

Уважаемые читатели!

Актуальная научно-техническая информация, особенно во время кризиса, поможет принять правильные решения.

Не забудьте оформить подписку на научно-технический и производственный журнал «Строительные материалы»®.

Для оформления подписки воспользуйтесь купоном и/или возможностью электронной подписки на сайте: <http://ejournal.rifsm.ru/>

Выберите нужный Вам вариант подписки.

Заполните заявку на оформление подписки: ↓

КОЛЬ ЖУРНАЛ ЧИТАТЬ
НЕ БУДЕШЬ



ТЕХНОЛОГИЮ ЗАБУДЕШЬ

**Просим оформить подписку на 2009 г.
на научно-технический журнал «Строительные материалы»®
с приложениями**

(Н Е Н У Ж Н О Е З А Ч Е Р К Н У Т Ь)

Комплект 1 Цена комплекта* на II полугодие 2009 г. – 4080 руб., на весь год – 8160 руб.

№ 1 (январь)	№ 2 (февраль)	№ 3 (март) + приложение «СМ-наука»	№ 4 (апрель)	№ 5 (май) + приложение «СМ-technology»	№ 6 (июнь)
№ 7 (июль)	№ 8 (август)	№ 9 (сентябрь) + приложение «СМ-наука»	№ 10 (октябрь)	№ 11 (ноябрь) + приложение «СМ-technology»	№ 12 (декабрь)

Комплект 2 Цена комплекта* на II полугодие 2009 г. – 4080 руб., на весь год – 8160 руб.

№ 1 (январь)	№ 2 (февраль) + приложение «СМ-бизнес»	№ 3 (март)	№ 4 (апрель) + приложение «СМ-архитектура»	№ 5 (май)	№ 6 (июнь)
№ 7 (июль)	№ 8 (август) + приложение «СМ-бизнес»	№ 9 (сентябрь)	№ 10 (октябрь) + приложение «СМ-архитектура»	№ 11 (ноябрь)	№ 12 (декабрь)

Комплект 3 Цена комплекта* на II полугодие 2009 г. – 4320 руб., на весь год – 8640 руб.

№ 1 (январь)	№ 2 (февраль) + приложение «СМ-бизнес»	№ 3 (март) + приложение «СМ-наука»	№ 4 (апрель) + приложение «СМ-архитектура»	№ 5 (май) + приложение «СМ-technology»	№ 6 (июнь)
№ 7 (июль)	№ 8 (август) + приложение «СМ-бизнес»	№ 9 (сентябрь) + приложение «СМ-наука»	№ 10 (октябрь) + приложение «СМ-архитектура»	№ 11 (ноябрь) + приложение «СМ-technology»	№ 12 (декабрь)

* – Цена приведена без учета стоимости почтовых услуг; НДС не облагается.

Название организации с указанием формы собственности _____

_____ ИНН

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Юридический адрес: _____

Телефон/факс: () _____

Фамилия, имя, отчество получателя: _____

Почтовый адрес доставки: _____

Отправьте заявку в редакцию по факсу: (495) 976-22-08, 976-20-36

Оплатите счет, журналы вместе с документами Вы будете получать по почте.

Подписаться на журнал «Строительные материалы»® можно на почте

6 номеров
журнала
«Строительные
материалы»®



Подписной индекс
по объединенному
каталогу
«Пресса России»

70886



6 номеров
журнала
«Строительные
материалы»®



Подписной индекс
по объединенному
каталогу
«Пресса России»

87723



6 номеров
журнала
«Строительные
материалы»®



Подписной индекс
по каталогу
агентства
«РОСПЕЧАТЬ»

79809



6 номеров
журнала
«Строительные
материалы»®



Подписной индекс
по каталогу
агентства
«РОСПЕЧАТЬ»

20461



6 номеров
журнала
«Строительные
материалы»®



Подписной индекс
по каталогу
«Издания органов
научно-технической
информации»



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.
ГРИДЧИН А.М.
ЖУРАВЛЕВ А.А.
КОВАЛЬ С.В.
КОЗИНА В.Л.
КРАСОВИЦКИЙ Ю.В.
ЛЕСОВИК В.С.
ПИЧУГИН А.П.
РУДЫЧЕВ А.А.
ФЕДОСОВ С.В.
ФИЛИППОВ Е.В.
ХИХЛУХА Л.В.
ЧЕРНЫШОВ Е.М.
ШЛЕГЕЛЬ И.Ф.

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

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

Перепечатка
и воспроизведение статей,
рекламных
и иллюстративных материалов
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, корп. 3
Тел./факс: (495) 976-22-08
(495) 976-20-36
Телефон: (926) 833-48-13
E-mail: mail@rifsm.ru
http://www.rifsm.ru

Материалы для дорожного строительства

А.Е. МЕРЗЛИКИН, А.М. СТРИЖЕВСКИЙ

Повышение эффективности расходования бюджетных средств, направляемых на эксплуатацию автомобильных дорог4

Дан анализ причин и размеров вреда, причиняемого большегрузными транспортными средствами дорожным покрытиям. Предложены мероприятия, позволяющие увеличить межремонтный период проезжей части автодорог.

С.В. КАРПЕЕВ, А.В. КОЧЕТКОВ, Д.Б. САПСАЕНКО, А.В. ЧВАНОВ

Относительные методы определения параметров качества дорожных материалов6

Дан анализ принципов оценки контрастности дорожных разметок. В качестве основного светотехнического параметра в нормативную базу вводится световозвращение дорожной разметки.

Официальное открытие кирпичного завода

ОАО «Кирово-Чепецкий кирпичный завод» (Информация)10

Е.Б. ТЮКОВ, Ю.И. КАЛГИН

Повышение долговечности шероховатых поверхностных обработок дорожных покрытий11

Приведена модель долговечности слоев поверхностной обработки асфальтобетонного покрытия. Исследована зависимость твердости асфальтобетона от температуры и вида применяемого модификатора связующего.

С.П. АРЖАНУХИНА

Сравнительные демонстрационные испытания противогололедных материалов на основе хлоридов14

В результате демонстрационных испытаний различных реагентов и их смесей для разрушения снежно-ледяных образований на дорожном покрытии в зимний сезон. Показан характер их действия, эффективность и преимущества.

А.М. ШЕЙНИН, С.В. ЭККЕЛЬ

Оценка качества монолитного бетона в дорожном и аэродромном строительстве при испытании кернов17

Показано, что наиболее надежно прочность бетона в дорожных конструкциях можно определить методом испытания образцов-кернов при растяжении при раскалывании с последующим определением нормируемой прочности бетона с помощью переходных коэффициентов.

О.Н. НИКОНОВА, О.А. ДУКА, А.В. РУДЕНСКИЙ

Повышение водостойкости дорожных асфальтобетонных введением порошкообразных активаторов21

Приведены результаты исследований влияния добавок солей и оксидов металлов на адгезионные свойства битума и водостойкость дорожного асфальтобетона.

С.В. ОВСЯННИКОВ

Щебеночно-мастичные деформационные швы мостовых сооружений24

Рассмотрена конструкция закрытых щебеночно-мастичных деформационных швов ThormaJoint. Разработаны рекомендации по устройству таких швов, обобщающие зарубежный и отечественный опыт.

В.В. ВОЛКОВ, Д.Е. БАРАБАШ

Совершенствование методов оценки эксплуатационного состояния дорожно-мостовых габрионных конструкций27

Предложены модели устойчивости габрионной конструкции и оценки эксплуатационного состояния, позволяющие оперативно оценить изменения характеристик дорожных сооружений и значительно снизить затраты на их ремонт.

А.П. ЛУПАНОВ, С.Ф. БАЛАШОВ, А.С. СУХАНОВ

Влияние асфальтового гранулята на уплотняемость и водостойкость асфальтобетона30
Изучен зерновой состав гранулята, составы с его применением и их основные свойства. Установлены основные добавки для повышения эксплуатационных свойств асфальтобетона с применением гранулята.

Е.А. ДАНИЛЬЯН

Физико-механические свойства литых асфальтобетонов на битумно-полимерном вяжущем33
Показано, что наиболее высокие эксплуатационные свойства литых асфальтобетонных покрытий достигаются при введении в дорожные битумы этиленпропиленовых каучуков, повышается теплостойкость и трещиностойкость.

Г.А. ПОДРЕЗ, А.В. БИТУЕВ, М.Е. ЗАЯХАНОВ, А.Н. МАНГУТОВ, В.С. ПРОКОПЕЦ

Применение местных эффузивных горных пород для производства асфальтобетонов36
Выполнены исследования производства асфальтобетонов с заменой дорогостоящего щебня туфом. Показаны пути повышения трещино- и износостойкости путем объемного армирования волокнистыми материалами.

С.В. СКОРИКОВ, Б.Г. ПЕЧЕНЬ, В.А. БОРОДИНА

Физико-механические и технологические свойства цветных дорожных покрытий на основе эмульгированных вяжущих39
Проведенные исследования показали наибольшую эффективность по технико-экономическим и декоративным показателям устройства цветных покрытий из пластрасов или поверхностных обработок на эмульгированных полимерных вяжущих.

А.М. ГРИДЧИН, А.П. КОРОТАЕВ, В.В. ЯДЫКИНА, Д.А. КУЗНЕЦОВ, М.А. ВЫСОЦКАЯ

Дорожные композиты на основе дисперсного вспученного перлита42
Рассмотрена возможность использования пористого дисперсного вспученного перлитового сырья в качестве наполнителя для асфальтовяжущего вещества и мелкозернистого асфальтобетона с повышенной тепло- и трещиностойкостью.

Л.В. МОРОЗОВА

Новейшие технологии виброизоляции рельсовых путей45
Описаны основные свойства материалов для виброзащиты Sylomer® и Sylodyn® фирмы Getzner Werkstoffe GmbH, представлены основные конструктивные решения виброизоляции железнодорожных путей.

MosBuild-2009 продолжает выставочную эстафету (Информация)48

Новые возможности использования сверхлегких пенобетонов (Научно-практическая конференция на базе холдинга «СОВБИ»)50

Результаты научных исследований

С.В. ФЕДОСОВ, В.И. БОБЫЛЕВ, Ю.А. МИТЬКИН, А.М. СОКОЛОВ

Исследование параметров электротепловой обработки бетона токами различной частоты51
Выполнены экспериментальные исследования характеристик электротепловой обработки стандартных образцов бетона при использовании электроразогрева токами промышленной (50 Гц) и ультразвуковой частоты 20 кГц. Получены эмпирические зависимости изменения удельного сопротивления бетона при его электротепловой обработке.

Г.В. НЕСВЕТАЕВ, А.Н. ДАВИДЮК

Самоуплотняющиеся бетоны: прочность и проектирование состава54
Показано проектирование состава SCC по критерию прочности, которое целесообразно вести с учетом влияния супер- (СП) или гиперпластификатора (ГП). Представлены данные по влиянию пластификаторов на различные виды цементов.

