Продолжил эту линию канд. техн. наук Ю.Г. Барабанщиков (СПбГПУ) в докладе, посвященном методике оценки трещиностойкости с учетом тепловыделения твердеющего в массиве бетона.

Большой интерес вызвало сообщение менеджера компании MC-Bauchemie А.С. Ложкина об опыте бетонирования массивного бетонного основания башни «Исеть» высотой 215 м строящегося в Екатеринбурге делового центра. Объем уложенного за 2,5 дня при температуре $-18...-12^{\circ}\text{C}$ бетона составил 7 тыс. м³. Состав бетона был спроектирован с расчетом благоприятного термонапряженного состояния конструкции фундамента, при этом были предусмотрены меры по снижению экзотермии бетона за счет сокращения расхода цемента, введения золы-уноса и комплекса добавок MC-Bauchemie, который включает пластификатор Мурапласт ФМ-48, замедлитель Ретард 390 и высокоактивную суспензию минерального компонента — алюмосиликата Центрилит НЦ. Это сообщение подтвердило реальные возможности технологического регулирования при ведении бетонных работ в сложных климатических условиях с учетом данных об экзотермии, а также развитии температурных полей и напряжений в бетоне.

Отраден и тот факт, что «семена» профессионализма, отличавшего прошедшую конференцию, проникли в собранную ЦБТ молодежную среду. Можно ожидать, что «урожай» будет весомым и, как утверждал Д.И. Менделеев — «посев научный взойдет для жатвы народной», а технология бетона будет все более эффективной.

*А.В. Уиеров-Маршак,
д-р техн. наук, профессор ХГТУСА*

удк 693.9

В.А. ЛУКОНИН, директор ООО «ПСК «ПроектСтройИндустрия»;
 В.В. РЕПЕКТО, канд. техн. наук, ООО ПЦЭИ «ИМТОС» (Самара);
 А.А. ПРОКОПОВИЧ, д-р техн. наук, Самарский государственный
 университет путей сообщения

Индустриальное каркасное и панельное домостроение

ООО «Проектно-строительная компания «ПроектСтройИндустрия» совместно с ООО «Поволжский центр экспертизы и испытаний» занимается разработкой и внедрением современных конструктивных решений каркасного и панельного домостроения. Проектные решения и технологическое оборудование предприятия позволяют выпускать изделия для многоэтажных панельных и каркасных сборно-монолитных зданий, предназначенных для строительства в различных природно-климатических районах, в том числе сейсмических.

Линии по производству стеновых панелей

Линии основаны на использовании технологических столов, обладающих идеально ровной рабочей горизонтальной поверхностью и механизмом опрокидывания. Столы имеют жесткую конструктивную сварную раму, внутреннюю систему обогрева и силовую гидравлику для поворота в вертикальной плоскости или опрокидывания (рис. 1). Оборудование снабжено внутренней системой обогрева. На металлической плоскости устанавливаются на магнитах борта опалубки. Борты могут быть металлическими или деревянными с металлическими пластинами для крепления магнитов с внешней стороны.

Поворотные столы дают следующие преимущества:

- возможность изготовления панелей любой конфигурации, что обеспечивает возведение зданий по индивидуальным проектам;
- простое и надежное распалубливание конструкций;
- возможность перегрузки панелей со стола на автомобиль-панелевоз или на стенды в вертикальном положении;
- не требуется установки дополнительных монтажных петель;
- снижается расход арматуры;
- предотвращается повреждение нижних кромок изделий и появление трещин на поверхности;
- обеспечиваются идеально ровные рабочие поверхности.



Рис. 1. Технологический стол с жесткой конструктивной сварной рамой, внутренней системой обогрева и силовой гидравликой для поворота в вертикальной плоскости или опрокидывания

Конструктивное решение панельных зданий

Новые технологии позволяют реализовать новые конструктивные решения зданий. Поэтому панельные здания теперь можно выполнять по индивидуальным проектам.

Преимуществами панельных домов являются:

- наиболее высокая степень заводской готовности, которая включает отделку поверхностей, каналы для инженерных сетей, заполнение оконных и дверных проемов;
- возможность обеспечения качества работ, выполняемых в заводских условиях;
- высокая скорость монтажа;
- возможность всепогодного строительства с минимальными удорожанием производства работ при неблагоприятных погодных условиях;
- относительно низкая стоимость единицы площади в силу вышеперечисленных факторов;
- высокая пространственная жесткость и устойчивость здания за счет часто расположенных внутренних и наружных стен, что позволяет их применять для сейсмических районов строительства без значительных изменений конструктивного решения.

Однако надо отметить, что частое расположение стен в панельных зданиях по сравнению с каркасными несколько стесняет внутреннее пространство и снижает свободу архитектурно-планировочных решений, затрудняет производство перепланировок. Ввиду этого панельные здания целесообразно использовать для массового (социального) жилищного строительства, где основным критерием является стоимость квадратного метра.

Несущая система панельного здания состоит из перекрытий из многослойных плит, внутренних однослойных и наружных трехслойных стеновых панелей. В наружных панелях внутренний слой является несущим и выполняется из бетона требуемой прочности с требуемым по

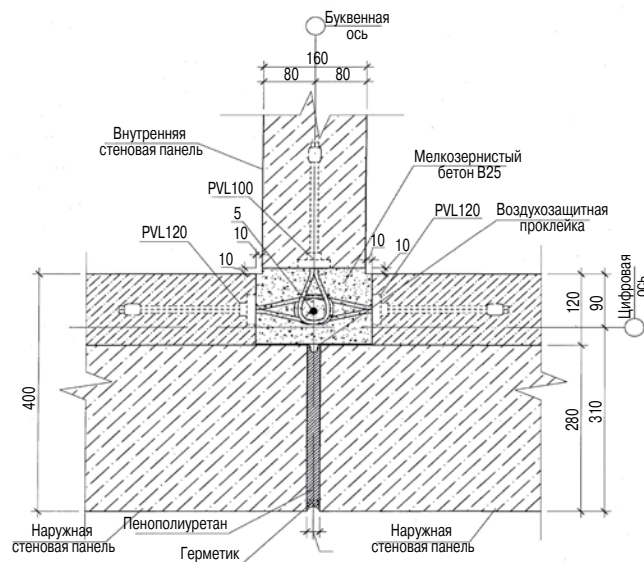


Рис. 2. Рядовой вертикальный стык наружной и внутренней стеновых панелей



Рис. 3. Петлевая соединительная деталь



Рис. 4. Железобетонная предварительно напряженная лоткообразная деталь для сборно-монолитного ригеля



Рис. 5. Единая неразрезная сборно-монолитная конструкция каркаса

расчету армированием. Средний слой теплоизоляционный, как правило из пенополистирола. Наружный слой с фактурным покрытием является защитным.

Фактура панелей может быть самой различной как по цвету, так и по рельефу. Для достижения этого используются силиконовые подкладки, различные посыпки или штучные материалы. При этом можно обеспечить любой цвет по цветовой шкале.

Соединение слоев осуществляется на гибких связях, стальных или углепластиковых с учетом конструктивных требований.

Соединение панелей между собой выполняется без сварки с использованием петлевых соединительных деталей, которые обеспечивают работу стыка на срез за счет образующихся при бетонировании шпонок и на растяжение за счет анкерных тросиков (рис. 2). При этом передача усилий происходит не в отдельных точках, например по углам, а распределяется по длине шва, что исключает концентрацию усилий и увеличивает надежность сооружения. Такое конструктивное решение удобно и при изготовлении панелей. Детали петлевых стыков, которые представляют собой жестяные коробки с уложенными в них гибкими петлями (рис. 3), легко крепятся к бортам опалубки и после распалубки изделия так же легко вскрываются и расправляются. Для монтажа панелей с целью обеспечения вертикальности изделий при подъеме применяются специальные резьбовые монтажные приспособления, обеспечивающие приложение нагрузок в центре тяжести сечения. Подъем панелей можно выполнить также при помощи петель или ремней.

Монтаж зданий состоит из следующих основных операций:

- установка краном панелей в проектное положение на выпуски арматуры из нижележащих панелей;
- установка панелей в вертикальное положения и их фиксация при помощи монтажных резьбовых штанг;
- установка вертикальных арматурных стержней в петлевые стыки и замоноличивание стыков;
- монтаж плит перекрытия и замоноличивание швов между плитами и связей плит со стеновыми панелями;
- снятие монтажных штанг.

Сборно-монолитный каркас для многоэтажных зданий

Каркас предназначен для возведения зданий в различных природно-климатических районах, в том числе сейсмических.

Каркас может быть рамным или рамно-связевым. Он включает сборные железобетонные колонны, изготавливаемые по известной стендовой технологии с образованием разрывов бетона в уровнях перекрытий, неразрезные сборно-монолитные ригели и опирающиеся на них сборные многопустотные плиты, изготавливаемые по технологии безопалубочного формования.

Сборно-монолитный ригель состоит в нижней части из железобетонной предварительно напряженной лоткообразной детали, изготавливаемой по технологии безопалубочного формования (рис. 4). Деталь имеет сложную

форму поперечного сечения с внутренней поверхностью, обеспечивающей сцепление с бетоном замоноличивания, и устанавливается между колоннами (в уровне разрывов бетона в них) на специальные монтажные столики. Монолитный бетон укладывается во внутренний объем деталей – в пространство между плитами и в места разрывов колонн. Таким образом, осуществляется объединение сборных элементов каркаса (колонн, деталей ригелей и плит перекрытий) в единую неразрезную сборно-монолитную конструкцию (рис. 5). При этом деталь является своеобразным предварительно напряженным армирующим элементом и совместно с укладываемыми на нее плитами служит несъемной опалубкой для монолитного бетона.

Пролетные моменты в получаемом таким образом неразрезном сборно-монолитном ригеле воспринимаются продольной предварительно напряженной арматурой детали, а опорные моменты – верхней продольной ненапрягаемой арматурой, проходящей сквозь колонну и располагаемой в монолитном бетоне. Поперечная арматура в виде замкнутых двухсрезных хомутов устанавливается в лотки деталей до укладки монолитного бетона. В случае, когда пролетные моменты, полученные по результатам статического расчета каркаса, превышают максимальную несущую способность ригеля, армированного только предварительно напряженной арматурой детали, на дно детали (до укладки монолитного бетона) может устанавливаться дополнительная рабочая ненапрягаемая продольная арматура.

Применение в каркасах разработанного сборно-монолитного ригеля обеспечивает:

- сокращение расхода арматуры и трудозатрат при изготовлении деталей ригеля за счет применения технологии безопалубочного формования;
- высокое качество и надежность за счет применения технологии безопалубочного формования при изготовлении деталей ригеля, а также за счет установки (до укладки монолитного бетона) ненапрягаемой поперечной и продольной арматуры во внутренний объем детали по всей длине с надежной фиксацией от возможных смещений как в горизонтальной, так и в вертикальной плоскостях;
- надежные жесткие стыки ригелей с колоннами, выполняемые без применения трудоемких операций по сварке верхней рабочей арматуры;
- выполнение требований нормативных документов по размещению поперечной арматуры в сечении ригеля и ее анкеровке;
- возможность применения промышленных арматурных изделий в виде сварных каркасов и сеток.

На рассматриваемую конструкцию сборно-монолитного каркаса и ригеля получены патенты.

ООО «ПСК «ПроектСтройИндустрия»

Самара, ул. Крупской, д. 1

Тел./факс: (846) 266-59-80

E-mail: psi-sam@bk.ru

dsk21vek.ru

С.Ю. НАЦИЕВСКИЙ, инженер, Л.В. АЛЕКСЕЕВА, зав. сектором перлита, Государственное предприятие «Украинский научно-исследовательский и проектно-конструкторский институт строительных материалов и изделий «НИИСМИ» (Киев, Украина)

Теплоэффективные строительные материалы на основе перлита

Вспученный перлит – легкий тепло- и звукоизоляционный неорганический материал пористой структуры, получаемый высокотемпературной термообработкой вулканических водосодержащих горных пород.

Месторождения перлитовых пород имеются во многих странах: Украине, России, Армении, Грузии, Греции, Турции, Венгрии, Болгарии, Италии, США, Монголии и др. Производство вспученного перлита развито во всем мире.

ГП «НИИСМИ» занимается перлитовой тематикой более 50 лет. Институт проводит исследования технологических свойств перлитового сырья разных стран и месторождений, создает и внедряет новые технологии и оборудование для производства вспученного перлита и перлитовых материалов. Созданные НИИСМИ технологии успешно работают не только в Украине, но и в России, Греции, Монголии и других странах.

ГП «НИИСМИ» является разработчиком межгосударственных стандартов СНГ и нормативных документов Украины на перлитовое сырье – ГОСТ 25226 «Щебень и песок перлитовые для производства вспученного перлита. Технические условия», на вспученный перлит – ГОСТ 10832–2009* «Песок и щебень перлитовые вспученные. Технические условия» на перлитовые материалы и изделия.

В последние годы в странах СНГ все большее внимание уделяется применению вспученного перлита и перлитовых материалов в строительстве. Один из сдерживающих факторов, влияющих на развитие этого направления, – стоимость перлитового сырья. При использовании отечественного перлитового сырья, как это осуществляется в

Украине, Армении и других странах СНГ, окончательная стоимость готового вспученного продукта намного меньше, чем при использовании импортного сырья, что характерно в первую очередь для российских перлитовых компаний.

Перлитовые предприятия России используют в основном импортное сырье месторождений Греции, Турции, Венгрии, Украины, Грузии, стоимость которого с учетом высоких транспортных тарифов и таможенных сборов приводит к значительному увеличению стоимости готового вспученного перлита и, как следствие, увеличению стоимости перлитовых материалов и изделий.

Российская Федерация располагает обширной разведанной еще в советское время сырьевой базой перлита в различных регионах: в Бурятии, Хабаровском и Приморском краях, на Камчатке, в Магаданской и Читинской областях и др.

Однако в настоящее время промышленно разрабатываются только Мухор-Талинское месторождение перлита в Бурятии и Магаданское месторождение вулканического пепла, которые используются соответственно ООО «Восточно-Сибирский завод железобетонных конструкций» (г. Шелехов, Иркутская обл.) и ООО «Мамонт» (г. Магадан). Существующие на этих предприятиях технологии переработки сырья не отвечают современному уровню и соответственно не могут производить вспученный перлит с требуемыми для строительства показателями.

В настоящее время специалистами ГП «НИИСМИ» разработана усовершенствованная двухстадийная технология термообработки сырья для действующих россий-

Таблица 1

Описание системы	Плотность утеплителя, кг/м ³	Теплопроводность утеплителя в условиях эксплуатации Б, Вт/(м·°С)	Толщина утеплителя для обеспечения сопротивления теплопередаче R=2 м ² ·°С/Вт, мм	Содержание полимеров или органических связующих в утеплителе, %	Горючесть утеплителя	Долговечность системы, лет
Оклеенная, с пенополистирольным утеплителем	15–35	0,041–0,045	80–90	100	Г3–Г4	не менее 25
Оклеенная, с минераловатным утеплителем	100–160	0,046–0,047	90–100	3,8–4,5	НГ	не менее 25
Вентилируемый фасад с минераловатным утеплителем	85–100	0,045	90	3,5–3,8	НГ	не менее 50
Система с засыпкой вспученным перлитом	85–100	0,042	84	0,013	НГ	50–70



Рис. 1. Крепление металлокерамической сетки



Рис. 2. Штукатурный слой по металлокерамической сетке



Рис. 3. Заполнение пространства между оболочкой и стеной вспученным перлитом

ских перлитовых месторождений [1]. Основной предпосылкой использования этой технологии для России стала возросшая перспективность использования перлитового сырья крупного Мухор-Талинского месторождения.

С помощью технологии двухстадийной термообработки, разработанной ГП «НИИСМИ» на промышленной линии одного из крупных перлитоперерабатывающих предприятий Украины, впервые из сырья Мухор-Талинского месторождения изготовлены опытно-промышленные партии вспученного перлитового песка с заданными свойствами, что ранее считалось весьма проблематичным. Получен вспученный перлитовый песок узких фракций (0,16–1,25 мм; 0,63–2,5 мм; 1,25–5 мм) насыпной плотностью 70–150 кг/м³ с повышенной прочностью зерна. Кроме того, на основе полученного вспученного перлитового песка разработаны технологии производства перлитобетонных блоков и сухих строительных смесей, что также подтверждено выпуском опытно-промышленных партий на действующих заводских линиях.

Таким образом, благодаря проведенным ГП «НИИСМИ» работам Россия может быть полностью обеспечена собственным перлитовым сырьем, что позволит снизить стоимость перлитовых материалов и изделий и, как следствие, увеличить объемы использования их в строительстве.

В настоящее время происходит возврат к той востребованности во вспученном перлите, которая была в СССР, но уже на новом современном технологическом уровне, что предопределяется возможностью получения вспученного перлита с требуемыми улучшенными качественными показателями.

Применение вспученного перлитового песка в строительстве способствует решению сложных проблем утепления зданий в соответствии с действующими современными нормативами [2]. Предлагаем новые перспективные и экономически оправданные направления применения вспученного перлитового песка.

Засыпная перлитовая изоляция стен применяется в странах Европы и США уже более 50 лет. Вспученным перлитовым песком, предварительно обработанным силиконовыми гидрофобизаторами, заполняется стеновая кладка из пустотелых бетонных и керамических камней, что предохраняет конструкцию от конвективных тепловых потоков, повышает ее теплозащитные свойства и огнестойкость. Такое утепление применяется во вновь строящихся зданиях.

В настоящее время наиболее инициативные российские производители вспученного перлита предлагают новые для строительства технические решения. Для тепловой санации существующих зданий весьма перспективной может стать система, применяющаяся в странах Европы уже более 50 лет. Ее достоинство – негорючесть, отсутствие швов и способность перекрывать имеющиеся в кладке теплопроводные включения.

Система состоит из тонкослойной армированной оболочки и засыпной перлитовой изоляции. Основа оболочки – специальная металлокерамическая сетка, закрепляемая к стене на отnose 80–250 мм в зависимости от требуемого уровня теплозащиты (рис. 1). По сетке выполняется прочный цементно-песчаный штукатурный слой толщиной 25–30 мм (рис. 2). В пространство между стеной и созданной оболочкой нагнетается под давлением вспученный перлитовый песок (рис. 3). Отверстия (рис. 4), через которые подается перлит, закрываются, и выполняется финишная декоративная отделка.

Как известно, в отечественной строительной практике последние 20 лет применяются два основных типа систем тепловой санации зданий: оклеечная изоляция (легкий мокрый метод) и системы вентилируемых фасадов. Характеристики различных систем утепления представлены в табл. 1.

У каждой системы утепления есть свои преимущества и недостатки. В настоящее время основной фактор, влияющий на выбор той или иной системы, – цена. Однако на наш взгляд основными критериями выбора должны стать: теплоэффективность; экологическая и пожарная безопасность; долговечность, проверенная строительной практикой и сравнимая со сроком эксплуатации здания.

Как показывают данные, представленные в табл. 1, система с засыпкой вспученным перлитом по сравнению с другими системами имеет наилучшие показатели по этим критериям.

Засыпная перлитовая изоляция полов и перекрытий. Вспученный перлит используется не только в стеновых конструкциях, но и в конструкциях сухих полов (рис. 5).

Преимущества сухого пола:

- быстрый монтаж, отсутствие мокрых процессов;
- безусадочность;
- снижение нагрузки на перекрытия;
- звукоизоляция перекрытия;
- высокий уровень теплозащиты при применении по грунту.