В.В. ЗИМИЧ, Л.Я. КРАМАР, Б.Я. ТРОФИМОВ, Т.Н. ЧЕРНЫХ

Повышение гигроскопичности и водостойкости хлормagneзиального камня путем введения трехвалентного железа58
Представлены результаты исследования влияния добавки железной руды на формирование структуры, фазового состава и свойств хлормagneзиального камня. Показано, что железосодержащая добавка приводит к снижению гигроскопичности и водопоглощения, а также к повышению прочности и водостойкости хлормagneзиального камня.

В.В. РУСИНА, Е.О. ГРЫЗЛОВА

Особенности состава и свойств отвальной золошлаковой смеси62
Установлены особенности состава и свойств отвальной золошлаковой смеси (ЗШС) ОАО «Иркутскэнерго». Предложены способы использования ЗШС: в тонкомолотом состоянии – в качестве компонента вяжущего; шлаковой составляющей ЗШС как заполнителя в мелкозернистых бетонах. Показана высокая жаро- и коррозионная стойкость бетонов на основе ЗШС.

Материалы и конструкции

А.К. ГОНЧАРОВ, В.А. КОЗЕЙЧУК, Д.А. НАРЫШКИН

Опыт наблюдений за строительством высотных зданий65
Обоснована необходимость дополнений при разработке проектов высотных зданий, предусматривающих вопросы ремонтоспособности наружных стен и фасадных систем, конструктивные решения, учитывающие требования по контролю качества работ, надежности и устойчивости здания в период строительства и эксплуатации.

Группе компаний «Единая торговая система» 15 лет! (Информация)68

Нерудные строительные материалы

А.А. ЖУРАВЛЕВ

Промышленность нерудных строительных материалов и дорожное строительство70
Представлено современное состояние промышленности нерудных строительных материалов. Описаны условия ее функционирования применительно к потребностям строительства автодорог.

О.Е. ХАРО, Н.С. ЛЕВКОВА

Некоторые направления применения отходов производства нерудных материалов73
Показано, что организация переработки отходов промышленности НСМ не требует больших капитальных затрат, способствует улучшению экологической обстановки и эффективной реализации государственных строительных программ.

Отрасль в современных экономических условиях

В.А. МАРТЫНЕНКО, Н.В. МОРОЗОВА

Перспективы производства и применения газобетонных изделий в Украине75
Приведена динамика выпуска автоклавного газобетона на Украине в корреляции с объемами строительства. Показана структура действующих предприятий, представлены основные строящиеся и проектируемые заводы.

Информация

Наносистемы в строительном материаловедении (IV Академические чтения РААСН)79

Российская академия архитектуры и строительных наук подвела итоги за пять лет81

Новости84

СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ® technology

приложение к научно-техническому журналу «Строительные Материалы» № 5 – 2009 г.

В.В. ЕФРЕМЕНКОВ, Д.Г. КОНДРАТЬЕВ, В.В. РУЧКИН

Разработка и изготовление технологического оборудования для производства строительных материалов87
Представлено транспортно-технологическое и весодозирующее оборудование для производства листового стекла, силикатного кирпича, цемента, изделий из бетона и другой продукции стройиндустрии ЗАО «Стромизмеритель».

И.А. КСЕНОФОНТОВ

Оборудование для производства минерального порошка90
Приводятся аргументы целесообразности применения минерального порошка в производстве асфальта и асфальтобетона. Даны характеристики основных марок минерального порошка. Представлено описание технологической линии по производству минерального порошка производительностью 10 т/ч.

В.В. БРАВОВ

Преимущества внедрения частотных преобразователей92
На примере ООО «Орешкинский комбинат НСМ» показана эффективность замены электромагнитных реле и магнитных пускателей на частотные преобразователи российского производства. Сделан вывод, что частотные преобразователи целесообразнее использовать в системе управления с удаленного компьютера, а не как отдельные пусковые устройства.

А.И. НИЖЕГОРОДОВ

Теоретическое обоснование использования новых модификаций электрических печей для обжига вермикулита94
Показано преимущество использования шести модульных печей для вспучивания вермикулита по сравнению с трехмодульными печами.

С.М. НЕЙМАН, Г.В. КОНОВ

Хризотилцемент: распалась связь времен?97

Технология производства нового продукта фирмы КНАУФ – АКВАПАНЕЛЬ®100

В.Л. БАРОН, М.А. АБДУЛКАДЫРОВ

Об оценке стабильности результатов взрывной отбойки на карьерах стройматериалов102
Предложено использовать коэффициент вариации в качестве базового критерия для комплексной оценки стабильности результатов массовых взрывов на карьерах НСМ. Показано, что определение этих коэффициентов не потребует дополнительных затрат и будет способствовать совершенствованию технологии и повышению безопасности БВР.

Ю.Г. МЕЩЕРЯКОВ, Н.А. КОЛЕВ, С.В. ФЕДОРОВ, В.П. СУЧКОВ

Производство гранулированного фосфогипса для цементной промышленности и строительных изделий104
Описана технология производства гранул из фосфогипса для цементных заводов. Показано, что гранулированный продукт можно получить путем механохимической активации промышленного отхода – введением извести с последующей механической обработкой смеси.

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

70886 каталог «Пресса России»

79809 каталог агентства «Роспечать»

Не забудьте оформить подписку своевременно!

А.Е. МЕРЗЛИКИН, А.М. СТРИЖЕВСКИЙ, кандидаты техн. наук,
ФГУП «РОСДОРНИИ» (Москва)

Повышение эффективности расходования бюджетных средств, направляемых на эксплуатацию автомобильных дорог

Большая часть автомобильных дорог общего пользования находится в федеральной, муниципальной собственности или собственности субъектов Российской Федерации и финансируется в основном из бюджетов разных уровней. К полномочиям органов власти различных уровней в области использования автомобильных дорог и осуществления дорожной деятельности относится в том числе установление общих требований к осуществлению контроля за обеспечением сохранности автомобильных дорог, а также определение размера вреда, причиняемого транспортными средствами, осуществляющими перевозки тяжеловесных грузов, и установление порядка возмещения этого вреда [1].

Величина затрат на эксплуатацию автомобильных дорог определяется расчетными нормативами [2] с учетом обоснованных межремонтных сроков службы дорожных одежд и периодичности выполнения отдельных видов работ [3]. При этом действующие межремонтные сроки службы дорожных одежд и принятая периодичность выполнения отдельных видов работ не учитывают воздействия транспортных средств, осуществляющих перевозку тяжеловесных грузов, а также наличия значительного количества дорог с недостаточно прочной дорожной одеждой. Недоучет вышеперечисленного приводит к сокращению фактических сроков службы дорожных одежд и дополнительным затратам бюджетных средств.

Размер вреда, причиняемого транспортными средствами, осуществляющими перевозки тяжеловесных грузов, и установление порядка возмещения этого вреда регламентируются специальной инструкцией [4]. В соответствии с этим документом перевозка груза транспортным средством, имеющим полную массу более 44 т, должна производиться на основе специального проекта. При этом на практике встречаются многочисленные автопоезда, имеющие до 30 осей (рис. 1) и полную массу до 377 т. Только ФГУП «РОСДОРНИИ» за 2008 г. разработало 173 специальных проекта. При



Рис. 1. Перевозка оборудования для Шатурской ГРЭС автопоездом, имеющим 22 оси и полную массу около 200 т

этом общее расстояние, которое прошли тяжеловесные транспортные средства, имеющие полную массу более 44 т, составило 236 тыс. км. Суммарный вред, нанесенный автомобильным дорогам, составил 30 млн р. (рис. 2), или 127 р./км. Вместе с тем сопоставление этих цифр с реальными затратами на капитальный ремонт дорог показывает, что вред от перевозки тяжеловесных грузов, рассчитываемый по действующим методикам, явно недооценен.

Совершенно другая ситуация при оценке затрат на ремонт и содержание автомобильных дорог возникает для дорог с недостаточно прочной дорожной одеждой. Результаты диагностики автомобильных дорог федерального значения в 2007 г. показали, что 55% их протяженности имеют недостаточно прочные дорожные одежды [5]. Для остальных дорог общего пользования эта цифра еще больше. Это означает, что разрушения дорожной одежды на этих дорогах возникнут гораздо раньше, чем это предусмотрено нормативными межремонтными сроками. В то же время в соответствии с действующими документами [4, 6] пропуск грузовых автомобилей с осевой нагрузкой, не превышающей нормативных значений, происходит по этим дорогам беспрепятственно.

Учитывая это противоречие, в ФГУП «РОСДОРНИИ» была разработана методика учета фактического состояния автомобильных дорог и определения размера возникающего дополнительного вреда.

Впервые эта методика была опробована для планирования мероприятий по сохранности дорог регионального и межмуниципального значения в Чувашской Республике, где большинство автомобильных дорог имеет недостаточно прочные дорожные одежды. Всего было рассмотрено 74 участка дорог регионального и межмуниципального значения, имеющих общую длину 1556 км, что составляет 34% всей протяженности республиканских и местных дорог Чувашии [8].

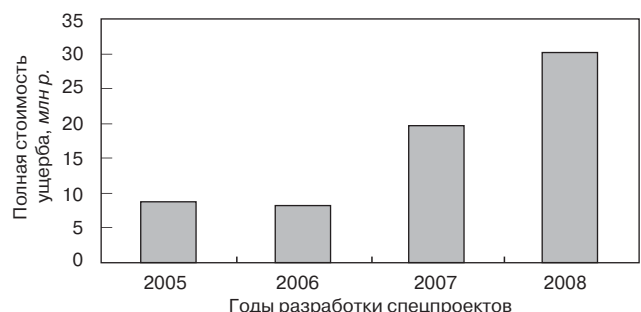


Рис. 2. Стоимость ущерба, нанесенного автомобильным дорогам тяжеловесными транспортными средствами, имеющими полную массу более 44 т, в период 2005–2008 гг.

Группа транспортных средств (грузоподъемность)	Легкие (до 2 т)	Средние (2–6 т)	Тяжелые (6–8 т)	Сверхтяжелые (> 8 т)	Автобусы
Типичный автомобиль	ГАЗ-53	ЗИЛ-433100	МАЗ-53371	МАЗ-54323, МАЗ-9380	ЛАЗ-4207

Общая длина мостовых сооружений на этих дорогах составляет 6,5 п. км. По данным диагностики, только 16% дорог имеют прочные дорожные одежды. Практически все дороги имеют дорожную одежду облегченного типа, за исключением дороги «Вятка» до выхода на автодорогу «Волга» (22 км), дорожная одежда которой относится к капитальному типу. Прогнозируемая на 2010 г. интенсивность грузового движения на этих дорогах находится в диапазоне от 50 авт./сут на автодороге «Волга – с. Сюктерка» до 11670 авт./сут на дороге «Авданкасы – Моргауши – Козьмодемьянск». По критерию грузоподъемности состав потоков грузовых автомобилей и автобусов изменяется от дороги к дороге в широких пределах. На 19 дорогах были определены интенсивность и состав движения. При этом обнаружена корреляция между интенсивностью дорожного движения и составом транспортного потока. На основе этой корреляции был определен состав грузового движения на остальных дорогах.