Рис. 4. Технологические отверстия в оболочке, через которые нагнетается вспученный перлит



Рис. 5. Засыпная перлитовая изоляция в конструкциях сухих полов



Рис. 6. Гидрофобная перлитовая штукатурка

Таблица 2

Материал	Область применения	Насыпная плотность, кг/м ³	Плотность в сухом состоянии кг/м ³	Теплопроводность в сухом состоянии, Вт/(м·°С)	Капиллярное водопоглощение за 24 часа, г/см ²	Прочность при сжатии, МПа	Паропроницаемость, мг/(м·ч·Па)
Гидрофобный вспученный перлит	Засыпная изоляция стен, полов и перекрытий	75–80	–	0,039	–	0,1	0,38
Штукатурки цементно-перлитовые	Дополнительная теплозащита наружных стен	–	400–600	0,09–0,12	0,4–0,2	0,8–2,5	0,19–0,16
Штукатурки цементно-перлитовые гидрофобные (цветные)	Дополнительная тепло- и гидрозащита наружных стен из газобетона и перлитобетона	–	600–800	0,12–0,16	0,1–0,07	2,5–50	0,14–0,11
Легкие кладочные растворы	Для кладки из пустотелых керамических камней и перлитобетонных блоков	–	800–1200	0,16–0,28	–	5–10	0,16–0,13

Вспученный перлит гораздо эффективнее, чем песок или мелкий керамзит, как по теплофизическим, так и по звукоизоляционным показателям.

Гидрофобные перлитовые штукатурки обладают наряду с высокими теплозащитными свойствами и высокой паропроницаемостью. Это свойство особенно важно при использовании по кладке из газобетонных блоков. Вместе с тем штукатурки должны быть достаточно гидрофобны, чтобы защитить газобетон или другой стеновой материал от воздействия атмосферной влаги. Для защитных покрытий по газобетону важна также достаточная эластичность, чтобы воспринимать деформации от его влажностной и карбонизационной усадки, не разрушаясь при этом.

Благодаря применению современных полимерных добавок и микроармированию перлитовые штукатурки достаточно паропроницаемы, гидрофобны и эластичны. Адгезия таких перлитовых штукатурок к газобетону (даже в негрунтованной и не смоченной поверхности) не менее 0,3 МПа.

Перлитовые штукатурки можно наносить как вручную, так и штукатурными машинами слоем до 30 мм, а общая толщина штукатурки может достигать 100 мм.

Гидрофобные перлитовые штукатурки могут производиться как на обычном портландцементе, так и белыми, цветными (рис. 6). Они могут быть модифицированы для зимних условий работы или, наоборот, для нанесения в условиях жаркого климата.

Легкие кладочные растворы обеспечивают теплотехническую однородность кладки из теплоэффективных материалов – крупноформатных пустотелых керамических блоков, пустотелого керамического кирпича, перлитобетонных стеновых камней. Благодаря использованию та-

ких растворов стены из керамических блоков характеризуются в 1,5–2 раза более высокой теплотехнической однородностью (0,95–0,98), чем слоистые стены (0,52–0,7). Легкие кладочные растворы также могут быть модифицированы для работы при отрицательной температуре.

Легкие кладочные растворы с использованием вспученного перлитового песка выпускаются как в Украине, так и в России в виде сухих смесей и различаются по составу в зависимости от назначения и прочности.

В табл. 2 приведены характеристики вспученного перлита и перлитовых материалов, промышленно выпускаемых в Украине и России.

Суммируя возможности вспученного перлита и перлитовых материалов, можно утверждать, что его комплексное использование в строительстве будет способствовать решению сложной проблемы энергосбережения как в новом строительстве, так и при реконструкции зданий.

Ключевые слова: *вспученный перлит, засыпная перлитовая изоляция, легкие кладочные растворы, гидрофобные перлитовые штукатурки.*

Список литературы

1. *Алексеева Л.В.* Технологические особенности производства вспученного перлита из сырья различных месторождений // *Строительные материалы и изделия.* 2005. № 6. С. 25–29.
2. *Нациевский С.Ю.* Перлит в современных бетонах, сухих строительных смесях и теплоизоляционных изделиях // *Строительные материалы.* 2006. № 6. С. 78–82.

И.Х. ИДРИСОВ, инженер (idrisov @geotek.ru), Н.И. МАКРИДИН, д-р техн. наук, Пензенский государственный университет архитектуры и строительства

Комплексный подход к испытаниям материалов

Часть 1

Очень часто исследования свойств создаваемых материалов выполняются в отрыве от реального их применения в конструкциях. В большинстве случаев создается новый материал, а затем в зависимости от полученных свойств решается, где его применять. Однако ситуацию можно кардинально изменить, если создавать материалы с заранее заданными свойствами, что позволит получить более эффективные конструкции с необходимой прочностью и деформативностью.

Рассмотрим на практическом примере использование подобного подхода при проектировании оснований зданий и сооружений на слабых водонасыщенных глинистых грунтах. К такой категории грунтов относятся илы, торф и глинистые грунты мягкопластичной и текучепластичной консистенции. Модуль упругости подобного типа грунтов, как правило, менее 5 МПа, поэтому они обладают сильной сжимаемостью. Осадка зданий или сооружений на данных грунтах в естественном состоянии получается большой и поэтому их не рекомендуют использовать в качестве оснований. Как правило, эти грунты замещаются более прочными или модифицируются каким-либо методом.

Физико-механические свойства природного слабого грунта могут быть определены с использованием известных методов, например ГОСТ 12248–96, после чего можно выполнить расчет осадки здания или сооружения, используя выражение из СП 50-101–2004:

$$s = \beta \sum_{i=1}^n \frac{(\sigma_{zp,i} - \sigma_{z\gamma,i}) h_i}{E_i} + \beta \sum_{i=1}^n \frac{\sigma_{z\gamma,i} h_i}{E_{e,i}}, \quad (1)$$

где β – безразмерный коэффициент, равный 0,8; E_i – модуль деформации i -го слоя грунта по ветви первичного нагружения, кПа; $E_{e,i}$ – модуль деформации i -го слоя грунта по ветви вторичного нагружения, кПа; $\sigma_{zp,i}$ – среднее значение вертикального нормального напряжения от внешней нагрузки в i -м слое грунта; h_i – толщина i -го слоя грунта; $\sigma_{z\gamma,i}$ – среднее значение вертикального напряжения в i -м слое грунта от собственного веса грунта, выбранного при откопке котлована.

В том случае, если глубина котлована менее 5 м, второй член выражения (1) при расчете осадки не используется.

Согласно выражению (1) осадку можно уменьшить, если увеличить модуль деформации природного грунта, т. е. уменьшить его сжимаемость. Степень увеличения жесткости заранее известна, так как величина осадки нормируется СП 50-101–2004 и в зависимости от вида здания или сооружения изменяется в интервале 12–

40 см. Например, при давлении на грунт в 200 кПа (здание до 10 этажей) нормируемая осадка не должна быть более 18 см, отсюда модуль деформации грунтов основания должен быть не менее 30 МПа. В нашем случае природный грунт имеет модуль деформации, равный 5 МПа. Поэтому надо увеличить жесткость данного природного грунта не менее чем в шесть раз.

Упрочнить естественный грунт можно введением цемента, смешивая его с естественным грунтом [1, 2]. В результате получают новый композитный материал, жесткость которого значительно выше природного грунта. Применение подобной технологии может быть облегчено, если определен физический механизм поведения композитного материала. Механические свойства композитного материала могут быть определены при его испытании, как при простых, так и сложных траекториях нагружения, что необходимо, если используются более сложные методы расчета по сравнению с выражением (1).

В подавляющем большинстве выполненных экспериментальных исследований как в России, так и за рубежом в качестве вяжущего применяется цемент и значительно реже шлаки. В то же время, исследования, выполненные отечественными учеными [3, 4], выявили существенные преимущества использования шлака в качестве вяжущего вместо цемента.

В большинстве ранее выполненных исследований упрочненных цементом грунтов эффекты влияния количества цемента, времени выдержки и технологии смешивания на механические свойства изучались главным образом в условиях одноосного сжатия [5, 6]. Однако известно, что напряженно-деформированное поведение упрочненного цементом грунта зависит не только от количества цемента, бокового обжатия, но и от вида силового нагружения [3, 6, 7]. В связи с этим испытания следует проводить в устройствах, которые способны реализовывать различные виды напряженного состояния.

Поскольку прочность цементогрунта или шлакогрунта является промежуточной между прочностью грунта и прочностью обычных бетонов, для определения их прочностных и деформационных свойств вполне можно использовать стандартные методы испытаний как бетонов, так и грунтов.

Стандартные испытания могут быть применены для определения прочности при сжатии и при растяжении. Известно много работ, в которых приводятся результаты испытаний бетона в условиях одноосного сжатия при статическом и циклическом нагружениях. Дополни-

Таблица 1

Вид расчета	Плотность, ρ , г/см ³	Модуль деформации, E_0 , МПа	Модуль упругости, E , МПа	Коэффициент Пуассона, ν	Модуль объемного сжатия, K , МПа	Модуль сдвига, G , МПа	Угол внутреннего трения, град.	Силы сцепления, кПа
Несущая способность	+						+	+
Деформативность	+	+	+	+	+	+		

тельные данные могут быть получены из опытов при многоосном нагружении образцов. Результаты этих экспериментальных исследований определяют полный набор данных, которые могут быть использованы при разработке моделей бетона и их проверке.

В механике грунтов используют методы, позволяющие проводить испытания образцов в условиях сложного напряженного состояния, в частности трехосного осесимметричного сжатия. В настоящей работе использованы методы, применяемые при испытании и бетонов и грунтов.

Рассматриваемая задача закрепления слабого грунтового основания глиношлаковым материалом с инженерной точки зрения может быть решена следующим образом.

На основании технологии глубинного смешивания (мокрый способ) и разрабатываемого композитного материала (шлакогрунт) необходимо усилить слабое грунтовое основание, так чтобы искусственное основание было способно обеспечить нормативную прочность и деформируемость от нагрузок проектируемого здания или сооружения.

Для оценки достаточности проектной прочности и деформируемости искусственного основания в соответствии с требованиями СП 50-101–2004 данное искусственное основание необходимо рассчитать по деформациям и несущей способности. Расчет несущей способности и деформации искусственного основания необходимо выполнить с использованием методов СП 50-101–2004 при линейно-упругом законе деформирования основания или с использованием числен-

ных методов при нелинейном законе деформирования основания [8].

Для выбранных методов расчета необходимо провести испытания композитного материала с целью определения прочности и деформирования при упругом и неупругом поведении материала.

На основании принятого метода расчета и найденных характеристик композита определить несущую способность или деформации искусственного основания. В случае, если расчетной прочности и жесткости искусственного основания недостаточно, необходимо изменить свойства композитного материала.

Расчет грунтовых оснований, а также искусственно улучшенных оснований выполняется с использованием различных теорий деформирования. Каждая из теорий использует параметры, определяемые экспериментально для материалов. В рассматриваемом случае это грунты естественного сложения и глиношлаковый материал.

В таблице приведены характеристики, необходимые для расчета несущей способности и деформации оснований, если используются аналитические решения СП 50-101–2004. Эти решения позволяют выполнить расчеты в предположении линейно-упругого поведения грунтов основания при условии ограничения степени развития пластических деформаций глубиной 1/4 ширины фундамента. Наблюдения за зданиями и опыт строительства показывают, что естественные грунты, а тем более стабилизированные каким-либо вяжущим могут выдержать большие нагрузки с большой степенью развития пластических деформаций. Однако в этом слу-

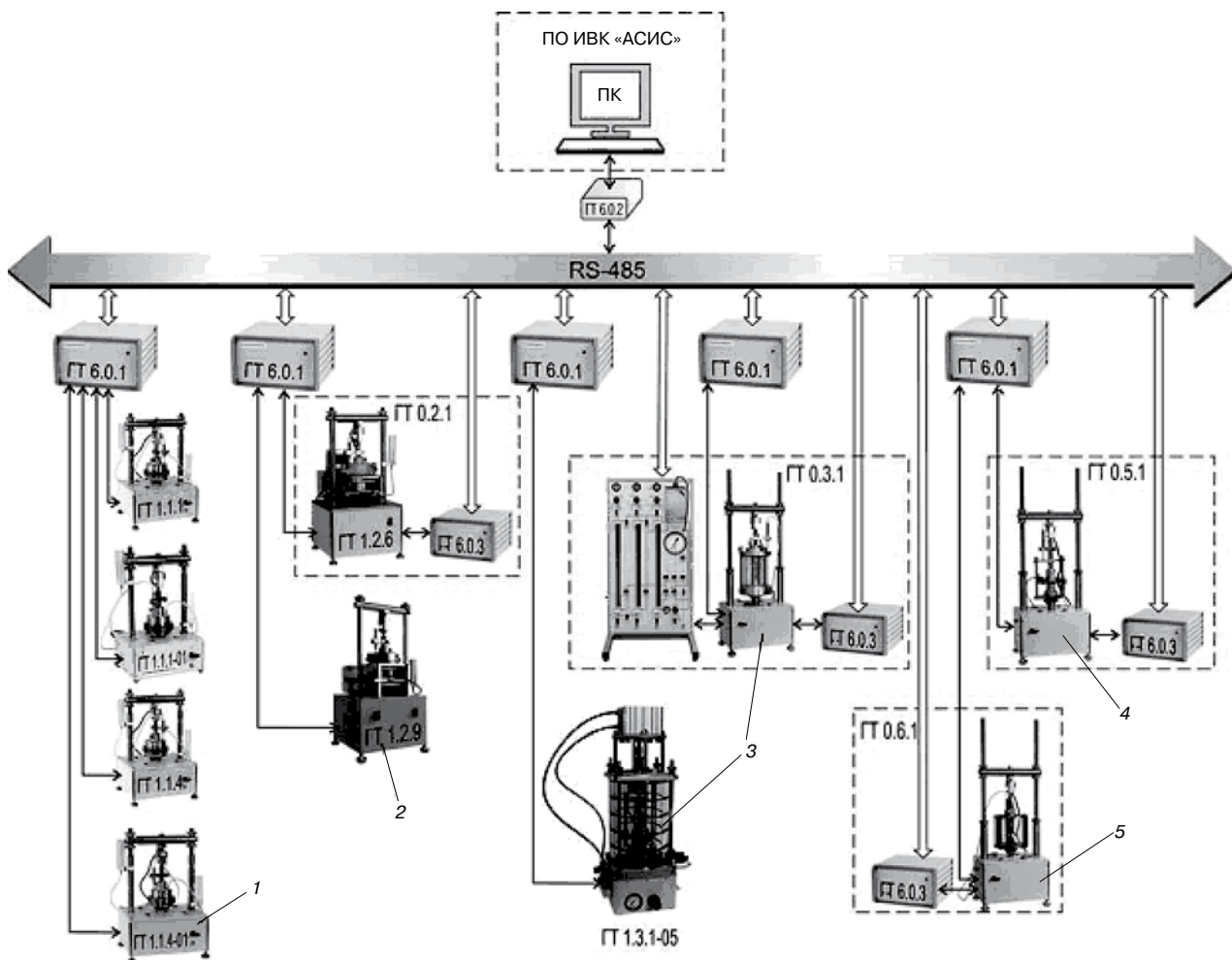


Рис. 1. Структурная схема измерительно-вычислительного комплекса АСИС: 1 – компрессионные приборы; 2 – приборы одноплоскостного сдвига; 3 – приборы трехосного сжатия; 4 – приборы одноосного сжатия; 5 – прибор для испытания материалов на растяжение

чае методы СП 50-101-2004 неприменимы и приходится использовать нелинейную механику и численные методы расчета, в частности метод конечных элементов. В случае применения нелинейных методов расчета прочности и деформируемости грунтов необходимо определить ряд дополнительных механических характеристик, не включенных в таблицу. Вид и количество этих характеристик определяются принятыми моделями материалов и условиями прочности. Наиболее широко на практике применяются условия прочности Мора-Кулона, Друкера-Прагера, Cam-Clay, Сар.

Наиболее простой моделью, которая описывает прочность материалов, является условие прочности Мора-Кулона, которое включает только два параметра – угол внутреннего трения φ и силы удельного сцепления c :

$$f(\sigma) = 2c \cdot \cos\varphi - (\sigma_1 + \sigma_3)\sin\varphi - (\sigma_1 + \sigma_3) = 0. \quad (2)$$

Условие прочности Мора-Кулона допускает работу материала в области растягивающих напряжений.

Таким образом, при проектировании искусственных оснований необходимо вначале выбрать теорию деформирования/модель материала, а затем определить из опытов необходимые параметры, используемые в этих моделях. Часть этих параметров приведена в таблице, вид других и их количество зависят от принятой модели деформирования.

Как было отмечено, грунты практически не воспринимают растягивающих напряжений. В то же время закрепленные вяжущим грунты обладают определенной прочностью при растяжении. Учитывая это обстоятельство, поведение указанных материалов необходимо исследовать в области действия не только сжимающих, но и растягивающих напряжений.

В таблицу не включен ряд параметров, которые определяются при испытании бетона по методам ГОСТ 10180-90. Это прочность при одноосном сжатии; прочность при осевом растяжении; прочность при растяжении при раскалывании; прочность при растяжении при изгибе и призмная прочность. Несколько параметров группы используются на практике при расчете прочности сечения бетонных конструкций фундаментов, балок, колонн и т. п.

Для проведения комплекса испытаний по определению параметров моделей различных материалов был разработан измерительно-вычислительный комплекс ИВК АСИС, который включен в государственный реестр РФ и является средством измерения. Структурная схема ИВК АСИС показана на рис. 1. В состав ИВК может входить произвольное число приборов для испытания материалов. Количество и тип приборов зависят от вида модели материала, так как для определения параметров моделей материалов приходится применять различные виды приборов и методы испытаний. Испытания проводятся в автоматическом режиме по заданной программе с последующей обработкой результатов испытаний. Для этой цели написаны программы для управления испытаниями, хранения данных и их последующей обработки.

В программную подсистему ИВК АСИС входят системное и общее прикладное программное обеспечение, в совокупности образующие математическое обеспечение ИВК АСИС. Системное программное обеспечение представляет собой совокупность программного обеспечения компьютера (операционная система WINDOWS или любая другая), используемого в ИВК АСИС, и дополнительных программных средств, позволяющих работать в диалоговом режиме; управлять измерительными компонентами; обмениваться информацией внутри подсистем комплекса; проводить диагностику технического состояния. Программное

обеспечение представляет собой взаимодействующую совокупность подпрограмм, реализующих типовые алгоритмы эффективного представления и обработки измерительной информации, планирования эксперимента, управления процессом нагружения образцов в различных испытательных устройствах; архивирования данных измерений; метрологических функций ИВК АСИС (аттестация, поверка и т. п.).

Используя ИВК АСИС, были выполнены испытания смеси глины со шлаком при добавке активатора NaOH и различным соотношении введенного шлака. В качестве вяжущего использовали гранулированный доменный шлак Липецкого металлургического комбината, который соответствует требованиям ГОСТ 3476-74. Шлак применяли в виде молотого порошка с удельной поверхностью $S=300-350 \text{ м}^2/\text{кг}$. Испытания проводили с образцами, содержащими молотого шлака 10, 20 и 30% с добавкой NaOH в количестве 2% общей массы. В части опытов твердение образцов осуществлялось под давлением 100, 200 и 300 кПа.