Размер вреда, наносимого дороге проездом транспортных средств, определяли следующим образом.

1. Для участка дорожной одежды, имеющего средне-взвешенный коэффициент прочности K_{np} , назначают допустимую осевую нагрузку $Q_{доп}$. Например, если дорожная одежда имеет $K_{np} = 1$, то $Q_{доп} = 100$ кН, а если $K_{np} = 0,7$, то $Q_{доп} = 50$ кН и т. д.

2. В зависимости от типа дорожной одежды и превышения фактической осевой нагрузки грузового автомобиля над допустимой осевой нагрузкой $Q_{доп}$ для данной дорожной одежды назначают базовую ставку платы за проезд, компенсирующую наносимый дополнительный вред. Например, превышению в 5% фактической осевой нагрузки грузового автомобиля над допустимой (для облегченной дорожной одежды при $Q_{доп} = 50$ кН) соответствует ставка платы 111,78 р./км, а на этом же участке превышению фактической осевой нагрузки на 50% соответствует ставка платы 395,5 р./км.

3. Прогноз ущерба, наносимого грузовым автомобилем или автобусом при проезде по дорожной одежде с недостаточной прочностью, определяют путем умножения длины участка (L) на базовую ставку платы. При этом сезонность перевозки груза летом, осенью и зимой учитывают, вводя понижающий коэффициент 0,35.

Задача определения превышения фактических осевых нагрузок автомобилей над допустимыми осевыми нагрузками решалась следующим образом. Каждая группа состава потока транспортных средств была представлена в расчете типичным для данной группы автомобилем (см. табл.).

Расчеты показали, что движение транспортных потоков, состоящих из типовых автомобилей, с интенсивностью, которая прогнозируется на 2010 г. по всем анализируемым дорогам летом, осенью и зимой, нанесет вред в размере 731,5 млн р./сут.

Если принять, что движение в расчетный период года на всех дорогах Чувашии можно полностью прекратить в течение одного месяца, то прогнозируемый дополнительный годовой вред дорогам, связанный с недоучетом фактического состояния дорожных одежд, составит 245,1 млрд р. (средневзвешенная величина нанесенного вреда соответственно составит 157,5 млн р./км).

Анализ результатов выполненных расчетов позволил сделать следующие выводы:

– при оценке величины наносимого дорогам вреда от проезда по ним транспортных средств необходимо учитывать фактическое состояние дорожных одежд по прочности; недоучет этого фактора приводит к неэффективному расходованию бюджетных средств, направляемых на капитальный ремонт автомобильных дорог;

– для оценки фактического состояния дорожных одежд следует в обязательном порядке использовать результаты оценки технического состояния [1] (диагностики) соответствующих участков автомобильных дорог;

– для того чтобы исключить неэффективное расходование бюджетных средств на восстановление преждевременно разрушенных автомобильных дорог, необходимо обеспечить своевременное выделение установленных нормативных затрат на их содержание и ремонт, а также выполнение необходимых дорожных работ в соответствии с утвержденными межремонтными сроками службы дорожных одежд [2, 3].

Список литературы

1. Федеральный закон «Об автомобильных дорогах и о дорожной деятельности в Российской Федерации и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации». М: Информавтодор, 2007. 68 с.
2. Правила расчета денежных затрат на содержание и ремонт автомобильных дорог федерального значения при определении размера ассигнований из федерального бюджета, предусматриваемых на эти цели. Утверждены постановлением Правительства Российской Федерации от 23 августа 2007 г. № 539.
3. Приказ Минтранса России от 01 ноября 2007 г. № 157 «О реализации постановления Правительства Российской Федерации» от 23 августа 2007 г. № 539 «О нормативах денежных затрат на содержание и ремонт автомобильных дорог федерального значения и правилах их расчета».
4. Инstrukция по перевозке крупногабаритных и тяжеловесных грузов автомобильным транспортом по дорогам Российской Федерации. Минтранс РФ, МВД РФ, ФАДС России. (зарегистрирована Министерством Юстиции РФ 8.08.1996 г. № 1146). 1996. 45 с.
5. Федеральные дороги России. Транспортно-эксплуатационные качества и безопасность дорожного движения: Статистический аналитический сб. М.: РОСАВТОДОР, 2008. 124 с.
6. Положение о порядке компенсации ущерба, наносимого тяжеловесными автотранспортными средствами при проезде по федеральным автомобильным дорогам. Утв. Министерством транспорта Российской Федерации 30 апреля 1997 г., зарегистрировано в Министерстве юстиции РФ.
7. Апестин В.К., Стрижевский А.М., Шейнцвит М.И. Об учете фактического состояния автомобильных дорог федерального значения при определении размера платы за проезд тяжеловесных автотранспортных средств в целях компенсации ущерба: Сб. Дороги и мосты. Вып. 20/2, М., 2008. С. 81–89.
8. Республиканская целевая программа «Модернизация и развитие автомобильных дорог в Чувашской Республике на 2006–2010 гг. с прогнозом до 2025 г. ».

С.В. КАРПЕЕВ, канд. эконом. наук, А.В. КОЧЕТКОВ, д-р техн. наук,
Д.Б. САПСАЕНКО, инженер, А.В. ЧВАНОВ, инженер (rosdornii2006@mail.ru),
ФГУП «РОСДОРНИИ» (Москва)

Относительные методы определения параметров качества дорожных материалов

Цель дорожного хозяйства — удовлетворение потребностей населения и участников дорожного движения в транспортной сети автомобильных дорог, обеспечение безопасности дорожного движения и предоставление сопутствующих услуг.

Одним из основных инструментов регулирования дорожного движения и обеспечения требуемого уровня его безопасности является устройство дорожной разметки. Нормативными документами определено, что к числу ее основных параметров относится световозвращение.

В настоящее время разметку автомобильных дорог выполняют красками, холодными и горячими пластиками, полимерными лентами, штучными формами, используя стеклянные шарики, а также другие традиционные и новые технологии. Исследования показывают, что эффективность устройства и эксплуатации горизонтальной дорожной разметки зависит от времени высыхания краски (термопласта), ее световозвращения, коэффициента сцепления и износостойчивости. Горизонтальная дорожная разметка должна быть видна в любое время суток, а ее элементы — узнаваемы для водителей транспортных средств.

Без разметки водитель вынужден самостоятельно определять зону, в которой может осуществляться движение транспортного потока и его автомобиля. С помощью разметки создается контрастная граница с четкими очертаниями, видимая на дорожном покрытии с различным уровнем освещенности и цвета.

Традиционно для дорожного хозяйства использовали понятие видимости автомобильной дороги и ее элементов. Известно, что в 60–80-х гг. прошлого века в МАДИ проводили ряд исследований по световозвращательным характеристикам дорожного покрытия, в которых в качестве основного показателя была выбрана контрастность.

Предполагается, что глаз водителя приспособливается к контрастности как показателю отношения изменения световозвращения дорожной разметки от всех источников света и изменения световозвращения дорожного покрытия на заданном расстоянии от водителя. Данный показатель не зависит от начальных значений светотехнических характеристик и незначительно зависит от изменения расстояния до участка разметки, шероховатости дорожного покрытия, его ровности, освещенности и ряда других параметров. Его изменение может происходить по времени, интенсивности износа покрытия и метрическим характеристикам.

Для дорожной разметки часто возникает парадоксальная ситуация: свеженанесенная разметка не различима водителем на фоне дорожного покрытия, а ее световозвращение, измеренное прибором, показывает, что у водителя не может быть претензий к ее качеству.

На протяжении последних лет в нормативную базу дорожного хозяйства внедряется в качестве основного светотехнического параметра такое понятие как световозвращение дорожной разметкой, чем устанавливают

обязательность применения в отечественном дорожном хозяйстве дорогостоящих измерительных приборов в настоящее время только иностранного производства.

Если говорить об ориентации на потребителя в стандарте ИСО 9000–2000 и о концепции Закона РФ «О техническом регулировании», параметр световозвращения не ориентирован на потребителя — водителя, а используется лишь контролирующими органами дорожного хозяйства и ГИБДД. При этом надо говорить о световозвращении шероховатой поверхностью дорожного полотна, на которую нанесли разметку.

Испытание на световозвращение необходимо, но только при сертификации разметочных материалов и на этапе приготовления, а не на этапе эксплуатации на автомобильной дороге в условиях с априорно высокой неопределенностью оптических и дорожных условий.

В настоящее время общей российской и мировой тенденцией стал переход от измерения в абсолютных величинах к определению в относительных. Дорожное хозяйство России в состоянии упростить порядок и метрологическую базу оценки оптических свойств разметки на шероховатой поверхности автомобильной дороги через параметр контрастности посредством цифрового фотоаппарата и компьютера, а параметр световозвращения применять при запросе сертификатов у изготовителей материалов до практического применения.

Известно, что в материаловедении широко применяют упрощенные методы испытаний в виде технологических проб.

В рамках концепции ИСО 9000–2000 следует признать, что при оценке световозвращения для устроенной дорожной разметки измеряется косвенный параметр. Поэтому трудно решить задачу паспортизации и обеспечения достоверности заключения при контроле качества или судебных спорах из-за необходимости удовлетворения всех правил метрологии. Если все частные погрешности, имеющие место для измерения световозвращения, просуммировать, они превысят диапазон измерения. Из рассмотрения выведены нормируемые показатели шероховатости дорожного покрытия, на которое нанесена разметка. Эта задача может быть решена с учетом положений ГОСТ 2789–73 на шероховатые поверхности, с применением инвариантов (разновысотности активных выступов или разноглубинности впадин) макрошероховатости.

В соответствии с Федеральным законом «О техническом регулировании» разрабатываются и должны применяться технические регламенты с оценкой степени риска (с учетом тяжести возможного вреда). В терминах закона можно предложить определить степень риска возникновения ДТП для параметров световозвращения или контрастности, например степень риска потери информации.

Процесс измерения световозвращения дорожной разметки принципиально не может быть автоматизирован и проводится при движении дорожной диагности-

ческой лаборатории. Этого не позволяют требования стандарта по условиям проведения испытаний (стационарность положения источника и приемника, постоянство положения испытуемого участка разметки). Определение же контрастности при движении автомобиля реализуется без каких-либо сложностей.

В дорожном хозяйстве за рубежом переходят на относительные методы оценки качества дорожных работ и материалов. Одним из характерных примеров является метод оценки адгезионных свойств дорожных материалов, например методическое обеспечение шероховатых поверхностных обработок приборами Виалита.

Аналогичное решение по определению, а не измерению должно быть и для оценки сцепления разметочных материалов с поверхностью автомобильной дороги, с учетом того, что разметка работает на сдвиг и сжатие, а не на растяжение, по которому часто пытаются проводить нормирование адгезионных характеристик.