Опыты были выполнены с целью исследования влияния количества добавляемого вяжущего на деформационные и прочностные свойства шлакогрунта, которые определяли различными методами: одноосного сжатия, трехосного сжатия, прямого сдвига. Дополнительно

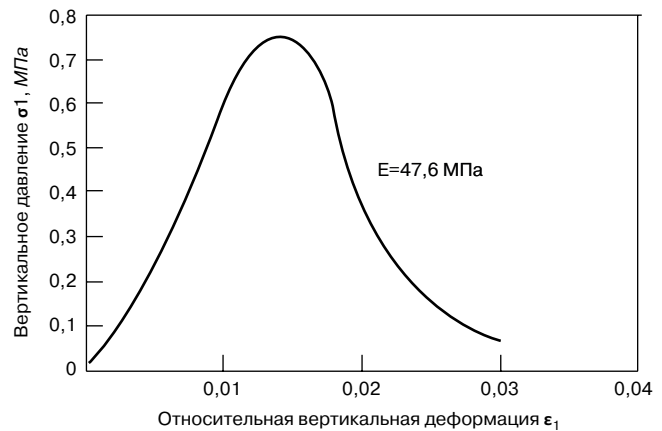


Рис. 2. Зависимость осевой деформации от нормального давления для глиношлаковой смеси 20% шлака, 2% NaOH

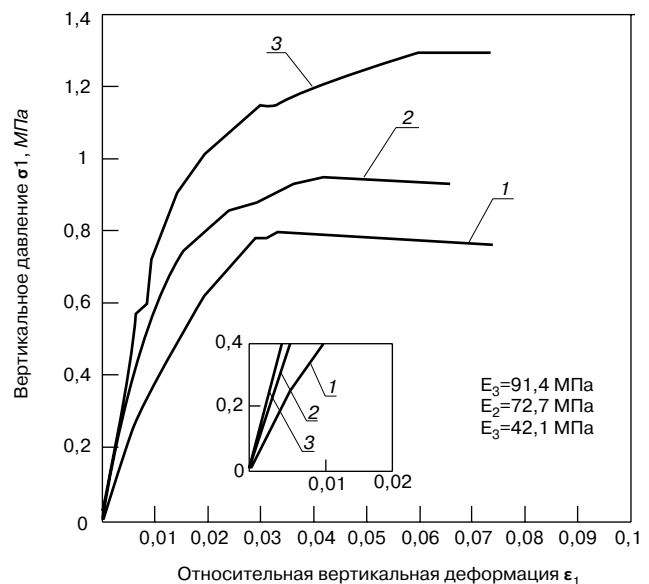


Рис. 3. Зависимость осевой деформации от вертикального давления для глиношлаковой смеси: 1 – 10% шлака, 2% NaOH; 2 – 20% шлака, 2% NaOH; 3 – 30% шлака, 2% NaOH

были выполнены опыты с образцами в виде сплошных призм прямоугольного сечения размером 40×40×160 мм для определения предела прочности при сжатии и растяжении. В отдельную серию испытаний вошло определение коэффициентов интенсивности напряжений.

Испытания естественного глинистого грунта и шлакогрунтовой смеси были выполнены с использованием рассмотренного ИВК АСИС, в конфигурацию которого были включены приборы одноосного сжатия, одноосного сжатия при невозможности боковых расширений; трехосного сжатия; прямого сдвига; испытание призматических образцов на изгиб; испытание призматических образцов с надрезом на изгиб.

Использование нескольких приборов позволяет не только сократить сроки испытаний образцов материалов, так как они проводятся одновременно, но и провести комплекс испытаний при различном виде напряженного состояния и траекториях напряжений.

Испытания образцов глиношлаковой смеси были выполнены на приборе одноосного сжатия с измерением осевой и радиальной деформаций. Метод испытания применительно к грунтам приведен в ГОСТ 12248–96, а для бетонов в ГОСТ 24452–80. На рис. 2 показаны результаты серии испытаний глиношлаковой смеси после 28 сут твердения в условиях одноосного сжатия.

Испытания образцов глиношлаковой смеси были выполнены на приборе трехосного сжатия с измерением осевой и радиальной деформаций. Метод испытания применительно к грунтам приведен в ГОСТ 12248–96, для бетонов отсутствует.

На рис. 3 приведены результаты испытаний при боковом давлении, равном 100 кПа, глиношлаковой смеси при различном содержании вяжущего. Из рис. 3 видно, что прочность материала возрастает с ростом количества вяжущего, точно так же как модуль упругости.

Ключевые слова: измерительно-вычислительный комплекс, испытания шлакогрунта, одноосное сжатие, трехосное сжатие, прямой сдвиг.

Список литературы

1. *Saxena K., Reddy K.R.* Effects of cementation on stress-strain and strength characteristics of sands // *Soils and Foundations*. 1993. Vol. 33. № 4. Pp. 121–134.
2. *Anberg H.* Strength of Stabilised Soils – A laboratory study on clays and organic soils stabilized with different types of binder. Swedish Geotechnical Institute. Report 72. 2006.
3. *Тимофеева О.В.* Шлакогрунтовые композиты для укрепления дорожных оснований. Дисс... канд. техн. наук. Пенза, 2002. 124 с.
4. *Калашиков В.И., Нестеров В.Ю., Хвастунов В.Л., Комохов П.Г., Соломатов В.И., Марусенцев В.Я., Тростянский В.М.* Глиношлаковые строительные материалы. Пенза: ПГАСА, 2000. 207 с.
5. *Terashi M., Tanaka H., Mitsumoto T., Shindome Y., Honma S.* Fundamental Properties of Lime and Cement Treated Soils // *Report of the Port and Harbour Research Institute*. 1980. Vol. 19. № 1.
6. *Yajima J., Nagaoka T., Tanizaki S.* Mechanical properties and failure criterion of normally and overconsolidated cement-treated soil // *JSCE*. 1997. № 561/III-38. Pp. 205–214.
7. *Leroueil S., Vaughan P.R.* The general and congruent effects of structure in natural soil and weak rocks // *Geotechnique*. 1990. Vol. 40. № 3. Pp. 467–488.
8. *Chen W.F., Saleb A.F.* Constitutive equations for engineering materials. *Elasticity and Modelling*. Vol. 1. 1982. *Plasticity and Modelling*. Vol. 2. 1984.



Активатор
измельчение активация синтез

**Лабораторные мельницы “Активатор”
для заводских и исследовательских лабораторий.**



Активатор-2SL



Для пробоподготовки материалов



Активатор-4M



Для наработки небольших партий материалов



Активатор-2S

Для помола материалов в ударном, сдвиговом, вихревом режимах

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

Новосибирск, Софийская 18, оф 107
630056, Новосибирск 56, а/я 141
Факс: 8 (383) 325-18-49
Тел: 8 913 942 94 81
e-mail: belyaev@activator.ru

Реклама

ПРОИЗВОДСТВО АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ИСПЫТАНИЙ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Установка для испытаний методом
одноосного сжатия



Установка для испытаний методом
трехосного сжатия



Установка для испытаний методом
сдвига



Установка для испытаний методом
одноосного растяжения



Общество с ограниченной ответственностью
«Научно-производственное предприятие «Геотек»
(ООО «НПП «Геотек»)
ул. Центральная, 1, г. Пенза, 440068,
Тел./факс (8412) 38-17-44
e-mail: info@geotek.ru, <http://www.geotek.ru>

С.В. МАКАРЕНКО, инженер-строитель-технолог (makarenko_83_07@mail.ru),
Н.П. КОНОВАЛОВ, д-р техн. наук, Иркутский государственный технический университет

Исследование физико-химических свойств зол ТЭЦ-9 и Новой Иркутской ТЭЦ для применения в золощелочных вяжущих

Отходы, образующиеся при сжигании высокозольных углей, составляют миллионы тонн ежегодно, что значительно усложняет экологическую обстановку в Иркутской области. К высокоэффективным строительным материалам, при производстве которых возможно использовать многотоннажные отходы зол, относятся золо- и шлакощелочные вяжущие и материалы на их основе [1, 2, 3].

Для пробуждения активности у зол и шлаков необходима их активация с помощью температуры, механического воздействия или щелочными компонентами. Особую значимость при образовании золощелочного камня имеет минеральный состав зол и соотношение аморфной и кристаллической фаз [4, 5]. Соотношение аморфной и кристаллической фаз возможно регулировать механоактивацией золы. При измельчении может происходить изменение структуры вещества, связанное со всевозможными явлениями, наблюдаемыми при разрушении твердых тел: изменение морфологии, электронной структуры и минерального состава.

Таблица 1

Наименование показателя	Содержание компонента, мас. %	
	Зола 1	Зола 2
SiO ₂	56,22	57,37
TiO ₂	0,624	0,614
Al ₂ O ₃	24,57	15,75
Fe ₂ O ₃ общ.	7,88	7,14
MnO	0,044	0,109
MgO	1,689	2,916
CaO	4,172	13,471
Na ₂ O + K ₂ O	<1,45	<0,945
Редкие оксиды	1,9	0,51
ППП	1,32	1,2
SO ₃	0,59	0,56
Модуль основности (M _o)	0,07	0,22
Модуль активности (M _a)	0,43	0,27

Таблица 2

Название минерала	Содержание кристаллической фазы золы 1/золы 2, %, после помола в течение, ч			
	0	1	2	3
Кварц	24/30	18,4/34	16,4/45	23/47
Силлиманит	15/2,7	15/3	13/3,5	17/4
Муллит	10,2/7	5,5/8,5	6/15	7,3/13
Алит	-/3,65	-/3,78	-/6,6	-/6

Основной задачей исследования было выявление морфологических свойств и их изменения при измельчении зол-уноса; определение химического и минерального состава зол и изменение соотношения кристаллической и аморфной фаз при измельчении.

Химический состав зол определяли с помощью РФА. Согласно результатам РФА (табл. 1) золы ТЭЦ-9 (далее зола 1) и Новой Иркутской ТЭЦ (зола 2) в основном содержат оксиды SiO₂ – около 57%. Приведенные данные (табл. 1) позволяют заключить, что золы имеют разный состав, в частности гидравлическую активность, способность образовывать искусственный камень при взаимодействии с растворами щелочей.

По результатам исследования химического состава зол стало возможным определить косвенные показатели гидравлической активности, характеризующиеся модулем активности и модулем основности. Из данных табл. 1 следует, что основность и активность зол существенно различны.

Морфологию зол изучали на электронном сканирующем микроскопе Sem Quanta 2000, определение размера частиц и их количество в объеме определяли лазерной дифракцией.

Исходные частицы золы имеют в подавляющем большинстве сферическую поверхность (рис. 1).

Микросферы, представленные на рис. 1, а, в свою очередь, состоят из более мелких микросфер, заключенных в алюмосиликатную оболочку толщиной около 500 нм (рис. 1, б).

При помолу золы значительно увеличивается удельная поверхность, возрастает шероховатость частиц золы. После 2 ч помола происходит накопление частиц неправильной формы, общая шероховатость продолжает расти. После 3 ч помола происходит измельчение образовавшихся частиц неправильной геометрической формы.

Анализ лазерной дифракции золы 1 и золы 2 (рис. 3) позволил установить, что исходные золы имеют начальный средний размер зерна около 30 мк, количество зерен минимального размера 7 мк составляет около 10% общего количества. Наибольшее количество зерен золы – около 90% составляют зерна с размером около 130 мк. Более крупных зерен с размером до 300 мк не много, около 10%. В результате измельчения в зависимости от времени помола размеры зерен изменяются (рис. 4).

После 2 ч помола минимальный размер зерна сокращается незначительно и составляет 1,27 мк, средний размер уменьшился в 1,5 раза и составил 7 мк. Наибольшее количество зерен имеет размер 34 мк, их процентное содержание составляет 97%. Медиана 6,93 мк. После 3 ч помола минимальный размер зерна составил 1,05 мк. Средний диаметр изменился в 1,2 раза. Основная масса зерен имеет размер до 34 мк: ≈ 98%.

Рентгеноструктурный анализ выявил некоторое различие в составе минеральной части зол 1 и 2.

Зола 2 преимущественно содержит в своем составе четыре основных минерала: кварц (30%), муллит (7%),

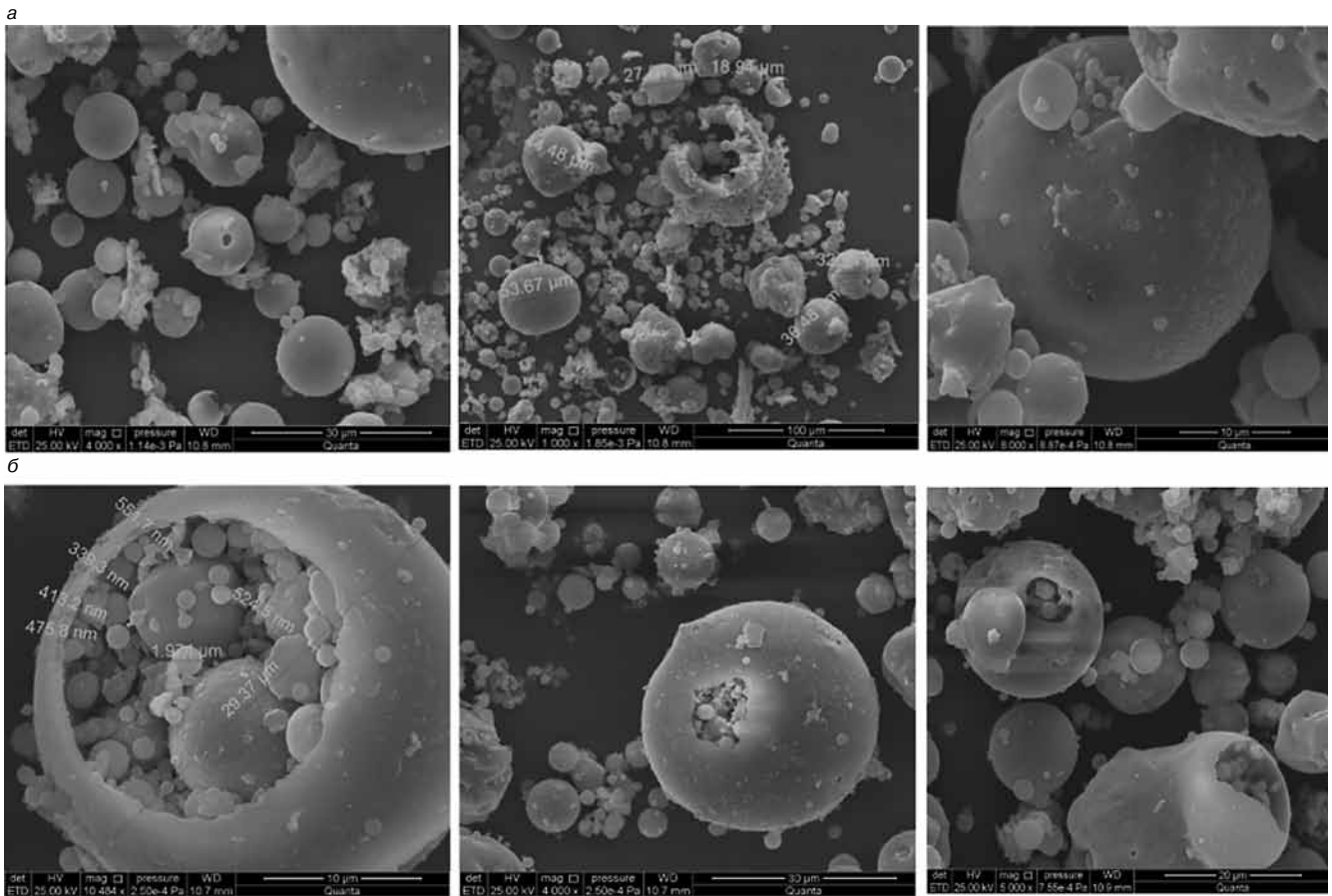


Рис. 1. Немолотые частицы исследуемых зол при увеличении от 1000 до 10500 раз: а – зола 1; б – зола 2

силлиманит (2,7%) и алит (3,5%). Суммарное содержание кристаллической фазы составляет около 44%, рентгеноаморфной – 56%.

Зола 1, в свою очередь, состоит из трех основных минералов: содержание кварца составляет 24%, муллита – 9%, силлиманита – 13%. Содержание кристаллической и рентгеноаморфной фаз составляет 46% и 54% соответственно.

Далее в исследуемых золах определяли соотношения кристаллической и аморфной фаз зол и его изменение при измельчении с учетом фактора времени (табл. 2).

В результате проведенных исследований установлено, что обе зола относятся к ультракислым и не способны к гидравлическому твердению самостоятельно. Частицы золы представляют собой микросферы, кото-

рые в свою очередь состоят из более мелких микросфер, заключенных в алюмосиликатную оболочку. Начальный средний размер зерна зол составляет около 30 мк, количество зерен минимального размера 7 мк около 10% общего количества. Таким образом, для применения исследованных зол в качестве компонента золощелочного вяжущего их необходимо активировать. Одним из наиболее распространенных способов активации является помол.

При измельчении изменяются морфологические особенности частиц, увеличивается общая удельная поверхность и шероховатость, что является положительным фактором для компонента вяжущего.

Наибольшая эффективность помола по изменению размера частиц происходит за 1 ч.

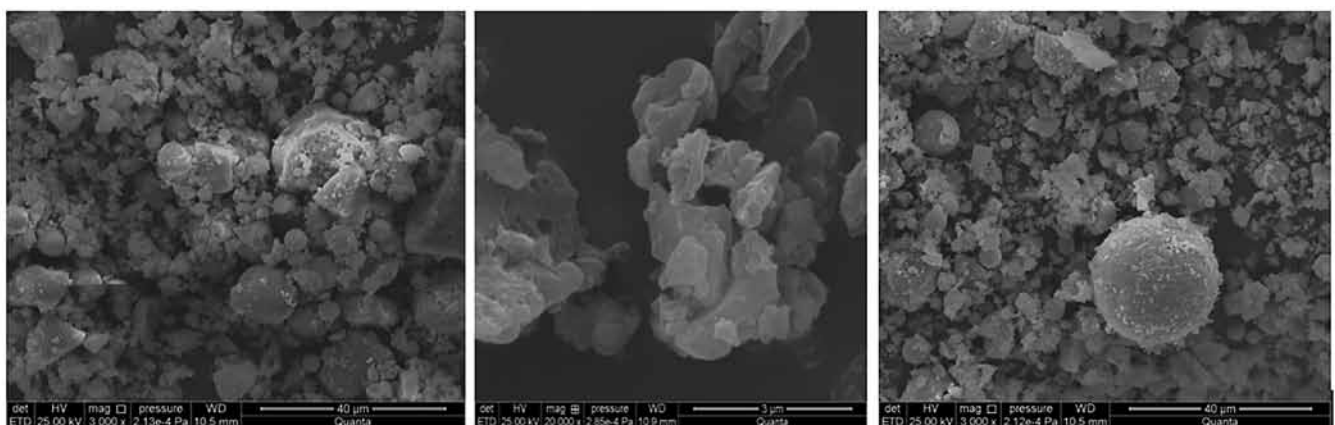


Рис. 2. Золо после измельчения в течение 3 ч при увеличении от 3000 до 20000 раз

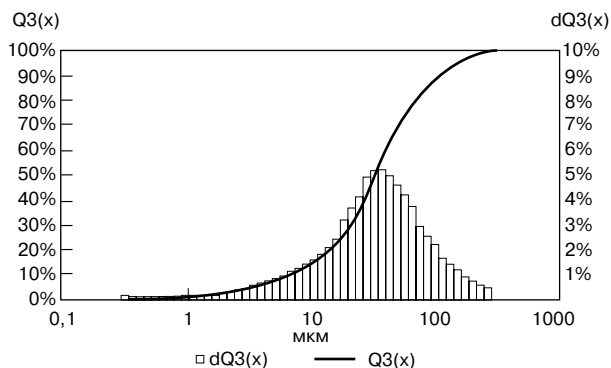


Рис. 3. Логарифмическая и интегральные кривые распределения частиц исходной золы 1 по размерам

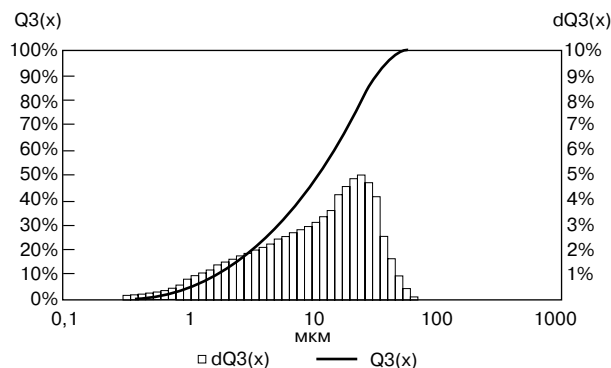


Рис. 4. Логарифмическая и интегральные кривые распределения частиц золы 1 по размерам после 1 ч помола

Результаты рентгеноструктурного анализа зол выявили, что при измельчении золы 2 происходит накопление кристаллической фазы. Причем процесс носит явно затухающий характер. Наибольшее количество кристаллической фазы образуется после 2 ч измельчения. При измельчении золы 1 происходит аморфизация минералов, составляющих золу. Причем процесс в этом случае носит волновой характер. Наибольший процент аморфной составляющей приходится на 2 ч помола.