Одной из главных характеристик горизонтальной дорожной разметки является износоустойчивость, в частности износ дорожной разметки по площади. Для проведения испытаний дорожной разметки в европейских странах разработан ряд нормативных документов, которые содержат требования к физическим свойствам, методам лабораторных испытаний и идентификации разметочных материалов. Определение износа нанесенной дорожной разметки по площади сформулировано в европейском стандарте EN 1824 [1]. Во Франции определение условной степени износа горизонтальной дорожной разметки сформулировано в NFP 98-615 [2]. В Республике Беларусь разработан стандарт СТБ 1119-98 [3], регламентирующий методы испытаний материалов для горизонтальной разметки автомобильных дорог, в том числе определение степени износа. В России основными документами регламентирующими требования к дорожной разметке являются

ГОСТ 23457-86, ГОСТ Р 51256-99, ВСН 23-75. Перечисленные ГОСТы и ВСН устанавливают форму, цвет, размеры, правила применения и принципы проектирования дорожной разметки. Требования к коэффициенту сцепления, а также к функциональной долговечности разметки и максимальным процентам ее износа содержится в ГОСТ Р 51256-99. При исследовании эксплуатационных свойств нового материала для разметки дорог износ разметочных линий оценивают по оставшейся площади [5], а также визуально по степени обнажения асфальтобетонного покрытия на колее движения колес в процентах [6] либо по допустимой доле разрушения регулировочных линий [7]. При испытаниях износ краски на истираемой площади оценивают [8] в процентах путем взвешивания пластинок с разметочным материалом до и после испытаний.

В России были разработаны и утверждены Рекомендации по определению износа дорожной разметки по площади [9]. Разработанные методы были апробированы предприятиями дорожного хозяйства при оценке износа разметки на автомобильных дорогах в различных регионах. Типовая программа (имеются различные варианты) позволяет обеспечить ведение списка фотоизображений и их цифровую обработку, определить существующий уровень и изменение состояния дорожной разметки для принятия обоснованного решения об использовании разметки или нанесении новой.

На основе анализа существующих методов определения износа горизонтальной дорожной разметки по отечественным и зарубежным источникам в [9] были включены три метода: определение износа разметки палеткой, шаблоном, с использованием цифрового фотоаппарата и персонального компьютера.

Сущность метода определения износа дорожной разметки палеткой заключается в визуальном определе-



**МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ДОРОЖНОЕ АГЕНТСТВО (РОСАВТОДОР)
ФГУП «РОСДОРНИИ»**

ГОСУДАРСТВЕННАЯ ЛИЦЕНЗИЯ
ФЛЦ № 002478-2

**ФГУП «РОСДОРНИИ»
прошел сертификацию на
соответствие требованиям
ГОСТ Р ИСО 9001-2001
(ISO 9001:2000)**





Система Сертификации Евро-Регистр
Сертификат Соответствия

ФГУП «РОСДОРНИИ» - это научно-исследовательский и проектно-технологический комплекс, объединяющий усилия более 700 ученых и специалистов 10-ти филиалов в разработке и внедрении в практику строительства, реконструкции, ремонта и содержания автомобильных дорог и мостов прогрессивных и экономичных технических решений, технологий, материалов, методов управления производством работ и состоянием дорог и дорожных сооружений.

ФГУП «РОСДОРНИИ» имеет своих представителей в Международной Дорожной Федерации (IRF) и Европейской Битумной Ассоциации, начиная с 1992 г., работает в тесном сотрудничестве со специалистами Европейского и Всемирного Банков реконструкции и развития над проблемами реабилитации дорог и мостов России, участвует в реализации многих международных проектов.

ФГУП «РОСДОРНИИ» за успешную работу в сложных экономических условиях в 1995 г. удостоен международной награды "Факел Бирмингема", а в 1997 и 2002 гг. - международных наград "За качество" и "Золотой стандарт", а также победил в конкурсе "Дороги России - 2005, 2006, 2007, 2008 г.г."






ФГУП «РОСДОРНИИ» ОСУЩЕСТВЛЯЕТ:

- научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы;
- проектно-исследовательские работы;
- диагностику дорог и мостов;
- контроль качества и надзор за производством дорожных и мостовых работ;
- внедрение научных разработок;
- разработку систем информатизации и связи;
- обучение специалистов-дорожников.

ОСНОВНЫЕ РАЗРАБОТКИ ФГУП «РОСДОРНИИ»:

- Отраслевая нормативно-техническая база
- Технология создания дорожных покрытий с противогололедными свойствами
- Макрошероховатые слои дорожного покрытия на основе битумминеральных открытых смесей
- Влажные органоминеральные смеси для строительства и ремонта дорожных покрытий
- Технология холодной регенерации асфальтобетонных покрытий
- Технология повышения качества битумов различными модификаторами
- Технология ремонта дорожных покрытий в неблагоприятных условиях
- Технические рекомендации по уширению железобетонных автодорожных мостов
- Программы управления состоянием дорог и мостов, включая их диагностику
- Программы развития региональных сетей автомобильных дорог
- Автоматизированный комплекс для диагностики автомобильных дорог
- Геоадарные технологии

Генеральный директор - Федотов Станислав Викторович Телефон/факс: (495) 452-42-35.
Россия, Москва, 125493, ул. Смольная, д.2, e-mail: Post@rosdornii.ru, web-сайт: Www.rosdornii.ru

Реклама

нии (оценке) непосредственно на автомобильной дороге износа разметки с помощью специальной палетки, представляющей собой прозрачную пленку размером не менее 180×240 мм с нанесенной на нее прямоугольной сеткой с ячейками 10×10 мм.

Участок дороги, на котором необходимо определить износ дорожной разметки, разбивается на характерные участки, которые идентифицируются по дате нанесения разметки, типу покрытия автомобильной дороги, наличию шероховатых поверхностных обработок, дефектов покрытия, снижающих срок службы разметки.

На отобранных участках автомобильной дороги на линиях разметки через равные расстояния выбирают отрезки длиной 50 м. Число отрезков принимают не менее семи, что было определено из условия 90 % надежности для получаемых результатов определения износа. Расстояние между ними определяют делением длины измеряемой линии контролируемого участка разметки на принятое число отрезков. На каждом отрезке делается не менее трех определений износа разметки. Первое из них назначается в начале характерного участка.

Для направляющих стрел, пешеходных переходов, букв, цифр и другой символической разметки места определений износа назначают произвольно с одинаковым распределением по характерному участку. На очищенную от пыли и грязи дорожную разметку в месте определения износа накладывают палетку. В каждом ее квадрате визуально определяют процент отсутствия (износа) разметки. Погрешность способа составляет не более ±5 %. Процент износа разметки определяется как сумма величин износа разметки в каждом квадрате палетки, деленная на общее число квадратов. Процент износа разметки на характерном участке вычисляется как среднеарифметическое по числу мест определения. Результат округляется до целого в ближайшую сторону. Пригодность горизонтальной дорожной разметки для эксплуатации по показателю «износ» определяется согласно п. 4.6 ГОСТ Р 51256–99.

Сущность метода определения износа разметки шаблоном заключается в визуальном определении износа разметки с применением шаблона непосредственно на автомобильной дороге.

Шаблон представляет собой металлическую пластину размером 400×100×1 мм, в которой равномерно по площади высверлено 50 отверстий диаметром 10 мм.

Место измерений очищают от пыли и грязи, и на него накладывается шаблон. Визуально определяют и подсчитывают число отверстий, в которых износ разметки более 50%. Процент износа разметки в месте измерения определяют умножением таких отверстий на два. Процент износа на характерном участке вычисляют как среднеарифметическое по числу мест измерений.

Определение износа разметки с использованием цифрового фотоаппарата и персонального компьютера заключается в фотографировании мест измерений цифровым фотоаппаратом, устанавливаемом на штативе или на передвижной дорожной лаборатории, с последующей обработкой цифровых изображений с помощью специальной компьютерной программы.

Высота фотографирования выбирается так, чтобы участок разметки, входящий в кадр, составлял не менее 1 м. Рядом размещают табличку, на которой записывают километровое (пикетное) положение участка, тип разметки, дату фотосъемки. Съемку проводят перпендикулярно поверхности разметки. На каждом месте делается не менее двух фотографий.

Полученные изображения в электронном виде копируют на жесткий диск компьютера. Используя компьютерную программу, обрабатывают фотографии, получая средний процент износа по каждому характерному

участку. При необходимости проводят полную статистическую обработку результатов оценки износа по полученному числовому ряду.

На характерных участках дороги через каждые 100 м оценивают визуально износ разметочных линий, а затем эти участки фотографируют. Износ разметки непосредственно на дороге определяют методами палетки и шаблона. Было определено минимально допустимое количество мест определения износа для линейной и символической дорожной разметки.

Из сравнения трех методов следует, что метод палетки является наиболее трудоемким и имеет приемлемую погрешность ±5%, метод определения износа шаблоном менее трудоемок и имеет погрешность ±3%, к тому же он не требует дорогостоящего оборудования. Определение износа с использованием цифрового фотоаппарата и компьютера наиболее точно (погрешность не более ±1%) и универсально. Метод можно использовать как для контроля износа разметки на эксплуатируемых дорогах, так и при всевозможных исследованиях в области дорожной разметки, где необходимо точное определение износа.

На базе метода с использованием цифрового фотоаппарата и компьютера был разработан автоматизированный программно-аппаратный комплекс, который включает цифровой фотоаппарат (видеокамеру), компьютер Notebook, программное обеспечение.

Комплекс можно также устанавливать на передвижные диагностические дорожные лаборатории. Для работы с снятыми кадрами в программном обеспечении предусмотрены возможность обработки информации по нескольким снимкам и получение усредненного значения износа; масштабирование изображения и настройка порога яркости точек разметки, необходимых для наиболее точного разделения областей между материалом разметки и покрытием дороги; печать снимков с результатами обработки; хранение и просмотр по каждому фотокадру информации о характеристиках разметки и участка дороги.

Для практического использования при принятии решения о наличии (отсутствии) дорожной разметки разработано правило светофорного типа. Если при любом из способов определения, (кроме автоматизированного), процент износа превышает (меньше) 50 % исследуемой площади на величину погрешности способа определения (±3%, ±5%), то принимается решение о наличии (отсутствии) разметки. Если процент износа попадает в зону неопределенности, то используется более точный способ определения износа разметки либо принимается решение о сокращении времени до следующего определения износа разметки.

Рекомендации [9] были разработаны и утверждены в процессе исследований согласно государственному контракту с Минтрансом России.

Разработанные методы были апробированы предприятиями дорожного хозяйства при оценке износа разметки на автомобильных дорогах в различных регионах. Программа позволяет обеспечить ведение списка фотоизображений и их цифровую обработку, определить существующий уровень и изменение состояния дорожной разметки для принятия обоснованного решения об использовании разметки или нанесения новой.

С учетом изложенного подхода разработаны методические рекомендации по устройству вертикальной разметки на металлических барьерных ограждениях с использованием защитных пластиковых панелей [10], рассмотрены вопросы выбора технологии и способ организации работ по устройству вертикальной разметки на дорожном металлическом ограждении, ограждении барьерного типа, с использованием пластиковых панелей, а также требования к материалам, методы контроля качества работ.

Защитные пластиковые панели представляют собой пластиковый профиль определенного размера с заданным сигнальным цветом и повторяющий профиль металлического барьерного ограждения. В рекомендациях вводится понятие контраста защитных пластиковых панелей как восприятие количественного или качественного различия двух частей поля зрения, видимых одновременно или последовательно, для обеспечения зрительно-ориентирования — способности водителя оценивать и прогнозировать дорожные условия в процессе движения.

Введены относительные параметры: относительное удлинение при разрыве 660%, линейный коэффициент термического расширения $(1,7-2) \cdot 10^{-4} \text{C}^{-1}$.

Внешний вид и вид лицевой поверхности защитных пластиковых панелей рекомендуется контролировать визуально в сравнении с контрольными (эталонными) образцами. Определение относительного удлинения и истинного напряжения в точке разрушения рекомендуется производить по ГОСТ 11262 на не менее чем пяти образцах в форме лопатки типа 2 при скорости испытаний $(50 \pm 5) \text{ мм/мин}$.

Выводы:

1. Переход от измерения абсолютной величины световозвращения устроенной дорожной разметки к определению относительной контрастности может позволить снизить погрешность определения оптического параметра качества нанесенной на шероховатую поверхность дороги разметки.

2. Параметр контрастности может быть определен и паспортизирован с помощью цифрового аппарата и компьютера.

3. Измерение световозвращения дорожных материалов необходимо проводить при испытаниях на этапе приго-

товления и сертификации в условиях завода-изготовителя. Достаточно проверка сертификатов разметочных материалов и проверка контрастности устроенной дорожной разметки с помощью цифрового фотоаппарата и компьютера.

Список литературы

1. EN 1824. Продукция дорожной разметки. Дорожные испытания.
2. NF P 98-615. Горизонтальная дорожная разметка. Разметка, наносимая на автодорогу.
3. СТБ 1119-98. Материалы для горизонтальной разметки автомобильных дорог. Методы испытаний.
4. ВСН 23-75. Указания по разметке автомобильных дорог.
5. Белов В.Д., Кукушкин А.А. Исследование эксплуатационных свойств нового материала для разметки автомобильных дорог // Повышение безопасности движения на автомобильных дорогах: Сб. научн. тр., РОСДОРНИИ. Вып. 58. М., 1988. С. 104-112.
6. Костова Н.З., Юмашев В.М. Материалы для разметки дорог // Еженедельник Снабженец. М., 2001. С. 113-131.
7. Баваров Б.Н., Буilenko В.Я., Афанасьев Н. Б. Дорожная разметка и безопасность движения // Автомобильные дороги. 1989. № 2. С. 14-15.
8. Новая краска для разметки автомобильных дорог // Наука и техника в дорожной отрасли. 1999. № 1. С. 24-28.
9. Рекомендации по определению износа дорожной разметки по площади. М.: Информавтодор. ФГУП СНИИЦ «Росдортех», 2004.
10. ОДМ 218.5.007-2008 Методические рекомендации по устройству вертикальной разметки на металлических барьерных ограждениях с использованием защитных пластиковых панелей. М.: Росавтодор, 2008.

ИНФОРМАЦИЯ

Кризис – время внедрения инноваций



Во время проведения выставки «Мосбилд-2009» состоялся традиционный День фирмы КНАУФ, в рамках которого были представлены новинки, которые фирма КНАУФ предложит строительному рынку в новом сезоне, обремененном финансово-экономическим кризисом.

К началу выставочного сезона фирма провела ребрендинг упаковки сухих строительных смесей. Теперь все смеси на гипсовой основе упаковываются в мешки белого цвета, а на цементной основе — в мешки светло серого цвета. Высокую степень защиты обеспечивает краска, меняющая цвет. Под прямым углом зрения цвет надписи «Немецкий стандарт» — фиолетовый, под любым другим углом цвет изменяется на зеленый. В новом варианте дизайна логотип КНАУФ заметно крупнее и занимает централь-

ное положение, а название продукта разместились рядом с логотипом. Также претерпели изменения названия продуктов: «Фугенфюллер» стал «Фугеном», «Флизенклебер» — «Флизеном», а «Нивелирэстрих» — «Боденом».

Группа сухих смесей «Боден» представляет три решения для устройства наливных полов. «Боден 15» — самовыравнивающаяся стяжка толщиной до 15 мм под чистые полы. Особенно удобная для шпаклевания сборных элементов пола и наливных стяжек на гипсовой основе. «Боден 25» — самовыравнивающаяся стяжка толщиной до 25 мм, в том числе применяется для устройства «теплого» пола. «Боден 30» применяется для устройства по несущим основаниям самовыравнивающихся монолитных бесшовных стяжек толщиной до 35 мм под чистые полы в помещениях.

Завод «КНАУФ Гипс Новомосковск» начал выпуск малоформатных гипсокартонных листов размером $12,5 \times 600 \times 1500 \text{ мм}$. Такие листы может переносить один человек, они легко помещаются в легковую машину и пассажирский лифт.

Новинкой сезона является «КНАУФ-лист фасадный», который используется в качестве основы и ветрозащитного слоя в строительных конструкциях каркасного типа на деревянном или стальном каркасе. От традиционного гипсокартонного листа он отличается специальным полимерным покрытием одной из сторон.

Система «АКВАПАНЕЛЬ-пол» разработана на основе цементной плиты АКВАПАНЕЛЬ для устройства сборного основания пола в мокрых помещениях. В торцевых кромках плит прорезаны пазы для крепления их между собой на шпонки.

Официальное открытие кирпичного завода ОАО «Кирово-Чепецкий кирпичный завод»

В конце 2008 г. в Кирово-Чепецке, втором по величине городе Кировской области, состоялось официальное открытие современного завода по производству облицовочного кирпича ОАО «Кирово-Чепецкий кирпичный завод».

Для известных политиков Кировской области Николая Ивановича Шаikleина, покидающего пост губернатора, и нового губернатора Никиты Юрьевича Белых, вступившего в должность буквально за несколько часов до открытия завода, данное праздничное событие послужило поводом для первого совместного выступления перед общественностью, к радости инвесторов и приглашенных российских и зарубежных гостей.

Обоим губернаторам вместе с генеральным директором ООО «СОЮЗ» Сергеем Леонидовичем Зыковым и менеджером по региональному сбыту фирмы КЕЛЛЕР ХЦВ ГмбХ Торстеном Бертельсом выпала особая честь в этот необычный день – перерезать красную ленту и торжественно открыть завод.

После официальных речей губернаторов, представителей местных властей области, инвесторов, представителей банка и фирм, которые приняли непосредственное участие в проекте, состоялось духовное освящение кирпичного завода высокопоставленным служителем церкви.

Фирма ОАО «Кирово-Чепецкий кирпичный завод» открывает завод на том самом месте, где уже в начале прошлого столетия был построен первый кирпичный завод. В настоящее время первый ультрасовременный кирпичный завод был построен по российским масштабам в рекордные сроки, установленные в первоначальном контрактном плане-графике. Настоящий кирпичный завод, располагающий собственным местным сырьем, будет обеспечивать область и прилегающие регионы высококачественным кирпичом стандартного формата в объеме 42,3 млн т в год.

Девиз фирмы ОАО «Кирово-Чепецкий кирпичный завод»: «Мы придаем форму лучшему элементу, созданному однажды природой».

Помимо высококачественного облицовочного кирпича на заводе с высокой степенью автоматизации производства могут также выпускаться качественные теплоизоляционные блоки в соответствии с ГОСТ 530–2007 и EN 771–1.

В ходе строительства был возведен производственный цех площадью 12 000 м² современного дизайна, снабжаемый оптимальными энергоносителями и оборудованный самой современной отопительной и вентиляционной техникой. Цех, оснащенный передовой техникой «Made in Germany».

В центре производственной линии находятся новаторская и универсальная камерная сушилка, а также ультрасовременная энергосберегающая туннельная печь с включаемым время от времени оборудованием редуцированного обжига (Flashing). Интересные технологические решения, разумное соединение оборудования отделений массоподготовки и формования, индивидуально разработанная система автоматизации производства, технические решения машинного оборудования с учетом индивидуальных особенностей и робототехника для подачи и передачи продукции, а также манипуляторная техника между камерной сушилкой и туннельной печью позволили спроектировать производственную линию, удобную в использовании и обслуживании.

В результате сооружения кирпичного завода, отвечающего последним требованиям техники, было создано много новых рабочих мест для жителей города и прилегающих регионов. Обучение специалистов проходило в Германии и непосредственно на кирпичном заводе.



Памятный знак в честь открытия завода



Губернаторы Кировской области – Н.И. Шаikleин (бывший) и Н.Ю. Белых (вновь избранный) торжественно перерезают красную ленту.



Менеджер по региональному сбыту фирмы КЕЛЛЕР ХЦВ ГмбХ г-н Торстен Бертельс



Автоматическое резательное устройство



Кирпич в упаковке «Made in Kirovo-Chepetsk»

KELLER HCW
A keyria COMPANY

Rieter
A keyria COMPANY

KELLER HCW GmbH • Абонентный почтовый ящик 2064 • 49470 г. Иббенбюрен-Лаггенбек • Германия
Представительство в России / СНГ: Г-н Готфрид Ристль • ул. Кульнева, дом 3 • 121170 г. Москва
Телефон: +7 495 258 39 35 • Телефакс: +7 495 258 39 49 • Мобильный телефон: +7 495 10 64 749
Электронная почта: ristl@keller-hcw.ru • www.keller-hcw.ru

keyria A DIVISION OF GROUPE LEGRIS INDUSTRIES

Е.Б. ТЮКОВ, канд. техн. наук, Ю.И. КАЛГИН, д-р техн. наук,
Воронежский государственный архитектурно-строительный университет

Повышение долговечности шероховатых поверхностных обработок дорожных покрытий

В последние годы в практике дорожного строительства России широкое распространение получили шероховатые поверхностные обработки (ШПО) дорожных покрытий, играющие роль защитного укрепляющего и износостойкого слоя, а также крупношероховатого слоя с повышенным коэффициентом сцепления, обеспечивающего высокие эксплуатационные показатели дорожного покрытия. Такой слой создается при ремонте дорожного покрытия последовательным нанесением на его поверхность слоя вяжущего и щебня, обработанного вяжущим. Срок службы таких слоев обычно составляет 3–4 года, однако зачастую ШПО разрушаются через 1–2 года [1]. Одной из главных причин низкой долговечности шероховатой поверхностной обработки покрытия является нарушение связей в подсистеме покрытие–щебень (рис. 1).

Изменения шероховатости слоя износа обусловлены погружением (втапливанием) щебня из слоя износа в асфальтобетонное покрытие. На процесс втапливания щебня в покрытие в качестве сопутствующих факторов влияние оказывают климатические условия, интенсивность и состав транспортного потока.