Ключевые слова: золы ТЭС, состав зол, структура зол, рентгенофлуорисцентный анализ, электронная микроскопия.

Список литературы

1. *Бабачев Г.* Золой и шлаки в производстве строительных материалов / Пер. с болг. Л. Шариновой. Киев: Будивельник, 1987. 136 с.

2. *Златинская Т.В., Курченко Т.А.* Применение золных бетонов в жилищном строительстве города Норильска: Всесоюзное научно-техническое совещание по совершенствованию крупнопанельного строительства в районах распространения вечномёрзлых грунтов и сурового климата. Красноярск, 1969.

3. *Стольников В.В., Кинд В.В.* Гидротехнический бетон с добавкой золы-уноса. М.: Госэнергоиздат, 1963.

4. *Аввакумов Е.Г.* Механические методы активации химических процессов. Новосибирск: Наука, 1986. 363 с.

5. *Молчанов В.И., Селезнева О.Г., Жирнов Е.Н.* Активация минералов при измельчении. М.: Недра, 1988. 208 с.

6. *Глуховский В.Д.* Шлакощелочные бетоны на мелкозернистых заполнителях. Киев: Вища школа, 1981. 224 с.

7. *Федынин Н.И.* Получение известково-золного вяжущего повышенной прочности // Цемент. 1990. № 9. С. 10.

Р
е
к
л
а
м
а

«Холдинговая компания «Регионтрансстрой»

организует поставку высококачественных нерудных строительных материалов

- щебень габбро-диабаз
- известняк
- гранит
- гранитная крошка
- песок мытый и сеяный

для изготовления высококачественных бетонных и асфальтобетонных смесей.

Гарантированные своевременные поставки из базовых карьеров в любых объемах железнодорожным, речным и автомобильным транспортом по выгодным ценам.

Дополнительный входной контроль каждой партии в независимой аккредитованной лаборатории на кафедре дорожно-строительных материалов МАДИ за счет «ХК «Регионтрансстрой».

Москва, Левобережная ул., д. 12. e-mail: info@hkrts.ru, т. (495) 4581632

В.В. ТЮКАВКИНА, Б.И. ГУРЕВИЧ, кандидаты техн. наук, В.В. СЕМУШИН, мл. науч. сотр. (tukav_vv@chemy.kolascnet.ru), Институт химии и технологии редких элементов и минерального сырья им. И.В. Тананаева Кольского научного центра РАН (г. Апатиты, Мурманская обл.)

Мелкозернистые бетоны с использованием гранулированных медно-никелевых шлаков

Гранулированные шлаки комбината «Печенганикель» по гранулометрическому составу и внешнему виду приближаются к крупным строительным пескам, что позволяет их использовать как мелкий заполнитель для мелкозернистых бетонов (МЗБ), стеновых блоков и закладочных смесей, которые характеризуются малой прочностью и большим водоцементным отношением (В/Ц). Шлаки в закладочных смесях частично подвергаются дроблению при помоле. С целью снижения расхода цемента целесообразно применять молотый шлак. Мелкозернистые бетоны со шлаковым заполнителем получены также на шлакощелочном вяжущем [1–5].

В задачу исследований входило получение мелкозернистых бетонов с достаточно высокой средней плотностью и минимальным расходом портландцемента. Такие материалы могут найти применение для защиты от радиационного излучения.

В качестве исходных материалов использовали портландцемент Пикалевского цементного завода марки ПЦ400Д20 и гранулированный магниезиально-железистый шлак текущего выпуска комбината «Печенганикель» Кольской горно-металлургической компании.

Портландцемент имел следующие физико-механические показатели: тонина помола 10,9%; нормальная плотность цементного теста 24,75%; начало схватывания 2 ч 40 мин, конец схватывания 3 ч; насыпная плотность 1133 кг/м³. Прочность образцов, МПа: после пропаривания при изгибе – 4,8, при сжатии – 28,8; через 28 сут при изгибе – 6,7, при сжатии – 41.

Исходный шлак (Ш) дробили до получения заполнителя с модулем крупности 2,45 и помоли до удельной поверхности 400 м²/кг (Ш_м). Гранулометрический состав исходного и дробленого шлака (Ш_д) приведен в табл. 1.

Истинная и средняя плотность, пустотность в свободном и уплотненном состояниях для цемента и шлаков приведены в табл. 2.

Как видно из данных табл. 2, пустотность шлака соответствует мелким заполнителям, содержание зерен

округлой формы 45–50%. При измельчении шлака в мельнице следует полагать, что округлость зерен сохраняется.

Для получения мелкозернистых бетонов дозировку материалов производили по массе. Соотношение молотых компонентов и заполнителей было: (Ц + Ш_м) : (Ш_д : Ш) = 1:3; В/(Ц + Ш_м) составляло 0,3–0,35. Смесь перемешивали вручную (первоначально сухую 1 мин, затем с водой 1 мин, далее в бегунковой мешалке 20 оборотов. Смесь укладывали в формы 4×4×16 см с использованием метода вибропрессования (0,5 мин при нагрузке 100 г/см²). Массовая концентрация и средняя плотность бетонной смеси приведены в табл. 3.

Образцы после формирования твердели в течение суток во влажных условиях, затем пропаривались (ГОСТ 310.4–81). Испытание образцов проводили через 2 и 28 сут после изготовления (табл. 4).

Для обычного бетона замена крупного песка мелким приводит к понижению прочности примерно на 5–10%, а у МЗБ прочность может уменьшаться на 25–30%. Максимальную прочность МЗБ составов 1:2, 1:3 можно достигнуть при использовании мелкого песка только уплотнением. Даже в этом случае она может снижаться в 2–3 раза. Поэтому для МЗБ желательнее использовать крупные пески или обогащать мелкие более крупными [4, 5]. Были изготовлены МЗБ на граншлаке с М_{кр} = 3,73 (составы 7, 8) и смеси шлаков исходного и дробленого с М_{кр} = 3,3 (состав 4); с М_{кр} = 2,88 (составы 1–3). Для состава 1:3 с очень крупным песком без добавки молотого шлака и В/Ц = 0,3 при расходе ПЦ 592 кг/м³ не удалось получить МЗБ со средней плотностью более 2500 кг/м³; этот состав характеризовался меньшим соотношением R_{сж}/R_{изг} = 4,89 и прочностью при сжатии после пропаривания 33,7 МПа.

Следует отметить, что у мелкозернистых бетонов отмечается повышенная прочность при изгибе, что отражается на соотношении R_{сж}/R_{изг}, а расход цемента на изготовление МЗБ увеличивается в среднем на 40% по сравнению с обычным бетоном на крупных заполнителях [4–6].

Таблица 1

Наименование материала	Остаток на сите с диаметром отверстий, мм							M _{кр}
	5	2,5	1,25	0,63	0,315	0,14	дно	
Шлак исходный	3,45	21,98	29,82	35,58	7,57	1,28	0,32	3,73
Шлак дробленый	–	–	3,18	57,87	24,77	9,1	5,05	2,45

Таблица 2

Наименование материала	Истинная плотность, кг/м ³	Средняя плотность, кг/м ³		Пустотность, %	
		насыпная	уплотненная	насыпная	уплотненная
Цемент	3000	1204	1530	60	49
Шлак молотый	3280	1122	1465	66	55
Шлак исходный	3280	1644	1788	50	45
Шлак дробленый	3280	1732	2010	47	39

Таблица 3

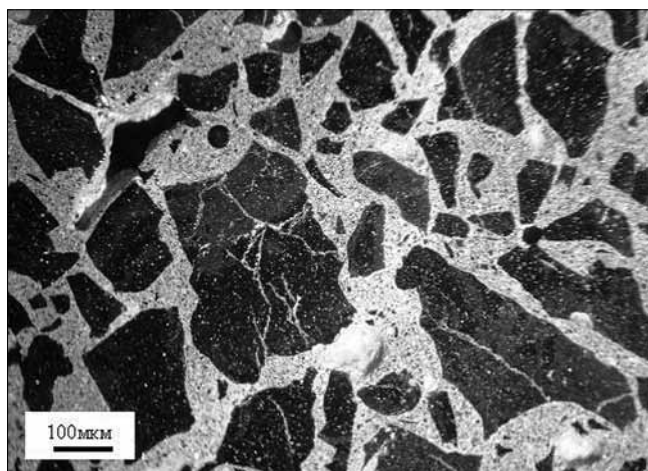
№ состава	Массовая концентрация бетонной смеси, кг/м ³					Средняя плотность, кг/м ³
	Ц	Ш _м	Ш _д	Ш	Вода	
1	586	0	1173	586	205	2550
2	454	150	1211	603	212	2630
3	309	309	1235	618	185	2660
4	468	155	622	1250	185	2680
5	592	0	0	1780	178	2550
6	305	305	0	1827	183	2620
7	195	490	0	1760	175	2620
8	469	155	0	1878	187	2690

Таблица 4

№ состава	Средняя плотность, кг/м ³	Водопоглощение, мас. %	Прочность, МПа, в возрасте, сут			R _{сж.} R _{изг.}
			2		28	
			при изгибе	при сжатии	при сжатии	
1	2530	0,61	7,75	39	41,5	5,1
2	2610	0,53	8,79	46,5	50,1	5,5
3	2630	0,39	8,3	40,3	42,5	4,68
4	2660	0,3	8,2	43,9	45	5,48
5	2450	1,02	6,96	33,7	41,3	4,89
6	2510	0,82	7,12	33,8	36,8	5,41
7	2550	0,61	7	34,7	37,8	5,06
8	2670	0,23	7,4	41	49,8	5,8

Более высокую среднюю плотность можно получить, используя добавку молотого шлака при расходе цемента 195 кг/м³ при $V/(Ц + Ш_m) = 0,3$. При достаточно большом расходе цемента 454–469 кг/м³ и добавки молотого шлака 155–150 кг/м³ получены МЗБ со средней плотностью 2610–2670 кг/м³ с прочностью при сжатии 41–46,5 МПа после пропаривания, которая к 28 сут увеличивается до 44,1–50,1 МПа.

При отсутствии молотого шлака расход цемента составил 586–592 кг/м³ (составы 1, 5), были получены бетоны с средней плотностью 2450–2530 кг/м³ и прочностью при сжатии после пропаривания 33,7–39 МПа. При наличии добавки молотого шлака расход цемента уменьшился на 25–48%, при этом средняя плотность МЗБ составила 2610–2660 кг/м³.



Микрофотография мелкозернистого бетона (состав 8): белое поле – шлаковый наполнитель; серое поле – цементирующая масса; белые точки – поры

Как уже было отмечено, гранулированный шлак относится к очень крупным пескам ($M_{кр} = 3,73$), что способствует образованию рыхлой структуры МЗБ, пригодной для получения стеновых материалов. По классификации крупные пески имеют модуль крупности в пределах 3,5–2,5, поэтому для получения плотных МЗБ целесообразно добавлять дробленый шлак к гранулированному, при этом среднее значение $M_{кр}$ должно оставаться в пределах крупных песков.

Недостатком мелкозернистых бетонов является их повышенная пористость, которая косвенно определяется по водопоглощению и зависит от его состава и плотности. Полученные МЗБ на шлаковом наполнителе имеют низкое водопоглощение, максимальное значение которого составляет 1,02% для МЗБ с средней плотностью 2450 кг/м³. С увеличением средней плотности мелкозернистого бетона водопоглощение снижается до 0,23%, что указывает на высокую плотность материала. Высокую плотность мелкозернистого бетона подтверждает микрофотография, приведенная на рисунке. Микрофотография получена на микроскопе МБС-10, для выявления пор поверхность шлифа была обработана тонкодисперсным сухим порошком сульфата бария.

Известно, что γ -излучение лучше всего ослабляется материалами с высоким атомным номером и высокой плотностью, наиболее часто для экранирования применяют бетоны, в которых в качестве заполнителя используют магнетит, лимонит и др. Поскольку шлаки комбинации «Печенганикель», кроме большого количества FeO и Fe₂O₃ содержат MgO, их можно использовать при защите от γ -излучения.

Мелкозернистый бетон со средней плотностью в застывшем состоянии более 2600 кг/м³ относится по классификации к особо тяжелым бетонам (средняя плотность выше 2500 кг/м³). Полученные МЗБ по плот-

ности в некоторых случаях не уступают бетону на лимонитовом щебне и песке, для которого характерна средняя плотность бетона 2300–3000 кг/м³ [5].

Таким образом, получен мелкозернистый бетон со средней плотностью в затвердевшем состоянии более 2600 кг/м³ с расходом портландцемента марки ПЦ400Д20 310–455 кг/м³ и прочностью после пропаривания при сжатии 40–46 МПа, при изгибе 7,6–8,8 МПа, которая к 28 сут достигает 42–50 МПа. Мелкозернистые бетоны на шлаковом заполнителе и портландцементе по средней плотности относятся к особо тяжелым бетонам, применяемым для защиты от радиационного излучения.

Список литературы

1. Строительные материалы из минерального сырья Кольского полуострова / Под ред. В.Н. Макарова, О.Н. Крашенинникова, Б.И. Гуревич и др. Ч. 2. Апатиты: Изд. КНЦ РАН, 2003. 230 с.
2. Гуревич Б.И., Добрынина Н.Г. Гранулированные никелевые шлаки как заполнитель для бетонов и растворов: В кн. «Строительные и технические материалы из минерального сырья Кольского полуострова». Л.: Наука, 1979. С. 33–36.
3. Муртазаев С.-А.Ю., Исмаилова З.Х. Использование местных техногенных отходов в мелкозернистых бетонах // Строительные материалы. 2008. № 3. С. 57.
4. Заровнятных В.А., Розовских А.Л. Бетоны на песках из гранулированных шлаков никелевой промышленности // Бетон и железобетон. 1977. № 6. С. 33–34.
5. Баженов Ю.М. Технология бетона. М.: Ассоциация строительных вузов, 2002. 499 с.
6. Гольденберг Л.Б., Оганесянц С.Л. Масштабный фактор в мелкозернистых бетонах // Бетон и железобетон. 1987. № 7. С. 17–18.



Частное белорусское предприятие

ПРЕДЛАГАЕТ

Долевое строительство

ЗАВОДА ПО ВЫПУСКУ ИЗДЕЛИЙ ИЗ АВТОКЛАВНОГО ГАЗОБЕТОНА

производительностью до 140 тыс. м³ /г

Строительство завода планируется по адресу: Республика Беларусь, Брестская обл., г. Иваново

Состояние проекта:

1. Заключен инвестиционный договор № 6 от 06.08.2009 г. с Республикой Беларусь в лице Брестского исполнительного комитета (предусмотрены налоговые льготы).
2. Разработан технологический проект.
3. Разработан бизнес-план.
4. Разработана проектно-сметная документация.
5. Построено
 - административное здание;
 - бытовые помещения;
 - деревообрабатывающий цех;
 - склад хранения сырья;
 - фундаменты под сложное оборудование;
 - наружные сети и коммуникации.
6. Заключен контракт на поставку оборудования.
7. Закуплена грузовая техника.
8. Разработан карьер силикатных песков.
9. Сооружен железнодорожный подъездной путь на территорию.

Контактное лицо:

Кучер Игорь Анатольевич

+375-29-654-45-76

+375-1652-2-19-41

+375-1652-2-17-36

Р
е
к
л
а
м
а

В.А. БЕРЕГОВОЙ, канд. техн. наук (vabereg@rambler.ru), Е.В. КОРОЛЕВ, д-р техн. наук, Н.А. ПРОШИНА, канд. техн. наук, А.М. БЕРЕГОВОЙ, д-р техн. наук, Пензенский государственный университет архитектуры и строительства

Методика подбора и обоснование компонентного состава сырьевых смесей для изготовления теплоизоляционных пенокерамобетонов

В последнее время особую актуальность приобрела проблема расширения области применения нетрадиционного (непластичного) природного сырья в керамике. В статье приведены результаты исследований по установлению возможности использования широко распространенных разновидностей опок в качестве минеральной основы ячеистого стеклокерамического материала. Такой выбор природного сырья обусловлен, с одной стороны, повсеместным распространением и не востребованностью опок, с другой – их микропористой структурой, низкой чувствительностью к сушке и прочностью получаемого черепка. Для регулирования реологических и обжиговых свойств в состав сырьевой смеси вводили также глинистый компонент на основе глин различных минеральных типов.

В ходе проведенных ранее исследований [1, 2] установлено, что прочность, достаточная для обжига пенокерамобетонного (ПКБ) сырца, обеспечивается наличием в составе сырьевой смеси 10–15% цемента. Управление структурообразованием ПКБ с учетом заданных показателей эксплуатационных свойств ячеистого материала осуществляли при помощи добавок, участвующих в формировании стекловидных фаз требуемого оксидного состава. Так, обоснование выбора добавок по показателю теплопроводности ПКБ осуществляли в результате анализа особенностей прохождения теплового потока по материалу межпоровых перегородок, а также физико-химических основ технологии производства стекла и керамики. В качестве добавок, эффективно регулирующих количество и теплопроводящие свойства стекловидной фазы, образующейся при обжиге ПКБ, целесообразно использовать:

- вещества, уменьшающие длину свободного пробега проводников тепла за счет увеличения количества

изолированных кремнекислородных тетраэдров в структуре материала;

- вещества, способствующие рассеиванию энергии тепловой волны за счет значительной тепловой инерции;
- легкоплавкие фритты на основе свинец- или борсодержащих веществ (отходы производства оптического и боратного стекол).

При назначении компонентов состава сырьевой смеси ПКБ использованы расчетные зависимости, учитывающие влияние рецептурных и иных факторов на важнейшие эксплуатационные показатели ячеистого материала. Например, оценку теплопроводности ПКБ с учетом его сорбционного увлажнения при эксплуатации целесообразно проводить по уравнению:

$$\lambda_{\text{ПКБ}} = \frac{\lambda_{\text{ПВС}} \cdot \lambda_{\text{М-ОСН}} \cdot (1 - \sqrt[3]{V_{\text{ВОЗД}}} + V_{\text{ВОЗД}}) + \lambda_{\text{М-ОСН}}^2 \cdot (\sqrt[3]{V_{\text{ВОЗД}}} - V_{\text{ВОЗД}})}{\lambda_{\text{ПВС}} \cdot (1 - \sqrt[3]{V_{\text{ВОЗД}}}) + \lambda_{\text{М-ОСН}} \cdot \sqrt[3]{V_{\text{ВОЗД}}}}, \quad (1)$$

где $\lambda_{\text{М-ОСН}}$ и $\lambda_{\text{ПВС}}$ – коэффициенты теплопроводности материала основы и воздушной фазы, заполненной паро-воздушной смесью; $V_{\text{ВОЗД}}$ – относительный объем, занимаемый воздушными порами в материале.

Значение коэффициента теплопроводности воздушной фазы – по зависимости:

$$\lambda_{\text{ПВС}} = \frac{\lambda_{\text{ВОЗД}} \cdot \lambda_{\text{ВОД}} \cdot (1 - \sqrt[3]{V'_{\text{ВОЗД}}} + V'_{\text{ВОЗД}}) + \lambda_{\text{ВОД}}^2 \cdot (\sqrt[3]{V'_{\text{ВОЗД}}} - V'_{\text{ВОЗД}})}{\lambda_{\text{ВОЗД}} \cdot (1 - \sqrt[3]{V'_{\text{ВОЗД}}}) + \lambda_{\text{ВОД}} \cdot \sqrt[3]{V'_{\text{ВОЗД}}}}, \quad (2)$$

где $\lambda_{\text{ВОЗД}}$ и $\lambda_{\text{ВОД}}$ – соответственно коэффициенты теплопроводности воздуха и воды; $V'_{\text{ВОЗД}}$ – относительный объем, занимаемый воздухом в ячейках материала с учетом влажности.

Таблица 1

Состав, мас. %	Катион	Концентрация ионов Na ⁺ и Ca ²⁺ в растворе, мг/г, в зависимости от температуры обжига, С			
		без обжига	500	700	900
ПЦ (к) – 19; NaF – 19; опока – 62	Ca ²⁺	1,4	1	0,4	0,1
	Na ⁺	38,2	28	6,9	2,7
ПЦ (к) – 19; Na ₂ B ₄ O ₇ ·nH ₂ O – 19; опока – 62	Ca ²⁺	16,4	8,3	6	3
	Na ⁺	22,5	20,1	3,7	0,9

Примечание. ПЦ (к) – молотый портландцементный камень.

Таблица 2

Месторождение глины	E^* , мг-экв на 100 г глины	Минеральный тип глины	Условное обозначение	Влияние на пену
Иссинское	11,6	Каолинитовая	Гл-I	Отрицательное
Пачелмское	31,1	Бейделлитовая	Гл-II ₁	Положительное
Малосердобинское	31,1		Гл-II ₂	Положительное
Калгушкин Бугор-1	33		Гл-II ₃	Резко отрицательное
Калгушкин Бугор-2	35,1		Гл-II ₄	Положительное
Лягушевское	44	Монтмориллонитовая	Гл-III	Положительное

Примечание. E^* – емкость катионного поглощения.

Величину $\lambda_{м-осн}$ определяли с учетом фазового соотношения и теплопроводности отдельных фаз материала-основы:

$$\lambda_{м-осн} = \lambda_{ст} \cdot V_{ст} + \lambda_{кер} \cdot (1 - V_{ст}), \quad (3)$$

где $\lambda_{ст}$ и $\lambda_{кер}$ – соответственно коэффициенты теплопроводности стекловидной и керамической составляющих материала-основы; $V_{ст}$ – относительный объем, занимаемый стекловидной связкой в материале-основе.

Количественно и химический состав стекловидной связки на этапе проектирования состава сырьевой смеси материала находили графическим способом с использованием диаграмм состояния силикатных систем [3], а также расчетных методов, применяемых в технологии керамики [4]. Во втором случае оксидный состав расплава находили по числу плавкости [5] с учетом химического состава цемента.

При определении величины $\lambda_{ст}$ принимали во внимание значения коэффициентов, рассчитанные по методу Аппена [6].

Значение $\lambda_{кер}$ для известных керамических материалов принимали по справочным данным, а для малоизученных, например на основе опочного сырья, – экспериментальным путем на образцах с минимальной пористостью ($P_{общ} \leq 5\%$).

Аналогично учитывали влияние содержания и свойства стекловидной фазы на свойства материала-основы ПКБ для оценки теплоемкости, термического расширения и прочности при сжатии [7].

При обжиге цементосодержащих сырьевых композиций существует вероятность образования свободного СаО, снижающего качество ячеистого материала. Были проведены эксперименты с целью установления влияния компонентного состава сырьевой смеси на образование в структуре ПКБ водорастворимых соединений. В табл. 1 приведены результаты, иллюстрирующие влияние добавок фторида и бората натрия на концентрацию ионов Na^+ и Ca^{2+} в водной фазе суспензии порошков, полученных после измельчения образцов ПКБ.

Анализ данных табл. 1 показывает, что после обжига при температуре 900°C исследуемые материалы содержат незначительное количество водорастворимых соединений натрия или кальция. Это позволяет сделать вывод об их вхождении при обжиге в состав водостойких кристаллических и стекловидных фаз.

Поскольку основу сырьевой смеси ПКБ составляют вещества природного происхождения со сложным и зачастую изменчивым минералогическим составом, исследования влияния компонентов состава на свойства пен проводили на модельных системах. Модельные системы получали из 1% раствора синтетического пенообразователя (ПБ-2000), содержащего 10–25% минеральной добавки. Данные рис. 1 указывают на значи-

тельную зависимость кратности пены от вида минерального компонента.

Снижение кратности пены при наполнении минеральными компонентами обусловлено различием в показателях адсорбции молекул А-ПАВ (табл. 2), а также следующими основными факторами:

- для кремнистых компонентов – уменьшением объема жидкой фазы за счет значительного собственного водопоглощения;
- для порландцементов – увеличением жесткости воды при ее насыщении катионами кальция;
- для ВГЦ – критическим снижением концентрации пенообразователя за счет образования алюминийорганических соединений в результате химического взаимодействия А-ПАВ с гидроксидом алюминия, выделяющимся при его гидратации.

Результаты исследований показали также существенное различие влияния сырьевых компонентов на показатель устойчивости пены: опока и диатомит повышают устойчивость, цементы снижают, а для глин характерна значительная вариативность их влияния даже в пределах одного месторождения и имеющих схожую гранулометрию (табл. 2).

Как видно из табл. 2, отрицательное влияние на устойчивость пен оказывают глины Гл-I и Гл-II₃. С целью выяснения факторов, обуславливающих их негативное влияние, были исследованы химический состав, лиофильные свойства и адсорбирующая способность различных глин по отношению к пенообразователю.

Для суспензии глины Гл-II₃ было получено минимальное значение рН водной фазы (рН = 4,5), тогда как суспензии остальных исследованных глин имели щелочную среду (рН = 8,3–8,9). Таким образом, наличие в составе глин соединений, обуславливающих кислую реакцию водной фазы их суспензий (гумусовые кислоты и т. д.), является одним из негативных факторов, ухудшающих качество наполняемой пены. Очевидно, это связано с переходом хорошо растворимых ПАВ,

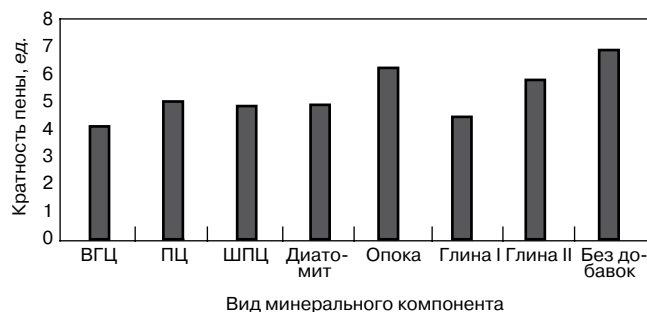


Рис. 1. Влияние минеральных компонентов на кратность пены. Здесь ВГЦ – высокоглиноземистый цемент; ПЦ – портландцемент; ШПЦ – шлакопортландцемент; глина I – каолинитовая; глина II – бейделлитовая

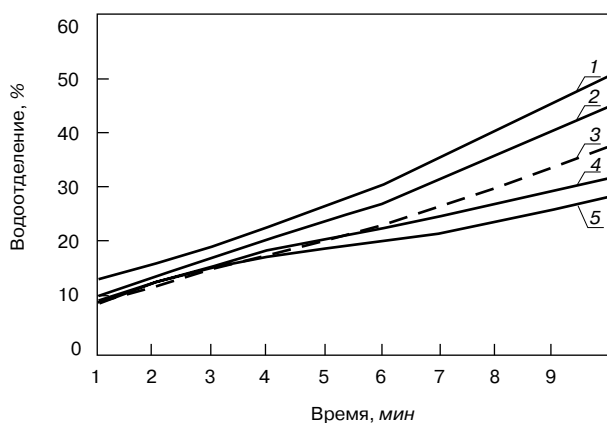


Рис. 2. Влияние Na₃PO₄ на стойкость пены, наполненной частицами глины: 1 – Гл-II₃ без добавки; 2 – Гл-I без добавки; 3 – незаполненная пена; 4 – Гл-II₃ + 0,5% Na₃PO₄; 5 – Гл-I + 0,5% Na₃PO₄

входящих в состав пенообразователя, в менее растворимые органические кислоты.

Химический анализ водной фазы суспензий глин позволил установить, что наибольшее количество соединений, способных образовывать в водном растворе ионы Ca²⁺ и Mg²⁺, содержит глина Гл-II₃, которая и оказывает наиболее негативное влияние на устойчивость пены. Можно предположить, что наряду с ионами кальция и магния подобное влияние на устойчивость пен будут оказывать и другие многовалентные катионы, например катионы алюминия, железа и др. Однако, как показали результаты химического анализа, присутствие таких катионов в суспензиях исследуемых глин оказалось незначительным.

Анализ лиофильных свойств минеральных компонентов показал, что глины значительно различаются по величине коэффициента гидрофильности $k_{лф}$: минимальное его значение получено для глины I ($k_{лф} = 2,19$), а максимальное – для глины III ($k_{лф} = 5,1$). Как показали исследования, при снижении коэффициента гидрофильности отмечается усиление негативного влияния глин на устойчивость пены.

Необходимость снижения негативного влияния отдельных минеральных компонентов на устойчивость пенокерамобетонного сырца предопределила целесообразность введения в состав сырьевой смеси ПКБ стабилизирующих добавок, в качестве которых были использованы органические вещества (полиакриламид, карбамидно-формальдегидная жидкость, натриевая соль КМЦ и др.), а также электролиты (фосфаты, пирофосфаты и силикаты щелочных металлов и др.).

В технологии керамики для улучшения реологических свойств сырьевых масс широко применяют добавки-разжижители на основе водорастворимых солей нат-

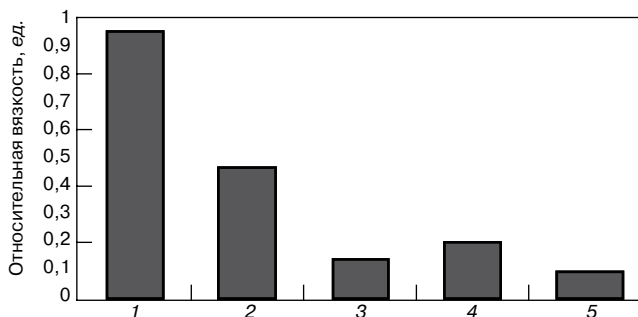


Рис. 3. Влияние добавок на вязкость цементно-кремнистых растворов: 1 – без добавок; 2 – С-3 (0,08%); 3 – Na₃PO₄ (2%) + С-3 (0,08%); 4 – Na₃PO₄ (3%) + С-3 (0,08%); 5 – Na₃PO₄ (3%) + С-3 (0,16%)

рия. Приведенный выше порядок подбора состава ПКБ предусматривает использование добавок натрийсодержащих электролитов для формирования минерально-фазового состава материала-основы с учетом теплофизических и прочностных показателей ячеистого материала.

В этой связи были проведен экспериментальный выбор полифункциональных добавок, оказывающих позитивное воздействие как на технологические показатели пеноминеральной смеси (снижение водотвердого отношения, повышение устойчивости, снижение температуры и времени обжига), так и на физико-механические свойства пенокерамобетона.

Установлено, что введение фосфор- и фторсодержащих разжижающих веществ не оказывает существенного влияния на устойчивость незаполненной пены, тогда как введение добавок хлорида, сульфата и карбоната натрия сопровождается ухудшением этого важнейшего показателя на 15–50 %. Наблюдаемое различие в характере влияния исследуемых разжижителей сохраняется и в минерализованной пене: в отличие от карбоната, тетрабората и хлорида натрия фосфорсодержащие соли натрия способствуют значительному увеличению стойкости пеноминеральных смесей, в том числе получаемых на глинах, оказывающих негативное влияние на пену (рис. 2).

Позитивное влияние разжижающих веществ на стойкость пеноглинистых смесей обусловлено как эффектом уменьшения жесткости воды вследствие образования малорастворимых соединений, так и отсутствием отрицательного влияния на устойчивость незаполненной пены.

Исследование совместного влияния добавок натрийсодержащих электролитов, пенообразователей и органических пластификаторов на вязкость непоризованной сырьевой смеси ПКБ позволило установить наличие эффекта значительного усиления пластификации при совместном использовании пластификатора (С-3, ЛСТ, Мелмент, Мелфлюкс) и электролита (NaF или Na₃PO₄) (рис. 3). Наличие пенообразователя в растворе снижает положительный эффект, возникающий при совместном использовании добавок пластификатора и электролита.

Таким образом, в ходе проведенных исследований для теплоизоляционных керамобетонов разработан метод подбора основных компонентов их состава, а также добавок на основе неорганических солей, обладающих полифункциональным воздействием.

Ключевые слова: пенокерамобетон, теплоизоляция, трехфазные пены.

Список литературы

1. *Береговой В.А., Прошина Н.А., Королев Е.В.* Жаростойкие пенобетоны. Пенза: ПГУАС, 2007. 116 с.
2. *Береговой В.А.* Эффективные пенокерамобетоны для жилищного и специального строительства // Строительные материалы. 2008. № 9. С. 93–96.
3. *Торопов Н.А., Барзаковский В.П., Лапин В.В. и др.* Диаграммы состояния силикатосодержащих систем. Л.: Наука, 1970. 464 с.
4. *Масленникова Г.Н., Харитонов Ф.Я., Дубов И.В.* Расчеты в технологии керамики. М.: Стройиздат, 1991. 320 с.
5. *Дудеров Ю.Г., Дудеров И.Г.* Расчеты по технологии керамики. М.: Стройиздат, 1973. 80 с.
6. *Павлушкин Н.М.* Стекло: Справочник. М.: Стройиздат, 1973. 487 с.
7. *Береговой В.А.* Эффективные пенокерамобетоны для жилищного и специального строительства // Строительные материалы. 2008. № 9. С. 93–96.

СТРОИТЕЛЬНАЯ & ИНТЕРЬЕРНАЯ ВЫСТАВКА

www.sibbuild.ru



SibBuild
СтройСиб
МВЦ «NOVOSIBIRSK EXPO CENTRE»

31 января – 3 февраля 2012

- Строительные материалы и оборудование
- Инструменты и крепеж
- Бетоны. Растворы
Бетонные заводы

**WinTecExpo
Novosibirsk**

приходит в Новосибирск!

Генеральный
интернет-партнер

tybet.ru

14 февраля – 17 февраля 2012

- Отделочные материалы
- Двери и замки
- Краски. Сухие
строительные смеси
- Керамика. Сантехника
- Бассейны и сауны
- Натуральный и
искусственный камень
- Инженерное оборудование
- Электрика. Системы
автоматизации зданий

ufi

Организаторы



ITE Сибирь
тел.: +7 (383) 363 00 63
sibbuild@sibfair.ru
www.sibfair.ru

Генеральный
информационный
спонсор

BLIZKO
РЕМОНТ

Официальный
партнер

Стройка
ГЛАВНАЯ ГАЗЕТА

Генеральный
интернет-партнер

STROKA.RU

Информационные
партнеры

Орбита

**Специальный
Крепеж**

КРОВЛИ

**Специальная
Техника**

**Специальная
Техника**

ПРОФ

СТРОИТЕЛЬСТВО

DC

В.А. БЕЗБОРОДОВ, канд. техн. наук, А.К. ТУЛЯГАНОВ, инженер,
Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин);
А.П. ПИЧУГИН, д-р техн. наук, Новосибирский государственный аграрный университет

Влияние наполнителей и добавок на свойства сухих цементных строитель-ных смесей

На рынке существует множество цементных штукатурных смесей, но качественный состав найти крайне сложно, так как к смесям для отделки фасадов зданий предъявляются высокие технические требования: хорошая адгезия, водостойкость, трещиностойкость и др. Цементные штукатурные растворы достаточно пластичные, обладают высокой водоудерживающей способностью, сохраняют необходимую подвижность при их использовании.

Для получения сухих цементных смесей необходимо использовать различного рода добавки, регулирующие пластические свойства, повышающие водоудерживающую способность и регулирующие сроки схватывания, а также обеспечивающие жизнеспособность растворных смесей в процессе работ. В составе штукатурных смесей для фасадов зданий также присутствуют порошкообразные наполнители, которые позволяют уменьшить расход вяжущего вещества [1–3]. Для получения однородных сухих смесей с достаточно плотной упаковкой в состав вводят тонкодисперсные карбонатные наполнители. Тонкодисперсный наполнитель заполняет полости между кристаллами цемента и заполнителя, увеличивая прочность контактов между ними; повышается плотность и, как следствие, прочность и долговечность штукатурок. Степень наполнения и удельная поверхность карбонатных наполнителей оказывает влияние на водопотребность смесей. При введении в состав штукатурных смесей 5–20% тонкомолотого известняка водопотребность смеси снижается на 15%.

В данной работе исследованы сухие строительные смеси, основы которых составляет портландцемент марки 400. В качестве карбонатного наполнителя в состав цементной смеси вводили известняковую муку, имеющую насыпную плотность 1400 кг/м³, истинную плотность 2800 кг/м³, удельную поверхность (по ПСХ-4) 450 м²/кг. Химический состав известняковой муки (мас. %): 54,16 СаО; 0,45 MgO; 0,55 Fe₂O₃; 0,22 Al₂O₃; 0,95 SiO₂; 0,27 SO₃; потери при прокаливании 43,08.

Карбонатный наполнитель в виде известняковой муки добавляли в состав смеси в количестве 0–20%.

В качестве другой минеральной добавки в составе смеси использовали гашеную известь, при введении которой в штукатурный состав улучшаются технологические свойства, возрастает адгезионная прочность, повышается водоудерживающая способность и пластичность смеси.

В системе цементное вяжущее–карбонатный наполнитель–гидратная известь при затворении водой гидроксид кальция взаимодействует с кальцитом, образуя основной карбонат кальция, выделяющийся в виде гелеобразной массы, обладающей повышенными адгезионными свойствами.

Для повышения водоудерживающей способности, увеличения прочности сцепления с основанием в состав вводили органические добавки: метилцеллюлозу Walocel MKX 70000 и полимеры Vinnapas RI551Z и Vinnapas 510Z.

Полученные образцы-балочки размером 4×4×16 см подвергали испытанию после твердения в течение 28 сут.

Введение известняковой муки в состав смеси приводит к небольшому повышению прочности при сжатии и изгибе (рис. 1). По результатам исследования следует, что оптимальное содержание тонкомолотого известняка в штукатурных смесях составляет 15%.

При введении в штукатурную смесь более 4% гидратной извести наблюдается небольшое снижение прочности при изгибе и сжатии (рис. 2).

Введение Walocel MKX 70000 в сухие штукатурные смеси в количестве 0,3% позволяет получать значительный загущающий эффект. При этом растворные смеси становятся более пластичными и удобоукладываемыми.