Скорость втапливания щебня из слоя ШПО в покрытие зависит от твердости асфальтобетона, которая в основном определяется его структурой и вязкопластическими свойствами. Для повышения эксплуатационной долговечности слоев ШПО необходимо обеспечить максимальное повышение жесткости асфальтобетона и его вязкости при высокой температуре, то есть высокую твердость и сдвигоустойчивость.

Отличительной чертой асфальтобетона является сохранение собственной формы, объема и высокое сопротивление их изменению под воздействием внеш-

них сил. Это его физическое состояние зависит от температуры и продолжительности действия внешних сил [2]. Асфальтобетон с заданными прочностными свойствами можно получить двумя путями: обеспечением соответствующего сцепления или получением определенной величины угла внутреннего трения при оптимальной величине сцепления (ГОСТ 9128–97 «Смеси асфальтобетонные дорожные, аэродромные и асфальтобетонные») [2].

Одним из наиболее перспективных путей повышения величины сцепления в асфальтобетоне является изменение физико-механических свойств связующего введением различных добавок. В практике дорожного строительства используют битумы, модифицированные полимерами типа СБС: отечественными ДСТ 30-01, ДСТ 30Р-01, импортными типа Кратон Д и др., а также жидкими синтетическими каучуками типа СКС [3]. Значительное распространение на юге России получила полимерная армирующая добавка РТЭП, вводимая непосредственно в асфальтобетонную смесь. Каждый из вышеперечисленных модификаторов обладает определенным комплексом свойств и оказывает различное влияние на асфальтобетон.

Подбор состава минеральной части асфальтобетона с целью установления влияния различных модификаторов на твердость и сдвигоустойчивость горячего плотного асфальтобетона осуществляли в соответствии с требованиями ГОСТ 9128–97 для асфальтобетона типа Б. С целью повышения внутреннего трения в материале для проектирования состава минеральной части асфальтобетонной смеси использовали гранитный щебень кубовидной формы и искусственный песок из отсева дробления гранита. Зерновой состав применяемой смеси: щебень гранитный – 45%; отсев дробления гранитного щебня 46%; минеральный порошок 9%. Оптимальное содержание обычного или модифицированного битума в каждом составе асфальтобетонной смеси определяли экспериментально.

Для оценки влияния добавок полимеров на физико-механические свойства асфальтобетона были приготовлены асфальтобетонные смеси на модифицированных битумах марок: БКВ 60/90 и БКВ 90/130, ПБВ 90, ПБВ 90/130. Контрольную смесь готовили на битуме БНД 90/130. Физико-механические показатели экспериментальных составов асфальтобетона типа Б, определенные по методикам ГОСТ 12801–98, приведены в таблице.

Из данных таблицы следует, что асфальтобетон с добавлением модификаторов обладает в сравнении с традиционным материалом на битуме БНД 90/130 пониженной чувствительностью к температуре (отно-

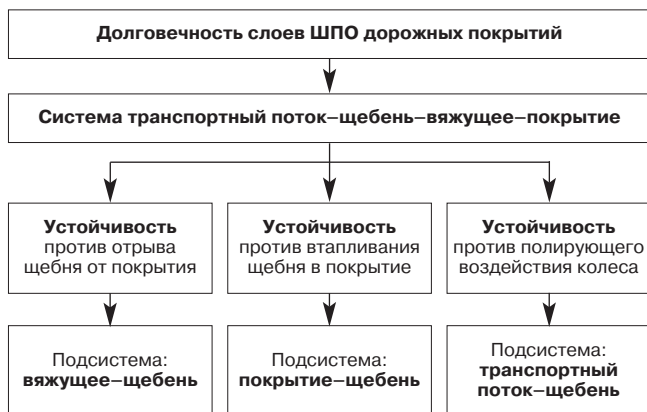


Рис. 1. Факторы, определяющие долговечность слоев поверхностной обработки асфальтобетонного покрытия

№ п/п	Вид и содержание модификатора в вяжущем, марка вяжущего состава	Средняя плотность, кг/м ³	Водонасыщение по объему, %	Набухание по объему, %	Водостойкость	Водостойкость при длительном водонасыщении	Предел прочности при сжатии, МПа, при температуре, °С			Теплочувствительность (R ₀ /R ₅₀)
							50	20	0	
1	Без модификатора, на основе БНД 90/130	0,0024	4,1	0,27	0,95	0,8	1,1	2,8	6,1	5,5
2	РТЭП, 1,5% по массе от минеральной составляющей	0,0024	1,7	0,14	0,85	0,75	2	5,5	9,4	4,7
3	Кратон Д-1101 (2-стадийный способ получения ПБВ 130)	0,0024	1,5	0,05	0,85	0,72	1,2	3,9	6,2	5,2
4	Кратон Д-1101 (1-стадийный способ получения ПБВ 90)	0,0025	3,9	0,07	0,85	0,72	1,4	3,8	5,8	4,1
5	Каучук типа СКС – 2,5% в связующем БКВ 90/130	0,0024	2,2	1,1	0,95	0,85	1,3	3,3	6,1	4,8
6	Каучук типа СКС – 3% в связующем БКВ 90/130	0,0024	2,8	0,2	1	0,85	1,4	3,3	6,4	4,6
7	Каучук типа СКС – 3% в связующем БКВ 60/90	0,0024	2,43	0,1	1	1	1,7	4	6,5	3,8
Требования ГОСТ 9128–97 на горячий асфальтобетон для III ДКЗ		–	1,5–4	–	≥0,9	≥0,85	≥1,2	≥2,5	≤11	–
Для IV ДКЗ		–	1,5–4	–	≥0,85	≥0,75	≥1,3	≥2,5	≤13	–

шение R₀/R₅₀), что свидетельствует о повышенной деформативности модифицированного асфальтобетона. Так, РТЭП повышает указанный показатель асфальтобетона в 1,6 раза, каучук СКС – примерно в 1,5 раза, Кратон Д-1101 – в 1,3 раза. Асфальтобетоны с добавлением модификаторов характеризуются повышенной теплоустойчивостью в сравнении с асфальтобетоном на немодифицированном битуме. Так, РТЭП повышает прочность асфальтобетона при 50°С на 75%, Кратон Д-1101 – на 10–20%, а каучук СКС на 10–48% в зависимости от вязкости связующего и содержания в нем полимера.

Твердость асфальтобетонных образцов вышеприведенного состава оценивали по методикам [4,5]. За твердость дорожного покрытия понимали глубину погружения в материал покрытия конуса заданной формы под определенной нагрузкой и при температуре покрытия 50°С.

Для определения твердости покрытия использовали твердомер ТК-1 конструкции Казахского филиала Союздорнии. Твердомер состоит из ударника с конической насадкой, который опускают на образец 10 раз, и измерительного устройства для замера глубины погружения конуса в образец. Разность отсчетов определяет глубину погружения конуса в покрытие (мм), которая характеризует твердость слоя материала при фиксированной температуре покрытия. Среднее значение показателя твердости, полученное по трем испытаниям при температуре 20°С, приводят с использованием номограммы к расчетной температуре 50, 40 и 60°С.

На долговечность слоя ШПО в подсистемах покрытие–щебень определяющее влияние имеет целый ряд факторов: температура покрытия, вид модификатора и его количество, тип асфальтобетона по твердости, применяемое для его приготовления связующее и т. д. Таким образом, прогноз долговечности слоя ШПО

является сложной многовариантной задачей. Для решения такой задачи необходима методика, позволяющая на основе некоторого экспериментального ряда выбрать оптимальное количественное значение важнейших факторов и краевых (граничных) условий, при которых прогноз долговечности слоя ШПО был бы наиболее благоприятный. Для указанной методики наиболее эффективным является применение нейронных сетей. Для решения сложных и плохо формализуемых задач применяют метод искусственных нейронных сетей, состоящих из нейроноподобных элементов, соединенных между собой в сеть. Применение других математических методов приближения функций многих переменных представляет собой весьма непростую в математическом отношении и при практической реализации проблему.

В основе искусственной нейронной сети лежит искусственный нейрон. Математическая модель нейрона представляет собой абстрактный элемент, который имеет несколько входов и один выход.

Для получения работающей искусственной нейронной сети необходимо выбрать тип используемого нейрона, определить конфигурацию сети и произвести ее обучение и тестирование на имеющемся наборе обучающих примеров.

На приведенных графиках параметры: *Var(1)* – процентное содержание модификатора в вяжущей части асфальтобетона; *Var(2)* – температура испытания; *Var(3)* – число ударов груза. Рассмотрим смоделированные поверхности отклика (рис. 2), описывающие твердость асфальтобетона в зависимости от применяемого вяжущего (испытания по твердомеру «ТК-2»).

При рассмотрении графических зависимостей твердости асфальтобетона на основе традиционного битума можно отметить, что наибольшее проникновение в материал, то есть наихудшая сохранность слоя ШПО из условия втапливания в покрытие в подсистеме покры-

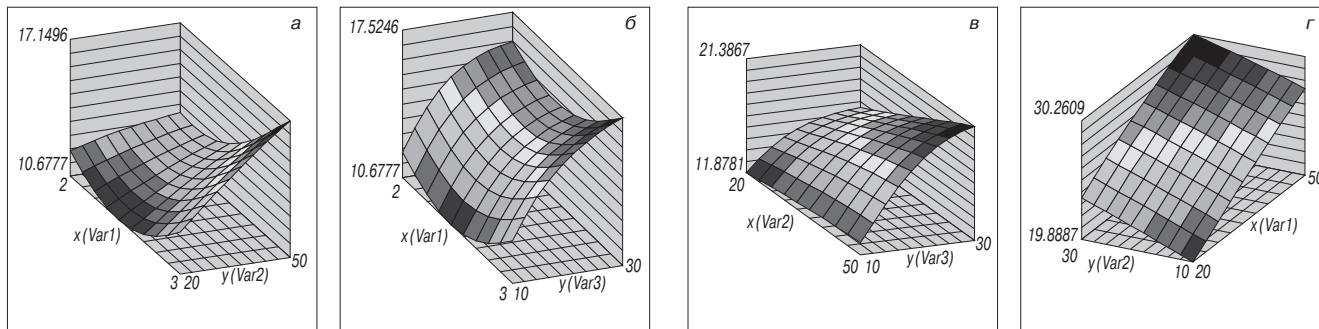


Рис. 2. Поверхность отклика твердости асфальтобетона типа Б для связующего на основе БНД 60/90 и модификатора-каучука типа ККС-30АРКМ-15 для параметров $Var(1)$, $Var(2)$, $Var(3)$ (а, б, в) и традиционного асфальтобетона без применения модификатора вяжущего (г)

тие—щебень наблюдается при температуре 50°C при максимальных нагрузках. Аналогичная ситуация, но при меньших значениях глубины втапливания отмечена и при использовании модифицированных битумов для приготовления асфальтобетонных смесей. При оценке влияния количества и вида модификатора в вяжущем на твердость асфальтобетона было отмечено, что наилучшая твердость, то есть наибольшая долговечность слоя ШПО исходя из сохранности слоя при условии минимального втапливания щебня в подсистеме покрытие—щебень наблюдается при содержании полимера в связующем в количестве 2,5% по массе.

Предлагаемая методика определения эффективности применения модифицированного битума при устройстве слоев ШПО позволяет получить наиболее достоверный прогноз сохранности слоя в подсистеме покрытие—щебень с определением оптимального количества модификатора в битумном связующем.

Список литературы

1. Васильев А., Шамбар П. Поверхностная обработка с синхронным распределением материалов. М.: Трансдорнаука, 1999. 80 с.
2. Дорожный асфальтобетон / Под ред. Л.Б. Гезенцева. М.: Транспорт, 1976. 336 с.
3. Полякова С.В. Применение модифицированных битумов в дорожном строительстве // В кн. Применение полимерно-битумных вяжущих на основе блоксополимеров типа СБС. М.: Центр метрологии, испытаний и сертификации МАДИ (ТУ), 2001. С. 86–98.
4. ВСН 38–90. Технические указания по устройству дорожных покрытий с шероховатой поверхностью. М.: Транспорт, 1990. 32 с.
5. ОДМ. Методические рекомендации по устройству одиночной шероховатой поверхностной обработки техникой с синхронным распределением битума и щебня / М.: Инфрмавтодор, 2001. 65 с.

ООО «Би.Эл.Спектр»

115432, Москва, Проектируемый проезд 4062, д. 6, оф. 520
Тел./факс: (495) 677-6683, производство - (499) 270-5070
www.bspigment.ru E-mail: info@bspigment.ru

Пигменты для бетонов, силикатного кирпича, строительных смесей, полимерных материалов



Сухие латексные краски «АКВАМИКС» для наружных и внутренних отделочных работ

ДОСТОИНСТВА И ПРЕИМУЩЕСТВА

- Простота применения: достаточно развести водой, чтобы получить водно-дисперсионную краску
- Хранение и транспортировка при любой температуре без потери качества – Вы не возите воду!
- Высокие атмосферостойкость и долговечность
- Широкий ассортимент цветов и оттенков
- Возможность приготовления краски на месте применения в необходимом количестве
- Отсутствие запаха
- Без растворителей, консервантов и вредных добавок
- Упаковка пигментов и красок – бумажные многослойные мешки 25 кг



С.П. АРЖАНУХИНА, инженер (soni.81@mail.ru)
Саратовский государственный технический университет

Сравнительные демонстрационные испытания противогололедных материалов на основе хлоридов

В настоящее время в Российской Федерации продолжается массовое применение пескосоляных смесей и противогололедных материалов с большим количеством примесей на автомобильных дорогах общего пользования и в городах. В зимний сезон 2008–2009 гг. возобновились дискуссии об эффективности и экологической безопасности противогололедных материалов, которые по своей классификации относятся к строительным материалам для зимнего содержания автомобильных дорог и территорий.

Для обоснования эффективности применения низкотемпературных твердых противогололедных материалов на основе чистых хлоридов были проведены демонстрационные сравнительные испытания хлоридов натрия, кальция и магния в нескольких регионах страны.

Проведенными демонстрационными испытаниями установлено, что растворение CaCl_2 происходит значительно быстрее, чем растворение NaCl . Причина в том, что CaCl_2 одновременно гигроскопичен и быстрорастворим в поглощаемой из воздуха влаге. При температуре воздуха 0–9°C CaCl_2 абсорбирует влагу уже при относительной влажности воздуха 42% и выше, в то время как NaCl начинает абсорбировать влагу только при относительной влажности не ниже 76%. CaCl_2 в твердом состоянии абсорбирует влагу до тех пор, пока не растворится, а уже в состоянии раствора продолжает абсорбировать влагу до достижения равновесия между упругостью паров раствора и воздуха. Во время растворения CaCl_2 выделяется большое количество тепла, при этом идет процесс образования гидратов. Молекула CaCl_2 присоединяет 6 молекул воды с образованием кристаллогидрата $\text{CaCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$. Теплота гидратации CaCl_2 равна 21,7 ккал (0,24 Дж).

Установлено, что создание оптимальных составов противогололедных реагентов на основе хлоридов натрия и кальция позволяет применять реагент при более низкой температуре, чем хлорид натрия. Однако простое механическое смешение хлоридов натрия и кальция

не обеспечит достаточной эффективности из-за неравномерности распределения солей по объему смеси. Неравномерность гранулометрического состава приводит к сегрегации смеси.

Разработана технология производства композитного противогололедного материала, отвечающая современным требованиям, позволяющая получить однородную по всему объему смесь синтезированных хлоридов натрия и кальция. Поэтому компактирование, а не простое смешивание компонентов способно обеспечить требуемый эффект от их применения. Процесс заключается в прессовании гранул чистых хлоридов натрия и кальция в соотношении 3:1 между двумя валками при определенной влажности с диффузионным проникновением и с последующим дроблением на зерна неправильной формы требуемого гранулометрического состава. Так производится противогололедный материал нового поколения ХКНМ с ингибиторами коррозии, который рекомендуется применять при зимнем содержании дорожных покрытий федеральных, территориальных и городских сетей автомобильных дорог.

Когда CaCl_2 и NaCl применяют в качестве реагента для борьбы с зимним скольжением совместно, они дополняют друг друга. В компактированной смеси CaCl_2 абсорбирует влагу из внешней среды, в результате реакции выделяется тепло; совместное воздействие влаги и тепла увеличивает скорость растворения NaCl . Компактированный состав этих солей представляет собой реагент, наиболее полно отвечающий требованиям, предъявляемым к противогололедным материалам, который не замерзает до -20°C (хлорид натрия работает до -12°C). За счет экзотермического процесса растворения CaCl_2 возрастает скорость растворения NaCl и соответственно таяния льда. Гранулы глубже проникают сквозь лед к поверхности дорожного покрытия и образовавшийся раствор разрушает сцепление льда и покрытия, что облегчает последующую механизированную уборку



Рис. 1. Демонстрационные испытания хлорида натрия (а) и ХКНМ (б) на уплотненном снегу

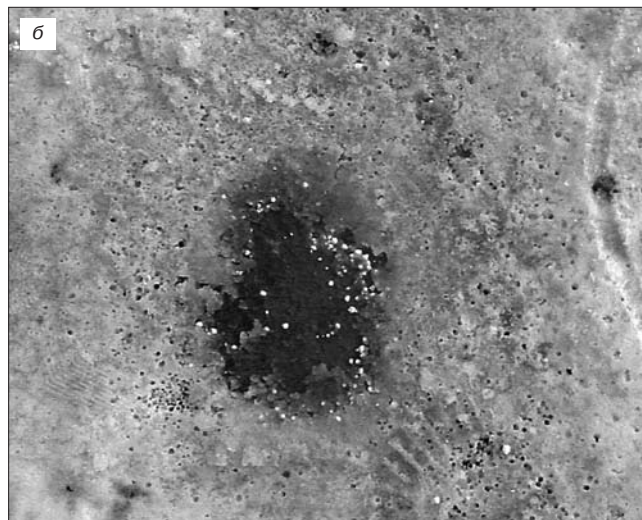
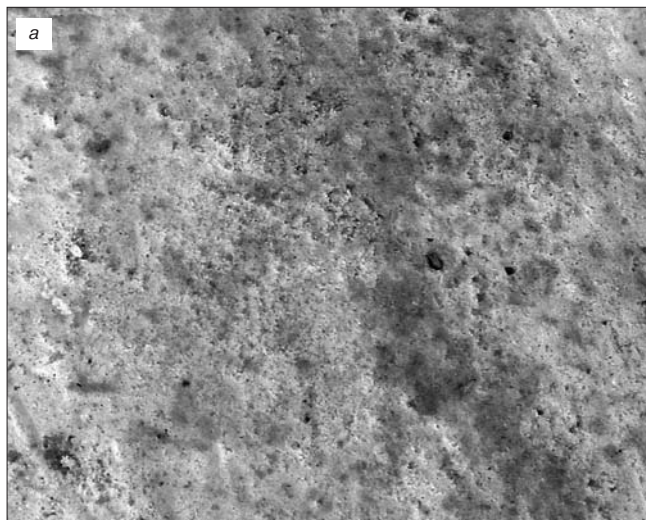


Рис. 2. Сравнительные испытания технической соли и хлорида кальция при температуре 0°C

снежно-ледяного образования. Фактически новый материал работает как тепловое сверло.

Присутствие кальция в очищенных реагентах снижает количество ионов натрия и их негативное воздействие на окружающую среду.

Эффективность применения современных противогололедных материалов на основе компактированных хлоридов натрия и кальция (ХКНМ), в пропорции 3:1, подтверждена сравнительными демонстрационными испытаниями на льду при температуре -10°C хлорида натрия и ХКНМ. В течение минуты хлорид натрия остается в твердом виде (белые крупинки), а ХКНМ, получив воду из воздуха, начинает плавление льда (темные пятна и лунки).

Демонстрационные испытания хлорида натрия и ХКНМ на уплотненном снегу представлены на рис. 1.

Видно, что при одинаковом характере распределения на уплотненном снегу (отверстия на поверхности) хлорид натрия не смог нарушить снежный покров и достичь дорожного покрытия. Напротив, ХКНМ создал линзу раствора между снегом и покрытием, нарушив сцепление между ними. Увлажненный снег стал рыхлым, поэтому его легко удалить с дорожного покрытия.

Результаты сравнительных испытаний хлорида натрия и хлорида кальция при температуре 0°C приведены на рис. 2. Крупинки технической соли (а) проникли в снежный накат и образовали отверстия, не достигшие дорожного покрытия. Напротив, хлорид кальция за счет реакции выделения тепла при соединении с влагой воздуха, растопил снежный накат и образовал пленку раствора

между уплотненным снегом и дорожным покрытием.

Результаты испытаний ХКНМ при температуре 0°C представлены на рис. 3, а и б.

Демонстрационные испытания подтверждают наибольшую эффективность механизма взаимодействия ХКНМ с уплотненным снегом: выделение тепла при взаимодействии хлорида кальция с влагой воздуха и позже с водой из растопленного снега, проникновение гранул до дорожного покрытия, после чего продолжает работу хлорид натрия, расплавляя пленку воды между уплотненным снегом и дорожным покрытием. Этим облегчается последующая механизированная или ручная очистка дорожного покрытия. Описанный механизм взаимодействия показывает возможность сокращения расхода противогололедного материала и уменьшение его воздействия на окружающую среду в сравнении с хлоридами отдельно.

Для сравнительных испытаний чистых хлоридов сравнили механизм взаимодействия со снежно-ледяным образованием хлорида магния, присутствующего на рынке противогололедных материалов, и определили условия и эффективность его применения.

Сравнительные демонстрационные испытания хлорида магния выявили (рис. 4) его отличительные особенности – поверхностное плавление снежно-ледяного образования и механизм полного превращения в жидкое состояние.