Кроме импортной метилцеллюлозы в работе была апробирована отечественная. По сравнению с импортной она в сухой смеси менее стабильна, обладает меньшей адгезионной связью (прочность сцепления с бетоном и кирпичом составляет 1,1 МПа) и водоудерживающей способностью 98,88%.

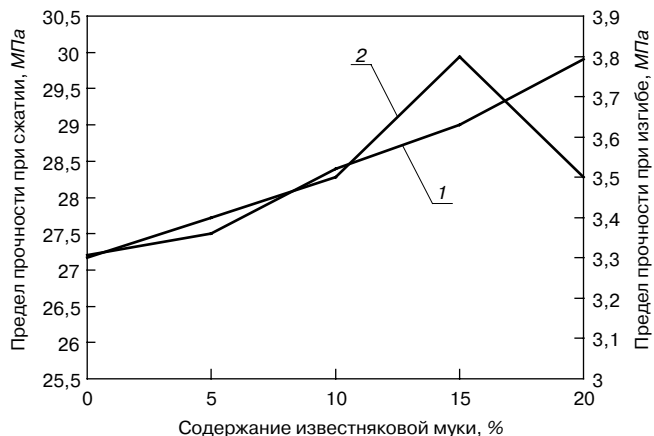


Рис. 1. Зависимость прочности при изгибе и сжатии от содержания известняковой муки: 1 – при сжатии; 2 – при изгибе

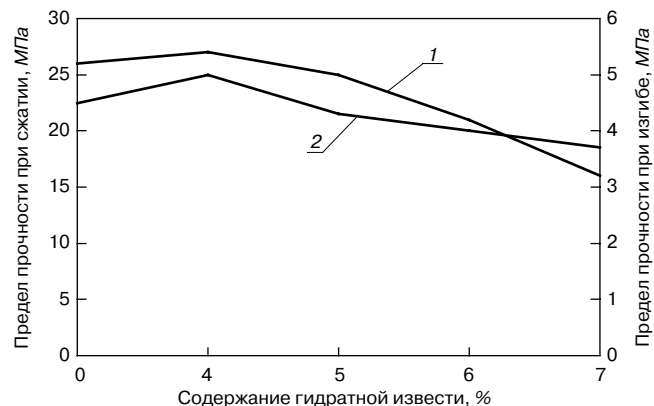


Рис. 2. Зависимость прочности при изгибе и сжатии от содержания гидратной извести: 1 – при сжатии; 2 – при изгибе

№ состава	Прочность, МПа		Водоудерживающая способность, %
	при сжатии	при изгибе	
1	11,25±0,5	3±0,14	99,69±0,01
2	12,56±1	2,89±0,25	99,69±0,02
3	12,85±0,25	2,19±0,05	99,76±0,01
4	15±0,65	3,3±0,15	99,86±0,01
5	14±0,15	2,96±0,06	99,93±0,02
6	11,15±0,55	3,18±0,25	99,8±0,02
7	14,25±0,25	2,15±0,15	99,89±0,02
8	12±0,4	3,2±0,2	99,9±0,01
9	13,5±0,15	3,25±0,15	99,93±0,03

Примечание. 9-й состав – нулевой уровень.

Вводя эфиры целлюлозы, нужно учитывать, что при средней дозировке 0,3% массы сухой смеси расход воды затворения может вырасти почти в 1,5 раза. Это приводит к снижению прочности при сжатии затвердевшего раствора на несколько процентов, но такая небольшая потеря прочности объясняется тем, что достигается высокая степень гидратации цемента.

Введение полимера Vinnapas RI551Z обеспечивает снижение водопоглощения. Преимуществом дисперсных порошков Vinnapas с гидрофобным эффектом является увеличение адгезии штукатурок. Кроме того, смеси с данной добавкой обладают высокой эластичностью, стойкостью к истиранию и технологичностью. Добавка Vinnapas RI551Z в состав штукатурных смесей вводится в количестве 0,5–1%, при котором водопоглощение составляет около 3 мас. %, а коэффициент размягчения 0,95. Данная добавка хорошо сочетается с другими, так как не содержит вспомогательных пленкообразователей, растворителей и пластификаторов. Количество вводимой добавки в смеси составляет 0,3–0,5%, что способствует увеличению прочностных показателей при изгибе и сжатии, а также прочности при отрыве на 17%.

Кроме указанных выше существуют специальные наполнители, например армирующие волокна, сдерживающие развитие микротрещин. Большой выбор армирующих волокон, с одной стороны, дает возможность оптимального выбора необходимого продукта, а с другой – осложняет работу технолога. Эффективность дисперсного армирования сухих строительных смесей напрямую зависит от правильного выбора вида волокон и во многом определяется совместимостью волокон с минеральной матрицей, процентом армирования, способом производства работ и условиями последующей эксплуатации.



Рис. 3. Фактурная облицовка фасада здания, выполненная из рекомендуемых составов сухих смесей

В данной работе в качестве специального наполнителя были использованы базальтовые волокна отечественного производства [4].

На основе проведенных экспериментов было выявлено, что введение 0,6% армирующих волокон приводит к возрастанию прочности при изгибе на 11,5% по сравнению с добавкой такого же количества полиамидных волокон, при этом улучшается водостойкость и прочность при сжатии. Дальнейшее увеличение количества волокна нецелесообразно по экономическим соображениям.

Для оптимизации составов сухих штукатурных смесей использован метод многофакторного планирования эксперимента, с помощью которого можно определить зависимость прочностных характеристик и водоудерживающей способности от известных и изучаемых переменных факторов. Для каждого фактора выбирали условный нулевой уровень 0_{x_i} и интервал варьирования λ_i , которые заданы по результатам проведенных опытов. Результаты девяти опытов с тремя повторениями в каждом варианте приведены в таблице.

Полученные результаты по шести откликам показывают, что наилучшими эксплуатационными показателями соответствует состав, включающий, мас. %: цемент – 20; известняковая мука – 10; гашеная известь – 5; метилцеллюлоза – 0,3; армирующий элемент – 0,6. С помощью математического планирования эксперимента оптимизирован штукатурный состав для отделки фасадов зданий, позволяющий получать отделочные покрытия достаточно плотные и твердые, имеющие повышенную адгезию; прочность сцепления с бетоном и кирпичом составляет 1,6 МПа.

Разработанные сухие штукатурные композиции на цементной основе, армированные базальтовыми волокнами, применялись для устройства фасадного покрытия здания в Новосибирске (рис. 3).

При создании новых рецептур для производства сухих смесей необходимо шире использовать местные составляющие элементы (наполнители и добавки), которые приводят к повышению физико-технических свойств защитных покрытий зданий и сооружений и в конечном итоге к долговечности.

Исследования показали возможность повышения трещиностойкости и снижение усадочных деформаций за счет введения в состав сухих смесей армирующих элементов из базальтового волокна отечественного производства, при этом экономический эффект от их внедрения по сравнению с импортным полиамидным армирующим элементом составил 30%.

Ключевые слова: сухие цементные смеси, армирующие волокна, прочность при сжатии и при изгибе, адгезия к основанию, трещиностойкость, долговечность.

Список литературы

1. Казарновский З.И., Савилова Г.Н. Сухие смеси – новые возможности в строительстве // Строительные материалы. 1999. № 2. С. 20–21.
2. Безбородов В.А., Белан В.И., Мешков П.И. и др. Сухие смеси в современном строительстве. Новосибирск: НГАСУ, 1998. 94 с.
3. Копаница Н.О., Анисанова Л.А., Макаревич М.С. Тонкодисперсные добавки для наполненных вяжущих на основе цемента // Строительные материалы. 2002. № 9. С. 2–3.
4. Василик П.Г., Голубев И.В. Применение волокон в сухих строительных смесях // Строительные материалы. 2002. № 9. С. 26–27.
5. Безбородов В.А., Парикова Е.В., Пичугин А.П. Сухие строительные смеси и технология их применения. Новосибирск: НГАСУ-НГАУ, 2010. 126 с.

Ю.В. КРАСОВИЦКИЙ, д-р техн. наук, Воронежская государственная технологическая академия; Н.В. ПИГЛОВСКИЙ, ведущий инженер (piglovsky@vagon.vrn.ru), Воронежский вагоноремонтный завод; Р.Ф. ГАЛИАХМЕТОВ, директор по развитию (grf@rosizvest.ru), ООО «Росизвесть» (Воронеж)

Специфика эксплуатации фильтров-пылеуловителей в производстве строительных материалов

Нормальная работа фильтров по эффективности и надежности зависит от соблюдения проектных эксплуатационных параметров (температуры, влажности, расхода пылегазового потока, массовой концентрации, дисперсного и химического состава пыли, механической прочности, термо- и коррозионно-стойкости материала фильтрующих элементов и т. д.) [1–3].

Превышение допустимой температуры пылегазового потока ведет к уменьшению срока службы ткани. При снижении температуры газов до точки росы пары воды конденсируются, в результате чего пыль, осевшая на ткани, увлажняется, слипается, замазывает поры ткани. При этом резко повышается гидравлическое сопротивление аппарата. Для предотвращения конденсации водяных паров температура газов на выходе из аппаратов должна быть на 20–30 °С выше точки росы. При обратной продувке ткани воздух часто приходится подогревать.

При очистке высокотемпературных газов в фильтрах необходима тонкая регулировка их температуры. Наиболее приемлемый метод охлаждения газа – смешивание его с атмосферным воздухом.

При пуске фильтра сначала включают в работу шнек, шлюзовые затворы, механизмы регенерации, вентилятор обдувки, а затем подают запыленный газ на фильтрацию. Остановку фильтра производят в обратном порядке.

Основной показатель, характеризующий работу фильтра, – его гидравлическое сопротивление. При нормальной работе фильтра, хорошей регенерации и оптимальной расчетной нагрузке гидравлическое сопротивление аппарата составляет примерно 800–900 Н/м². В случае применения стеклоткани сопротивление аппарата обычно находится в пределах 1500–1800 Н/м². Сопротивление фильтра меньше приведенных значений свидетельствует о недогрузке аппарата по газу и пыли, изношенности рукавов или неплотности в местах их крепления. Большие сопротивления указывают на более высокую начальную запыленность очищаемого газа, на плохую регенерацию или на то и другое вместе.

В зависимости от степени запыленности газа и скорости фильтрации регулируют продолжительность регенерации. Оптимальный интервал между регенерациями фильтрующих элементов определяют опытным путем.

Часто причиной плохой работы фильтров является наличие щелей в местах стыковки распределительной трубной решетки с корпусом аппарата, местах крепления фильтрующих элементов к патрубкам решетки и т. д. Устранение этих неплотностей и проверку аппарата на герметичность проводят при монтаже фильтра, планово-предупредительных ремонтах. Крепление фильтрующих элементов целесообразнее всего проводить комплектно для каждой секции одновременно. Комплект может состоять как из новых, так и из бывших в употреблении элементов. Однако подобный комплект должен состоять из элементов, проработавших одинаковое количество времени, т. е. обладающих одинаковой степенью износа.

Следует иметь в виду, что и до настоящего времени в производстве достаточно широко применяются тканевые (рукавные) фильтры. Поэтому в дальнейшем при обсуждении условий эксплуатации фильтров мы будем учитывать это обстоятельство.

Как известно, наибольшему износу тканевые рукава подвергаются в нижней своей части, примерно на длине 300–400 мм от нижней газораспределительной решетки. Причина этого – повышенная скорость газа в нижней части рукава, особенно при его провисании и уменьшении входного сечения, а также временное повышение температуры поступающих на очистку газов. При повышенных скоростях газов ткань изнашивается вследствие истирания ее пылью. Поэтому рукав целесообразно выполнять составным из двух частей. Нижняя часть рукава сменная.

Во время обратной продувки ткани рукава сжимаются. Во избежание их чрезмерного сплюсывания, которое затрудняет стекание уловленной пыли в бункер, рукава, выполненные из хлопчатобумажных, шерстяных или синтетических тканей, снабжают кольцами жесткости.

Накопленный опыт фильтрации газов подтверждает целесообразность более широкого использования стеклоткани, особенно при обслуживании высокотемпературных технологических процессов. Рукав любой конструкции, изготовленный из обычной ткани, обычно очищают от пыли встряхиванием и обратной обдувкой. Использование же стеклоткани позволяет очищать рукава только обратной обдувкой.

При очистке сухих газов от пылей с высоким электрическим сопротивлением фильтровальные ткани из синтетических и стеклянных волокон заряжаются, например, до 60 кВ. Это создает опасность возникновения пожара в фильтре в результате электрического пробоя воздушного промежутка между рукавом и корпусом аппарата. Для защиты от электризации в ткани влетают тонкие металлические проволочки или пропитывают их антистатическими электропроводящими составами.

Уместно отметить, что использование в этих условиях фильтрующих материалов из пористых металлов полностью устраняет эту опасность, делает практически неограниченным срок службы фильтрующих элементов, резко упрощает их регенерацию и повышает эффективность пылеулавливания [4–5].

Существенно влияет на эксплуатацию рукавных фильтров и фильтров с насыпным слоем герметичность переключающих клапанов и пылевыгрузных устройств. Подсосы из атмосферы и коллектора продувочного воздуха значительно увеличивают гидравлическое сопротивление, а следовательно, и энергетические затраты. Срок службы фильтровальных элементов для каждого материала устанавливают применительно к условиям эксплуатации. Рукава из лавсана в нормальных условиях работают от 8 до 20 тыс. ч. При улавливании высокоабразивных пылей с повышением температуры срок службы значительно снижается.

Мероприятия по уходу за фильтрами предусматриваются специальной инструкцией. В инструкции излагают порядок обслуживания, осмотра и ремонта установки. В процессе эксплуатации фильтра контролируют эффективность улавливания и при ее снижении принимают необходимые меры, устраняющие причины ухудшения работы фильтра. Для этого периодически отбирают пробы, а иногда устанавливают оптические или другие приборы, регистрирующие повышение выходной концентрации. Места утечек газа из чистой зоны обычно обнаруживают при визуальном осмотре.

При надлежащем уходе срок службы тканых рукавов нередко достигает трех лет, на отдельных установках — четырех-пяти лет. При импульсной продувке рукавов из стекловолокна максимальный срок службы равен двум годам. При высокой выходной концентрации пыли он уменьшается, так как для поддержания достаточно низкого перепада давления нередко требуется практически непрерывная регенерация.

Преждевременный разрыв рукава может быть вызван слабым или сильным натяжением. При слабом натяжении разрушение от изгиба происходит вследствие перегиба в нижней части рукава. Недостаточное натяжение может также привести к касанию рукавов друг с другом, что мешает сбрасыванию пыли в бункер во время обратной продувки. Повторный унос уловленной пыли приводит к увеличению перепада давления и, как следствие, к продавливанию пыли через ткань, что увеличивает унос. Абразивное трение соседних провисших рукавов друг о друга может вызвать их разрушение. Этот недостаток исправляют путем правильного размещения распорных колец вдоль рукава.

Рекомендуемое натяжение рукава в среднем составляет около 4 кг на 100 мм окружности, т. е. 15 кг для рукава диаметром 130 мм. При этом следует учитывать длину и массу рукава, а также массу слоя при его максимальной толщине. Хорошо спроектированная система обратной продувки обеспечивает медленную подачу давления в секцию после регенерации, что защищает рукава от резкого раздувания или толчка. Постепенная подача давления достигается благодаря использованию тарельчатых клапанов либо ограничивающих расход приспособлений в одном из выпускных клапанов.

При эксплуатации фильтра корпус аппарата рекомендуется открывать для осмотра через определенные промежутки времени (не реже одного раза в неделю). При осмотре проверяют наличие на рукавах слоя пыли, который не удаляется при регенерации; степень замазывания фильтровального материала влажной пылью; образование на поверхности материала твердых отложений, свидетельствующих о конденсации влаги; равномерность толщины пылевого слоя вдоль длины рукава; состояние фильтровального материала (наличие мелких отверстий, разрывов, износа на отдельных участках ткани вследствие трения или изгиба и т. д.).

Внутренность фильтра осматривают для выявления пылевых отложений на стенках корпуса и бункера, особенно в углах и по краям, на направляющих пластинах напротив входа газа. Метод очистки рукавов подбирают опытным путем с учетом свойств материала и пыли. Очищенный рукав проверяют на воздухопроницаемость тем же способом, что и загрязненный.

При фильтрации взрывоопасных пылей используют фильтры и вентиляторы во взрывобезопасном исполнении и работают только под разрежением. В газоходах, бункерах, в чистой зоне корпуса фильтра и других местах не допускают накопления пыли, а в местах вероятного скопления пыли предусматривают люки для прочистки. Возможные источники образования искр и скопления электростатических зарядов устраняют.

При возникновении пожара на установке выключают вентиляторы и принимают меры по ликвидации по-

жара; вызывают пожарную команду, закрывают клапаны и огнетушителями гасят горящие рукава или горящую пыль, удаленные из фильтра (тушение пожара внутри фильтра запрещается).

При удалении из вентиляционного воздуха взрывоопасной пыли уловленную пыль непрерывно отводят за пределы фильтра. Газоходы заземляют, а для периодической очистки и промывки их в местах поворотов устанавливают люки.

При эксплуатации фильтров особое внимание уделяют теплоизоляции газоходов и аппаратов.

Ключевые слова: регулировка температуры, гидравлическое сопротивление, герметичность, натяжение ткани, пожарная безопасность.

Список литературы

1. Ужов В.Н., Вальдберг А. Ю., Мягков Б.И. Очистка промышленных газов от пыли. / М.: Химия, 1981. 390 с.
2. Ужов В.Н., Мягков Б.И. Очистка промышленных газов фильтрами. / М.: Химия, 1970. 319 с.
3. Вальдберг А.Ю., Александров В.П. Применение рукавных фильтров для очистки дымовых газов установок термического обезвреживания отходов // Гражданская инженерия. 1998. Т. 6. № 2. С. 53–58.
4. Красовицкий Ю.В., Анжеуров И.М., Архангельская Е.В. Высокотемпературное обеспыливание дымовых газов зернистыми фильтрами в огнеупорном производстве // Процессы и оборудование экологических производств: Тез. докл. III межреспубл. науч.-техн. конф., Волгоград, 5–6 дек. 1995 г. С. 72.
5. Анжеуров Н.М., Красовицкий Ю.В., Архангельская Е.В., Панов С.Ю. Перспективы применения зернистых фильтров для тонкого обеспыливания газов в производстве стройматериалов // Тез. докл. XVII конф. стран СНГ «Дисперсные системы», 23–27 сент. 1996 г. Одесса, С. 7.

В издательстве «СТРОЙМАТЕРИАЛЫ»

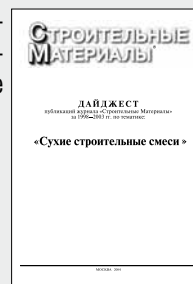
ВЫШЕЛ ДАЙДЖЕСТ

«Сухие строительные смеси»

Часть 2

В дайджест вошли статьи, опубликованные в журнале «Строительные материалы»® за 2004–2008 гг. – всего более 60 статей по тематическим разделам:

- компоненты для производства ССС;
- технология и оборудование;
- результаты научных исследований;
- применение ССС;
- рынок ССС.



Для приобретения дайджеста следует направлять заявку произвольной формы в издательство по факсу или электронной почте.

Не забудьте указать наименование организации, почтовый адрес доставки, ФИО получателя.

Телефон/факс:

(499) 976-20-36, 976-22-08

E-mail: mail@rifsm.ru www.rifsm.ru

Г.Н. ШИБАЕВА, канд. техн. наук, Хакасский технический институт
(Филиал Сибирского федерального университета, Абакан)

Отделочные композиционные материалы и изделия с улучшенными санитарно-техническими свойствами

В отделке помещений и в конструкциях малоэтажных зданий значительное место занимают древесные плиты – древесно-стружечные (ДСП), древесноволокнистые (ДВП) и цементно-стружечные (ЦСП). предъявляемые к ним требования различны в зависимости от места применения: в конструкциях и наружной отделке зданий основными являются требования влаго- и атмосферостойкости, формостабильности и прочности, во внутренней отделке жилых, служебных и производственных помещений главными являются художественно-декоративные, санитарно-гигиенические свойства и влагостойкость [1].

Основными достоинствами применения древесных плит являются их небольшая стоимость и легкость обработки, основным недостатком – ограниченная способность выдерживать увлажнение. В связи с этим возникает необходимость повышения водостойкости, защиты от разбухания и коробления. Основными направлениями при этом является нанесение защитного покрытия (ламинирование, шпонирующее, окрашивание водонепроницаемыми лакокрасочными составами) и пропитка плит гидрофобизирующими веществами. Кроме того, применение ДСП во внутренней отделке помещений ограничено выделением формальдегида из смол связующего плит. Существует ряд методов снижения выхода формальдегида [2]: при производстве плит – применение малотоксичных смол, введение в связующее акцепторов и сорбентов формальдегида (тиомочевины, меламина, резорцина, монтмориллонита, бентонитовой глины); при использовании плит – нанесение защитных малопроницаемых покрытий с введением в их состав акцепторов и сорбентов.

Для улучшения санитарно-гигиенических свойств отделочных древесных плит могут быть дополнительно поставлены два требования: влажная уборка и очистка поверхности; очистка воздуха помещений от накапливающихся производственных токсичных газов, бытовых запахов и т. п. В первом случае плиты покрывают водостойкими эмалями, допускающими влажное протирание поверхности. Во втором – защитно-отделочное покрытие должно включать мелкозернистые сорбенты, одновременно выполняющие декоративные функции [3]. В качестве таких сорбентов могут быть применены горные породы, содержащие монтмориллонит, цеолит, шунгит.

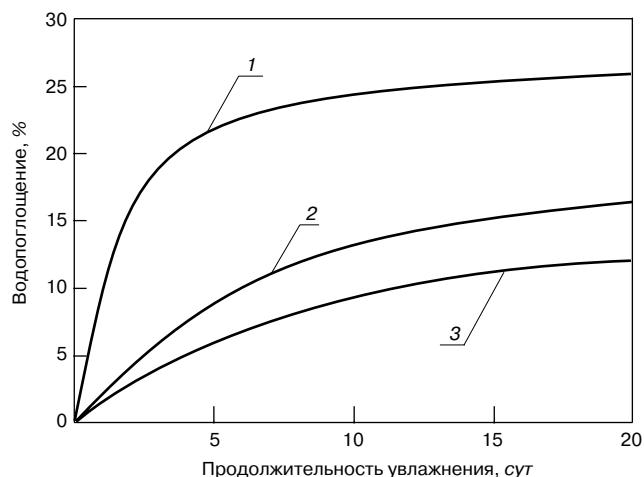
Были проведены исследования материалов и технологий в области повышения технологических и эксплуатационных свойств древесных плит. В результате разработаны методы их защиты зернистыми декоративно-защитными покрытиями [4, 5], сочетающие функции предохранения плит от коробления, уменьшения выделения формальдегида (при использовании ДСП) и очистки воздуха в помещениях. Предложенные составы покрытий и технология их нанесения позволяют добиться большей эффективности, чем традиционные ме-

тоды, например окрашивание эмалями и лакокрасочными составами на латексной основе.

Поверхность плиты подвергают гидрофобизирующей обработке во избежание коробления и разрушения, затем грунтуют и наносят клеящий слой, в который втапливают мелкозернистые материалы. Гидрофобизация производится погружением плиты в гидрофобизирующий состав с последующей выдержкой в естественных условиях ($20 \pm 2^\circ\text{C}$, влажность не более 60%) в течение суток. Как показали исследования, для гидрофобизирования могут быть использованы синтетические и натуральные олифы, латекс, кремнийорганические жидкости, а также расплав технической серы. В последнем случае обработка проводится при $150\text{--}155^\circ\text{C}$ с последующим охлаждением в расплаве до $125\text{--}130^\circ\text{C}$. Такая пропитка улучшает гидрофизические свойства материала плиты: повышает водостойкость, уменьшает водопоглощение (рисунк) и набухание.

При этом прочность сцепления гидрофобизированной поверхности с традиционными клеями, в том числе на водной основе, достаточно высокая, например в таблице показаны результаты определения прочности сцепления поверхности древесной плиты (ЦСП-1 плотностью 1339 кг/м^3 , толщина 12 мм) с полимерсиликатной клеевой композицией. Состав композиции следующий (мас. %): латекс 20–25; мраморная мука 40–50; натрий-силикат 13–15; кремнефторид натрия (отвердитель жидкого стекла) 1,4–1,5; вода – остальное.

Эксперимент показал, что прочность сцепления ($0,35\text{--}0,5\text{ МПа}$) сравнима с прочностью материала плит на разрыв ($0,25\text{--}0,4\text{ МПа}$), в том числе после гидрофобизации, однако работы по нанесению защитного покрытия не должны затягиваться до предела жизнеспособности.



Влияние пропитки серой на водопоглощение образцов ЦСП при длительном выдерживании в воде [2]. Процент поглощенной серы образцами: 1 – 0% (необработанные); 2 – 8%; 3 – 24% и более

Сцепление поверхности ЦСП с клеевым составом	Прочность, МПа
Характеристика	
Возраст клеевого состава 45 мин, поверхность плиты не обработана	0,5
Возраст клеевого состава 45 мин, поверхность плиты пропитана серой с поглощением 17–24%	0,43–0,49
Возраст клеевого состава 60 мин, поверхность плиты не обработана	0,35
Возраст клеевого состава 60 мин, поверхность плиты пропитана серой с поглощением 17–24%	0,38–0,43
Технические требования к прочности древесных плит при растяжении перпендикулярно к плоскости, не менее	
Цементно-стружечные плиты по ГОСТ 26816–86	0,35–0,4
Древесно-стружечные плиты по ГОСТ 10632–89	0,25–0,35
Древесно-волоконистые плиты по ГОСТ 4598–86	0,3–0,32*
* Для мягких, полутвердых и твердых (группы Б) древесно-волоконистых плит показатель не нормируется.	

собрности клеевого состава. Отмечено, что при проведении испытаний отрыв происходит преимущественно (на 85–95%) по материалу плиты (когезионное разрушение), что свидетельствует о хорошей адгезии клея к древесным частицам.

Далее на рабочую поверхность плиты наносится клеящий слой. Для ДВП в качестве рабочей поверхности принимают рифленую сторону для повышения адгезионной прочности клеевого соединения. Как правило, вначале поверхность грунтуют. Для клеящего слоя предложено использовать следующие композиции:

а) 8–12%-й водный раствор натриевой соли карбоксиметилцеллюлозы, наполненный пылевидной фракцией цеолитсодержащей породы в количестве 15–20% (при гидрофобизации олифой); грунтовка осуществляется основной клеевой композицией краскопультом или пистолетом-распылителем;

б) полимерсиликатный состав, описанный выше (при гидрофобизации серой); грунтовка осуществляется основным клеевым составом или латексом, нанесением его жесткой щеткой (при этом наружная пленка серы превращается в порошок, который при смешивании с грунтом вулканизует каучук латекса, что повышает сцепление клеящего слоя с плитой).

Затем клеевой состав наносят в один-два слоя в зависимости от среднего размера зерен покрытия: для фракции 1,25–2,5 мм толщина клеящего слоя не менее 0,5 мм, для фракции 2,5–5 мм – не менее 1 мм. Ограничение по фракциям связано с тем, что более мелкие фракции снижают декоративно-художественную функцию покрытия, а более крупные имеют меньшую сорбционную способность (в случае применения в качестве зернистого материала сорбентов – горных пород, содержащих цеолит, монтмориллонит, шунгит и т. п.) и требуют увеличения расхода клеящего состава.

Технология нанесения зернистого материала на древесные плиты построена на основе существующих технологий декоративной обработки бетона, видоизмененных с учетом меньшей твердости, прочности, водостойкости и других особенностей обрабатываемого материала. Для бетона обычно используется механический способ набрызга зерен покрытия, однако меньшая прочность древесных плит может привести к повреждению их поверхности при ударах зерен, а при меньшей силе набрызга слабо закрепившиеся зерна осыпаются, загрязняются и образуют отходы, что повышает расход материала. Более приемлемо втапливание методом наложения сырой поверхности клеящего слоя на выровненный слой зерен, уложенный в расчетном количестве на дно формы. При этом часть вязкой массы проникает в пространство между зёрнами и более прочно сцепляется с ними. Предложено устройство, состоящее из формы-ящика с подвижно закрепленным дном и штанги с педалью, позволяющей вдавить находящийся в ящике зерновой материал в клеевой слой. Однако при-

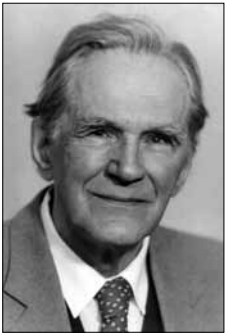
менение такого метода нанесения зернового материала накладывает на клеящий слой определенные требования по вязкости: при переворачивании плиты слой не должен сползать с поверхности (при этом вязкость клеевого состава с помощью вискозиметра ВЗ-4 к моменту переворачивания плиты составляет не менее 60 с).

Плитки для внутренней отделки могут быть съёмными, для чего на их тыльной поверхности водостойким клеевым составом крепятся застёжки-липучки, клейкая лента или другие подобные крепления. При использовании зерен сорбента после эксплуатационного насыщения улавливаемыми газами слой сорбента смывается с поверхности плитки теплой водой, тщательно промывается в воде или моющем растворе, высушивается (прокаливается) в сушильном шкафу при температуре 300°C в течение часа для полного удаления влаги и сорбированных веществ. Далее происходит повторное нанесение на очищенную, промытую и высушенную поверхность плиток клеевого слоя и втапливание в этот слой зерен сорбента. Эта процедура позволяет поддерживать сорбционные свойства изделий в течение всего срока их эксплуатации.

Ключевые слова: *древесные плиты, снижение токсичности, защитное покрытие, гидрофобизация, клеевые композиции.*

Список литературы

1. *Мальцев В.В.* Древесно-плитные материалы. Взгляд химика-эколога // Материалы III Международного московского форума строительной индустрии «InterBuildCoN». Москва: ЦВК «Экспоцентр», 2008.
2. *Варанкина Г.С.* Снижение токсичности древесных плитных материалов // ЛесПромИнформ. 2011. № 1 (75). С. 134–139.
3. *Бельчинская Л.И.* Адсорбция формальдегида на минеральных нанопористых сорбентах, обработанных импульсным магнитным полем // Физикохимия поверхности и защита материалов. 2009. Т. 45. № 2. С. 218–221.
4. Патент 2244078 РФ, С2 МПК7 Е 04 F 13/00. Способ нанесения зернистого покрытия на древесные плиты и устройство для его осуществления / Г.Н. Шибаева, В.М. Хрулев, Р.Ш. Хасанов, Р.Р. Ибатуллин; патентообладатель Уфимский гос. нефтяной техн. ун-т. № 2003106496/03; заявл. 07.03.03; опубл. 10.01.05. Бюл. № 1; приоритет 07.03.03. 5 с.
5. Патент 2261178 РФ, С2 МПК7 В 44 С 5/04. Способ изготовления зернистых плиток с зернистым покрытием / Г.Н. Шибаева, В.М. Хрулев, С.Г. Анцупова, Р.Р. Ибатуллин; патентообладатель Новосибирский гос. архит.-строит. ун-т. № 2003115311/12; заявл. 22.05.03; опубл. 27.09.05. Бюл. № 27; приоритет 22.05.03. 3 с.



К 100-летию со дня рождения Алексея Филипповича ПОЛАКА (1911–1990)

4 июня 2011 г. исполнилось 100 лет со дня рождения лауреата Государственной премии СССР в области науки и техники, заслуженного деятеля науки и техники Башкирской АССР и РСФСР, доктора технических наук, профессора Алексея Филипповича Полака.

Алексей Филиппович Полак является выдающимся деятелем советской и российской строительной науки, внесшим большой вклад в две ее ветви – проблемы твердения минеральных вяжущих веществ и коррозии и антикоррозионной защиты бетона и железобетонных конструкций.

Он был организатором и многолетним директором (1956–1981 гг.) Башкирского научно-исследовательского института строительства (БашНИИстроя, НИИпромстроя), являвшегося в соответствующие годы структурой Минстроя РСФСР, Минпромстроя СССР, Минуралсибстроя СССР, Минстройтранса Республики Башкортостан. По его прямой инициативе в 1968 г. в Уфимском нефтяном университете была открыта специальность промышленное и гражданское строительство, реорганизованная позднее в архитектурно-строительный факультет при Уфимском государственном нефтяном техническом университете с семью специальными специальностями.

Алексей Филиппович прошел сложный жизненный путь, характерный для людей своего поколения. В Вене окончил среднюю школу и строительный факультет Венского политехнического института по специальности мосты. Вспоминая годы учебы в политехническом, Алексей Филиппович говорил о высоком уровне преподавания базовых дисциплин – математики, теории упругости, сопротивления материалов. Спецкурсы преподавали крупные европейские ученые, среди них мировые величины в области механики грунтов, расчета строительных конструкций Терцаги, Залингер и др.

С приходом фашизма в Германии, провозгласившего одной из своих целей присоединение Австрии к рейху, А.Ф. Полак принимает решение о переезде в СССР.

Предвоенные годы А.Ф. Полак проработал в строительных организациях Московской области. Когда началась Великая Отечественная война, Алексей Филиппович был направлен в Башкирию на обустройство и расширение Ишимбайского месторождения нефти.

В Ишимбае, в примитивнейшей даже по тем временам лаборатории и начался путь А.Ф. Полака в науку. С группой таких же энтузиастов он испытывал на прочность гипс – материал, которым на стройке заменяли дефицитный цемент. Эти опыты, подкрепленные научно-теоретическими выкладками и расчетами, имели весьма серьезные последствия. В 1949 г. Полак, работавший тогда уже в Уфе в тресте «Башнефтезаводстрой», обобщил и доложил результаты своих наблюдений в Институте физической химии АН СССР у академика П.А. Ребиндера, который дал такое заключение о докладе А.Ф. Полака: «...автор этой работы по прочности гипсолита ввел в строительную механику физико-химические факторы, учитывающие влияние адсорб-

ции из внешней среды на деформационные процессы и сопротивление разрушению пористых тел типа гипсобетона. Исходя из правильных физических представлений и основываясь на достижениях советской науки, А.Ф. Полак пришел к новым расчетным формулам и методам расчета, имеющим большое практическое значение, позволяющим резко повысить коэффициент безопасности, увеличивая надежность сооружения». Работа А.Ф. Полака была признана вполне соответствующей кандидатской диссертации.

После защиты диссертации в Совете Института физической химии в 1951 г. он остается на должности главного инженера СМУ-3 треста «Башнефтезаводстрой».

В СМУ-3 была научно-исследовательская лаборатория, сотрудники которой не мыслили своего инженерного существования без научных экспериментов. Позже многие из них перешли к Алексею Филипповичу в организованный им научно-исследовательский институт по строительству.

1950-е гг. были годами поисков. Война оставила глубокие раны. Строить надо было быстро и много. Начались экспериментальные работы по введению в строительные растворы хлористого кальция. Были найдены оптимальные рецептуры, и кирпичная кладка стала вестись круглый год. Так же была решена проблема с зимним оштукатуриванием.

Алексей Филиппович пришел в науку опытным практиком, знавшим многие проблемы строительства и сочетавшим это качество с навыками исследователя и незаурядными качествами организатора, руководителя. Именно как практик, он не мог не увидеть в те годы очевидного: быстро развивающаяся строительная индустрия Башкирии нуждалась в своем научно-исследовательском учреждении. После двух лет хлопот в сентябре 1956 г. он добивается создания научно-исследовательского института промышленного строительства (на первых порах как филиала всесоюзного).

Став директором НИИпромстроя, А.Ф. Полак дал жизнь крупномасштабному проекту: с группой сотрудников института В.Д. Фаерштейном, В.А. Комлевым, Г.С. Колесником, З.В. Бабичевым, Б.В. Гончаровым, А.С. Доровских он обеспечил активное развитие свайного фундаментостроения.

За годы директорства А.Ф. Полака НИИпромстрой–БашНИИстрой стал ведущим в стране в области свайного фундаментостроения. Были созданы и внедрены в масштабах СССР эффективные производственные копры (С-878, СП-49, КО-8, КО-16), техника для зондирования грунтов. Наряду с этим были разработаны новые предварительно напряженные железобетонные конструкции, методы организации и управления строительством, разработаны и внедрены технические решения по использованию ряда многотоннажных отходов промышленности в производстве строительных материалов, методы защиты строительных конструкций от коррозии в агрессивных средах.

К моменту создания института четко определились и личные научные интересы Алексея Филипповича. Это исследование процессов, происходящих при твердении минеральных вяжущих веществ, цементных бетонов. С помощью высокого математического аппарата он объяснил глубинные физико-химические процессы, происходящие в цементе и бетоне на молекулярном уровне. Механизм структурообразования и твердения минеральных вяжущих по А.Ф. Полаку, отличающийся высокой эстетической строгостью и логичной ясностью, остается каноном по сегодняшний день. Сущность этого механизма состоит в следующем: на начальном этапе затворения водной суспензии возникает система частиц вяжущего на расстояниях 10–15 мкм, существенно более тех, которые характерны для коагуляции на дальнем расстоянии. Начальный этап процесса растворения и гидратации вяжущего связан с резким возрастанием степени пересыщения раствора и выпадением зародышей кристаллогидратов, имеющих размер ~2 нм. Количественной мерой этого этапа является число зародышей гидрата в единице объема системы, зависящее от физико-химической природы вяжущего, его объемной концентрации и дисперсности. Последующее резкое снижение степени пересыщения раствора по отношению к гидрату обуславливает прекращение зародышеобразования и рост возникших зародышей гидрата. На этой стадии процесса расстояния между растущими зародышами гидрата могут быть больше или меньше значения ~10 нм, соответствующего энергетическому барьеру, преодоление которого возможно с определенной вероятностью благодаря осуществляемому частицами броуновскому движению. В этих условиях происходит образование коагуляционной структуры на ближнем расстоянии ~1 нм. Механизм формирования кристаллизационных контактов, являющийся следующим этапом структурообразования и формирования прочности, обусловлен двумерной миграцией молекул или блоков гидратной фазы в виде подвижных адсорбционных слоев на поверхности частиц – растущих зародышей гидрата. Диффундируя в соответствии с принципом минимума энергии в зазор между соседними частицами, находящимися на расстоянии ближней коагуляции, молекулы или молекулярные пары подвижных контактируемых частиц образуют устойчивые перемычки, которые далее трансформируются в кристаллизационные контакты, являющиеся носителями прочности. В ходе продолжающейся гидратации вяжущего развитие кристаллизационной структуры и ее упрочнение происходят за счет роста числа кристаллизационных контактов и их обростания.

Плодом многолетних трудов А.Ф. Полака по проблеме твердения становится вышедшая в 1966 г. в издательстве «Стройиздат» монография «Твердение минеральных вяжущих веществ (вопросы теории)», а в 1990 г. – монография «Твердение минеральных вяжущих веществ». Эти работы явились значительным вкладом в отечественную теорию гидратации и твердения вяжущих, основные положения которых используются исследователями и производственниками для совершенствования технологических процессов при производстве гипсобетона, бетона и железобетона.

Теория твердения оказалась лишь половиной проблемы, которую решил Алексей Филиппович с коллегами. Суть в том, что цемент и бетон на его основе не являются вечными материалами: деструктивные коррозионные процессы начинаются уже в процессе твердения. Но если в обычных условиях эксплуатации изменение прочности бетона происходит относительно медленно, то при наличии агрессивной среды этот композиционный материал может разрушаться в короткие сроки. Именно такие случаи раннего повреждения бетона име-

ли масштабный характер на предприятиях химического и нефтеперерабатывающего комплекса, созданного в послевоенные годы в Уфе и других городах страны. В связи с этим в институте БашНИИстрой А.Ф. Полаком были созданы отделы и лаборатории (В.В. Бабков, В.В. Яковлев, В.М. Латыпов, Ю.И. Меркулов, А.А. Оратовская, Г.Н. Гельфман, В.М. Кравцов), активно включившиеся в решение вопросов повышения долговечности бетона и железобетона. Были разработаны составы коррозионно-стойких бетонов и средства антикоррозионной защиты конструкций. Но главным итогом исследований явилось развитие представлений о механизме и кинетике коррозии бетона. Основываясь на физико-химической сущности процессов коррозии, А.Ф. Полаку удалось методом математического моделирования получить простую инженерную формулу для прогноза глубины повреждения бетона, широко известную как «закон корня квадратного от времени». При этом был использован специально разработанный метод квазистационарного режима, позволивший путем ряда допущений получить аналитическое решение для «нерешаемой» системы дифференциальных уравнений, описывающих процесс коррозии бетона. Будучи прекрасным экспериментатором, А.Ф. Полак разработал и широко внедрил лабораторный метод определения скорости коррозии бетона. Результаты исследований по закономерностям развития коррозии бетона изложены А.Ф. Полаком в работах «Физико-химические процессы коррозии бетона», «Расчет долговечности железобетонных конструкций», «Математическое моделирование процесса коррозии бетона и железобетона», в монографии «Коррозия железобетонных конструкций зданий нефтехимической промышленности». За разработку теории коррозии бетона и железобетона и создание на ее основе долговечных железобетонных конструкций массового строительства группа ученых, и в их числе А.Ф. Полак, была удостоена Государственной премии СССР 1984 г. в области науки и техники.

В 1980 г. в возрасте 69 лет Алексей Филиппович ушел с директорской должности, чтобы заняться преподаванием в вузе. Закономерным и логичным представляется это решение: многолетний научный опыт и богатые знания необходимо было передавать молодым. С 1980 по 1986 г. он заведовал кафедрой строительных конструкций Уфимского нефтяного института, руководил коллективом преподавателей, многие из которых были его учениками, аспирантами. Им подготовлено свыше 40 кандидатов и докторов наук.

Алексей Филиппович читал студентам, будущим строителям, курс лекций по коррозии бетона и железобетона, исповедуя принцип: преподносить науку не как свершившийся факт, а как вечное движение к истине. Он и сам был участником этого движения – инженер и организатор, строитель и профессор, честный и душевный человек.

А.Ф. Полак награжден орденами «Знак Почета», Трудового Красного Знамени и рядом других наград.

В память о выдающемся ученом в соответствии с постановлением Кабинета министров Республики Башкортостан от 31.12.2002 г. на доме в Уфе, где А.Ф. Полак прожил последние годы, установлена мемориальная доска.

Созданный А.Ф. Полаком Научно-исследовательский институт строительства в Уфе (БашНИИстрой) в этом году вместе с юбилеем профессора А.Ф. Полака отмечает свое 55-летие.

*В.В. Бабков, В.В. Яковлев, В.М. Латыпов,
д-ра техн. наук;
Г.С. Колесник, канд. техн. наук,
кафедра «Строительные конструкции» УГНТУ*

НОВОСТИ КОМПАНИЙ

Группа ЛСР приобрела кирпичный завод в Московской области

Группа ЛСР завершила приобретение 93,44% уставного капитала одного из производителей лицевого кирпича — ОАО «Павловская керамика». Сумма сделки составляет 1238 млн р. В 2006–2008 гг. на предприятии, которое с 1970 г. специализируется на выпуске лицевого кирпича, была проведена полная реконструкция: все старые производственные корпуса демонтированы, на их месте возведены новые цеха, проведена современная инженерия, установлено новое оборудование компаний Keller HCW (Германия) и Bedeschi S.p.A. (Италия), благодаря чему производственный процесс стал полностью автоматизированным. Проектная производственная мощность предприятия составляет 70 млн шт. усл. кирпича в год. При выходе завода на полную мощность доля

предприятия на рынке лицевого кирпича Московского региона составит 17%. В ассортименте предприятия более 10 цветов и фактур лицевого кирпича, при этом имеется возможность варьирования цвета благодаря широкому диапазону режимов печи обжига. Завод расположен в г. Павловский Посад (Московская область) в 62 км от Москвы. Территория завода составляет 12 га и включает в себя производственный цех, сырьевой склад, а также административные здания и здания вспомогательных подразделений. У завода имеется собственный автопарк, включающий экскаваторы, бульдозеры и самосвалы. Численность персонала составляет около 130 человек. Новый завод будет обеспечен сырьем за счет принадлежащего Группе ЛСР глиняного месторождения в г. Ожерелье Каширского района Московской области.

По материалам ОАО «Группа ЛСР»

Новый завод дробильно-сортировочного оборудования

Генподрядная компания СТЭП приступила к созданию энергоэффективного предприятия по производству дробильно-сортировочного оборудования для горнодобывающей промышленности. Проект, инвестором которого выступает «УК «ВЕГА-ПРО», частично реализуется на промышленной площадке «Акрон» в Великом Новгороде. Объем инвестиций в строительство предприятия составляет около 200 млн р.

Машиностроительный завод по производству дробильно-сортировочного оборудования будет спроектирован и возведен по европейским стандартам энергоэф-

фективности. СТЭП реализует проект в две стадии: проектирование и непосредственно строительство. Предприятие будет возведено на земельном участке площадью 5 га. Около 2,8 га были выделены «УК «ВЕГА-ПРО» правительством Новгородской области, а остальные 2,2 га, расположенные на промышленной площадке «Акрон», находятся у компании в собственности. Общая площадь будущего предприятия составит 4 тыс. м². Первоначальный объем производства — 50 единиц техники в год, в дальнейшем планируется его увеличение. Стадию проектирования компания должна закончить к февралю 2012 г., а завершить строительство — к декабрю 2012 г.

По материалам ООО «Генподрядная компания СТЭП»

«Павловскгранит» реализует программу модернизации производства

В мае 2011 г. ОАО «Павловскгранит» (Воронежская область) в рамках долгосрочной стратегии модернизации производственных мощностей запустил в эксплуатацию новую дробильно-сортировочную установку на базе дробилки Н-6800. Установка была спроектирована и построена работниками предприятия и по оценкам

специалистов способна переработать 1200 т малоликвидной фракции щебня 25–60 мм в год. Цель строительства установки — переработка неликвидной фракции и увеличение выпуска фракции 5–20 мм.

Такая установка окупится через 3–4 месяца. Запуск установки — это один из этапов модернизации производства.

По материалам пресс-службы компании «Павловскгранит»

Новое производство в Челябинской области

На ОАО «Асбестоцемент» (г. Коркино, Челябинская обл.) запущена линия по производству плит из вспененного полистирола. Оборудование линии приобретено и смонтировано полностью на средства предприятия. Сырье — гранулированный полистирол закупается в г. Нижнекамске (Республика

Татарстан); нестандартная продукция подлежит повторной переработке на этой же линии. Объем производства в сутки составит до 140 м³. Максимальная загрузка линии при нарабатанном рынке сбыта позволит задействовать дополнительно 33 человека.

По материалам агентства «Инфолайн»

НОВЫЕ КНИГИ

Ларионов А.Н., Викторов М.Ю.

Формирование системы саморегулирования в строительстве

Монография. М.: Изд-во АСВ, 2010. 168 с.

В предлагаемой работе исследованы проблемы функционирования и управления отечественной строительной отраслью в условиях рынка, изучен опыт передачи функций контроля от государства саморегулируемым организациям, выявлены и сформулированы функции саморегулирова-

ния, предложены и обоснованы научные подходы к формированию системы саморегулирования в строительстве.

Монография предназначена для руководителей и специалистов саморегулируемых организаций в строительстве, научных работников, докторантов и аспирантов, руководителей и специалистов строительных предприятий и саморегулируемых организаций, органов государственной власти, занимающихся реализацией экономической политики, а также всех интересующихся проблемами саморегулирования в строительстве.

ИССЛЕДОВАНИЯ РЫНКОВ

В России подорожали почти все виды стройматериалов

В апреле 2011 г. в России подорожали все виды строительных материалов, за исключением бетона. По данным экспертов, цемент за месяц в среднем подорожал на 3,1%, до 2247 р. за тонну. По сравнению с декабрем 2010 г. цена выросла на 1,3%. При этом производство цемента выросло на 12% к уровню апреля прошлого года и составило 4,4 млн т.

Средняя цена железобетонных изделий и конструкций в апреле выросла на 0,3% и составила 7417 р. за 1 м³ (с начала года цена увеличилась на 3,7%). Производство ЖБИ и ЖБК по сравнению с аналогичным периодом прошлого года увеличилось на 14,9% и составило 1,9 млн м³.

Кирпич за месяц в среднем подорожал на 2,3% до 4981 р. за тысячу штук. С начала года цена выросла на

7,6%. Производство кирпича к уровню апреля 2010 г. увеличилось на 19,1%.

Средняя цена на нерудные строительные материалы выросла на 8% к уровню марта и составила 313 р. 1 м³. С начала года средняя цена увеличилась на 39,8%. Производство нерудных стройматериалов по сравнению с аналогичным периодом 2010 г. выросло на 13,4% и составило 22,8 млн т.

Стоимость бетона по отношению к марту снизилась на 0,8% и составила 3162 р. за 1 м³. С начала года цена увеличилась на 16%. Производство бетона в апреле по сравнению с аналогичным периодом прошлого года увеличилось на 10,1% и составило 1,6 млн м³.

В марте стоимость бетона за месяц увеличилась на 13,4%; нерудных материалов — на 9,7%; кирпича — на 1,9%; железобетонных изделий и конструкций — на 1,8%; цемента — на 1,7%.

В России растет потребление цемента

В апреле 2011 г. объем потребления «железнодорожного» цемента на российском рынке увеличился на 18% к уровню апреля прошлого года и составил 2,95 млн т. С начала года объем потребления цемента увеличился на 22,1%. Все регионы России, кроме Северо-Кавказского федерального округа, продолжают показывать положительную динамику роста потребления цемента.

В Центральном регионе в апреле 2011 г. новое предприятие на цементном рынке ЮУГПК увеличило свою долю в отгрузке цемента железнодорожным транспортом до 4,5%, United Cement Group — до 2,5%. Напротив, «Мордовцемент» и «Евроцемент груп» сократили свои доли на 4,6% и 5,3% соответственно. Аналогичная ситуация сложилась на рынке Московского региона. Более благоприятная ситуация для «Евроцемента» и «Мордовцемента» складывается на рынке Северо-Западного региона.

В Южном регионе лидерство по отгрузке цемента потребителям железнодорожным транспортом продолжает удерживать «Новоросцемент» — 45,6% (+10,5% к апрелю 2010 г.). В Приволжском федеральном округе наращивают объемы продаж западные компании Holcim +6,4% и Heidelberg Cement + 2,9%.

На Урале «Сибирский цемент» в течение 2010–2011 гг. увеличил долю продаж с 5,6 до 18% и теперь уверенно занимает третье место, оставив позади «Горнозаводскцемент», «Lafarge», «Heidelberg Cement» и прочих производителей.

На сибирском рынке стоит отметить «БазэлЦемент»: группа увеличила долю отгрузки цемента в данный регион с 2–4% в 2010 г. до 11% в апреле 2011 г.

На Дальнем Востоке региональный лидер «Востокцемент» практически не оставляет никаких шансов другим поставщикам цемента, увеличив свою долю в отгрузке цемента до 87%.

В мае 2011 г. объем отгрузок цемента железнодорожным транспортом на российский рынок увеличился на 16% по сравнению с апрелем текущего года и составил 3,4 млн т. Рост обусловлен началом строительного сезона на май–октябрь, на который приходится пик потребления строительных материалов.

В среднесрочной перспективе не ожидается изменений рынка в пользу производителя, так как в период до 2015 г. будет введено в эксплуатацию более 20 млн т новых мощностей, что приведет к значительному усилению конкуренции и новым перестановкам на региональных и федеральных рынках.

Рынок нерудных строительных материалов

Производство нерудных строительных материалов в апреле 2011 г. увеличилось на 13% к уровню апреля прошлого года и составило 22,8 млн м³. В январе–апреле 2011 г. производство увеличилось на 21,9%, до 75,1 млн м³.

Максимальный рост производства нерудных строительных материалов в апреле текущего года наблюдался в Сибирском федеральном округе: предприятия региона увеличили объемы производства щебня, гравия, песка и ПГС на 1,1 млн м³, или на 52,4% к соответствующему периоду прошлого года. Уральский федеральный округ, напротив, сократил производство на 0,1 млн м³, или на 2,1% к апрелю 2010 г.

В настоящее время добыча и производство нерудных строительных материалов (НСМ) — один из самых противоречивых с точки зрения прогнозирования сегментов производства стройматериалов. С одной стороны, Россия — самая богатая по запасам НСМ страна, с другой — доступ к большинству месторождений крайне затруднен, и их разработка в существующих условиях экономически нецелесообразна. Главной причиной такого положения является высокая доля транспортной составляющей в конечной стоимости продукта. По данным ФАС, для щебня в 2006–2007 гг. она была 46%,

а для песка уже 90%. Рост железнодорожных тарифов с этого момента только усугубил положение.

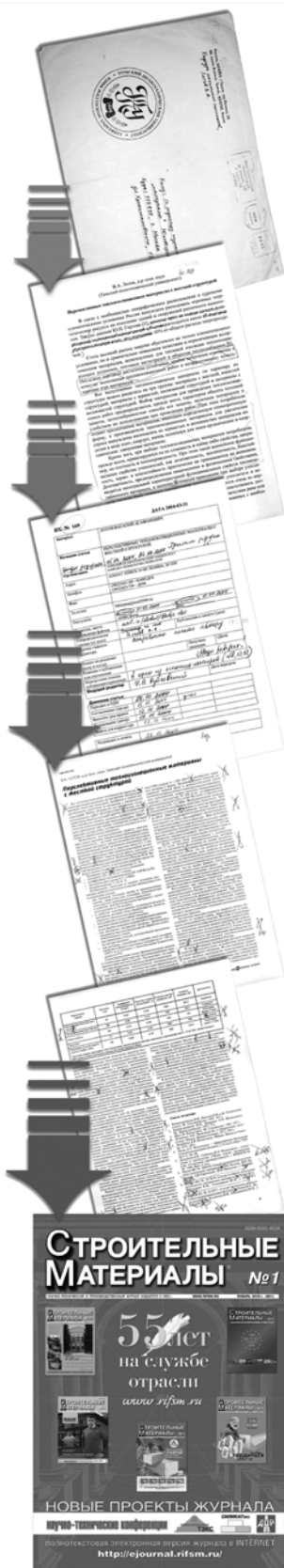
Тем не менее после 31% снижения объемов производства в 2009 г. (а в стоимостном выражении — 38,6%) отрасль стала восстанавливаться. По итогам 2010 г. НСМ уже прибавили 11% в натуральном выражении и 5,7% в стоимостном. 2011 г. ознаменовался еще большим скачком. В марте цены не только достигли докризисного уровня, но и обогнали среднегодовую цену 2008 г. при отставании от этого года по объему и незначительном увеличении производства к 2010 г.

Такое положение во многом связано с сезонной активизацией дорожного строительства, основным строительным компонентом которого является НСМ. В текущем году на строительство и ремонт автодорог Правительство России планирует потратить 387 млрд р. (+20% к 2010 г.), а построить больше на 35% за счет финансирования из региональных бюджетов.

За счет общей активизации строительства и планов по развитию дорожной сети страны можно прогнозировать увеличение потребления нерудных материалов в 2011 г. не менее чем на 15%.

По материалам инвестиционной компании «СМПРо»

Как подготовить к публикации научно-техническую статью



Журнальная научно-техническая статья — это сочинение небольшого размера (до 4-х журнальных страниц), что само по себе определяет границы изложения темы статьи.

Необходимыми элементами научно-технической статьи являются:

- постановка проблемы в общем виде и ее связь с важными научными или практическими задачами;
- анализ последних достижений и публикаций, в которых начато решение данной проблемы и на которые опирается автор, выделение ранее не решенных частей общей проблемы, которым посвящена статья;
- формулирование целей статьи (постановка задачи);
- изложение основного материала исследования с полным обоснованием полученных результатов;
- выводы из данного исследования и перспективы дальнейшего поиска в избранном направлении.

Научные статьи рецензируются специалистами. Учитывая открытость журнала «Строительные материалы»® для ученых и исследователей многих десятков научных учреждений и вузов России и СНГ, представители которых не все могут быть представлены в редакционном совете издания, желательно представлять одновременно со статьей отношение ученого совета организации, где проведена работа, к представляемому к публикации материалу в виде сопроводительного письма или рекомендации.

Библиографические списки цитируемой, использованной литературы должны подтверждать следование автора требованиям к содержанию научной статьи и не содержать перечень всего ранее опубликованного автором, что перегружает объем статьи и часто является элементом саморекламы.

Кроме того, статьи, направляемые для опубликования, должны оформляться в соответствии с техническими требованиями изданий. Статьи, направляемые в редакцию журнала «Строительные материалы»®, должны соответствовать следующим **требованиям**:

- текст статьи должен быть набран в редакторе Microsoft Word и сохранен в формате *.doc или *.rtf и не должен содержать иллюстраций;
- графический материал (графики, схемы, чертежи, диаграммы, логотипы и т. п.) должен быть выполнен в графических редакторах: CorelDraw, Adobe Illustrator и сохранен в форматах *.cdr, *.ai, *.eps соответственно. Сканирование графического материала и импорт его в перечисленные выше редакторы недопустимо;
- иллюстративный материал (фотографии, коллажи и т.п.) необходимо сохранять в формате *.tif, *.psd, *.jpg (качество «8 — максимальное») или *.eps с разрешением не менее 300 dpi, размером не менее 115 мм по ширине, цветовая модель CMYK или Grayscale.

Материал, передаваемый в редакцию в электронном виде, должен сопровождаться: рекомендательным письмом руководителя предприятия (института); лицензионным договором о передаче права на публикацию; **распечаткой, лично подписанной авторами**; рефератом объемом до 500 знаков на русском и английском языке; подтверждением, что статья предназначена для публикации в журнале «Строительные материалы»®, ранее нигде не публиковалась, и в настоящее время не передана в другие издания; сведениями об авторах с указанием полностью фамилии, имени, отчества, ученой степени, должности, контактных телефонов, почтового и электронного адресов. Иллюстративный материал должен быть передан в виде оригиналов фотографий, негативов или слайдов, распечатки файлов.

В 2006 году в журнале «Строительные материалы»® был опубликован ряд статей «Начинающему автору», ознакомиться с которыми можно на сайте журнала www.rifsm.ru/files/avtoru.pdf



Подробнее можно ознакомиться с требованиями на сайте издательства www.rifsm.ru/page/7