Хлорид магния начинает работу сразу, поглощая влагу из окружающего пространства. Далее осуществляется объемное плавление всего слоя снежно-ледяного образования. Сделан вывод: применение хлорида

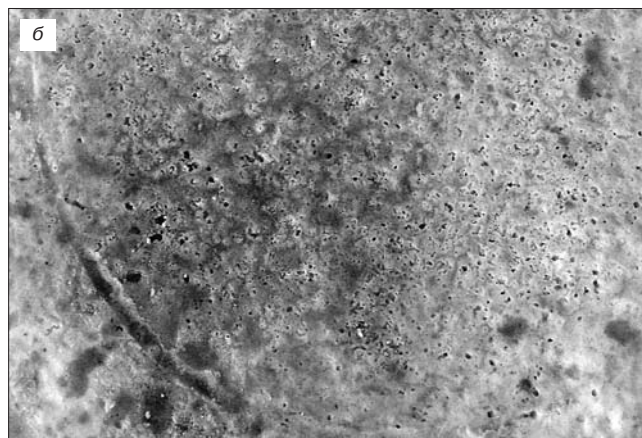
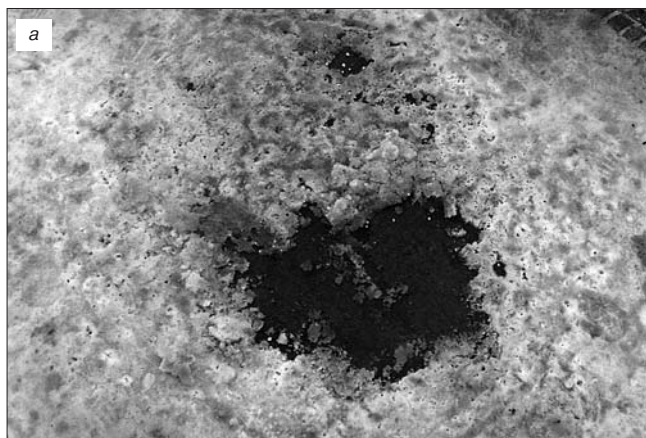


Рис. 3. Результат применения ХКНМ через 30 мин (а) и 1,5 ч (б)

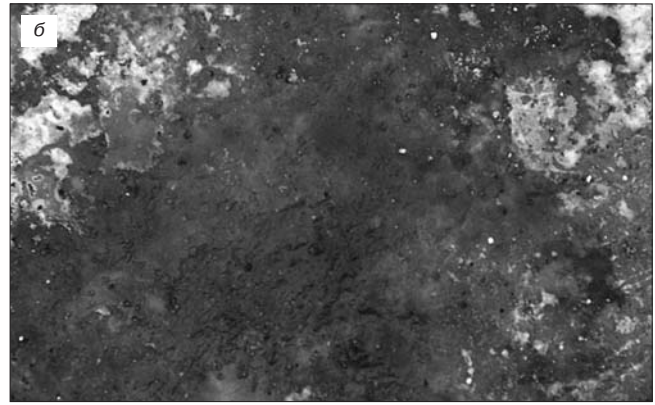
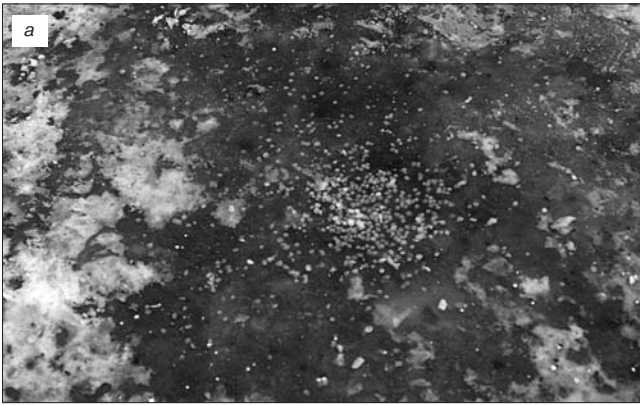


Рис. 4. Испытания хлорида магния: а – непосредственно после его распределения; б – результат плавления снежно-ледяного образования

магния эффективно для обработки дорожных покрытий с целью предотвращения обледенения, а также при образовании тонкой пленки гололеда.

В настоящей статье сделан шаг в направлении совершенствования научно-технического сопровождения внедрения инноваций зимнего содержания автомобильных дорог. Полученные результаты демонстрационных испытаний позволяют органам управления дорожным хозяйством и предприятиям различной формы собственности принять обоснованные решения по применению гранулированных противогололедных материалов нового поколения.

Результаты проведенных мероприятий по борьбе с зимним скольжением должны дать возможность его предупреждения (функция антигололедной обработки). Этому же способствует начало работы противогололедного материала и обеспечение коэффициента

сцепления сразу после его распределения, разрушение связи между снежно-ледяным образованием и дорожным покрытием с возможностью механизированной очистки (функции противогололедной обработки).

Эффективность реализации этих функций определяет возможность снижения степени риска возникновения дорожно-транспортных происшествий, а также причиняемого экологического ущерба для придорожной полосы.

Применение современных противогололедных материалов позволит решить такие проблемы, как песчаные бури в городах весной, засорение ливневой канализации, необходимость очистки бордюров от слоя песка, обеспечение безопасного съезда с автомобильной дороги, чрезмерное загрязнение транспортных средств, тротуаров, одежды и обуви пешеходов.

Российские промышленные эллиптические шаровые мельницы "Активатор" интенсивного помола.

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

СМЕШЕНИЕ КОМПОНЕНТОВ пенобетона

подготовка шихты для керамической плитки

помол пигментов

получение сухих смесей

активация цемента

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

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

[>>](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: eugene@activator.ru

Реклама

А.М. ШЕЙНИН, С.В. ЭККЕЛЬ, кандидаты технических наук,
ОАО «СоюздорНИИ» (Москва)

Оценка качества монолитного бетона в дорожном и аэродромном строительстве при испытании кернов

В практике строительства цементобетонных покрытий и оснований автомобильных дорог и аэродромов для оценки качества бетона широко применяется испытание выбуренных образцов-кернов. Часто только по результатам таких испытаний можно получить окончательный объективный вывод о фактической прочности бетона в конструкции дорожной и аэродромной одежды. Одновременно при испытании кернов возникает ряд методологических вопросов. В частности, существуют противоречивые данные о переходных коэффициентах от прочности кернов к прочности отформованных контрольных образцов-кубов и балочек базового размера (сечением 15×15 см), по которым происходит нормирование прочности бетона (ГОСТ 10180–90, п. 2.1.1), или о масштабных коэффициентах, учитывающих высоту и диаметр кернов (ГОСТ 28570–90). Возникает также сомнение в целесообразности и возможности использования статистического контроля прочности бетона по кернам (ГОСТ 18105–86).

В соответствии с ГОСТ 28570–90 (п. 1.3) при любых видах и целях испытания на прочность керны следует объединять в серии аналогично испытаниям контрольных образцов бетона. То есть испытание одного керна не позволяет оценить прочность бетона на проверяемом участке даже при экспертной оценке. Как объединять керны в серии, ГОСТ 28570–90 не разъясняет в отличие от требований к отформованным контрольным образцам. Так, ГОСТ 10180–90 (пп. 2.2.6, 3.1.3) регламентирует количество контрольных образцов (кубов, балочек или цилиндров) в серии в зависимости от величины внутрисерийного коэффициента вариации прочности бетона (V_s) и от величины плотности отдельных образцов.

Субъективно (экспертно) определяется также и общее количество выбуриваемых кернов на контролируемом участке конструкции.

В связи с этим целесообразно отбирать и объединять керны в серии по дням укладки (с каждой сменной захватки) аналогично требованию отформовывать не менее одной серии контрольных образцов бетона в смену (ГОСТ 18105–86, п. 2.2; ГОСТ 7473–94, п. 5.1, 5.2).

При испытаниях кернов рекомендуется оценивать среднюю (в сериях) прочность бетона, которая должна быть не менее требуемой (R_T), определенной при подборе состава бетона. При этом любой частный результат испытания кернов в серии не должен по величине быть менее нормируемого класса бетона по прочности.

Например, для бетона выравнивающего слоя (или основания) проектного класса В10 (марки М150) средняя по результатам испытания кернов величина прочности бетона на сжатие должна быть более 15 МПа, а частное значение прочности отдельного керна в серии при этом должно быть более 10 МПа.

Одновременно рекомендуется учитывать все получаемые в серии результаты, не отбрасывая минимальных

значений, как требует ГОСТ 10180–90 (п. 6.4) или ГОСТ 28570–90 (п. 6.3), поскольку каждый керн в отличие от формуемых образцов характеризует фактическую прочность бетона на конкретном участке конструкции (покрытия или основания).

Керны при объединении в серию по ГОСТ 28570–90 не отбраковывают по плотности или по величине внутрисерийного коэффициента вариации прочности бетона (V_s) аналогично контрольным образцам (кубам и др.). Керны с фактической разной плотностью бетона, а также серии (партии) бетона с более высокими значениями V_s (или соответственно с более высокими значениями среднего партионного коэффициента вариации прочности бетона, V_n) отражают реальность, когда именно такой, менее однородный, чем выпущенный на заводе, бетон сформировался в покрытии или основании. Часто заказчик или проверяющие органы требуют, чтобы величина прочности каждого керна была не ниже нормы (марки), хотя это не соответствует действующей нормативной базе, оперирующей средними величинами прочности бетона (в серии или партии).

Указанное требование (заказчика и др.) к прочности каждого отформованного контрольного образца или выбуренного керна фактически означает переход к нормированию прочности бетона по минимальному частному значению, а не по средней величине прочности. Если принять такое ужесточение нормирования прочности бетона, то закономерно потребуются перейти к применению бетона более высокой проектной и соответственно фактической средней прочности (на марку), то есть к применению бетона с более высоким расходом цемента.

Ряд коллизий возникает также, если использовать статистический контроль прочности бетона по кернам. Из-за иного правила объединения в серии кернов бетона, чем формуемых контрольных образцов, можно ожидать повышение значений внутрисерийного и среднего партионного коэффициентов вариации прочности. Значения V_n могут даже в ряде случаев превысить предельные 16% (ГОСТ 18105–86, табл. 2). То есть при испытании кернов можно выйти за рамки действия этого ГОСТа.

Как показал опыт строительства, особенно это повышение коэффициентов вариации прочности при испытании кернов характерно для бетона оснований, устраиваемых методом укатки жестких бетонных смесей, где средний за сезон общий коэффициент вариации прочности бетона по всем испытанным кернам может достигать 40% (от средней прочности), а также для бетона из литых бетонных смесей.

При использовании статистического контроля прочности бетона по кернам, даже оставаясь в пределах действия ГОСТ 18105–86, рост величины V_n приведет

Таблица 1

Номер серии	Прочность бетона, МПа			$K_1=R/R_{tt}$	$K_2=R_{tf}/R_{tt}$
	R	R_{tf}	R_{tt}		
1	17,2	2,86	1,71	10,1	1,67
2	18,6	2,85	1,73	10,8	1,65
3	18,2	2,85	1,77	10,3	1,61
4	19,7	2,74	1,94	10,2	1,41
5	18	2,67	1,71	10,5	1,56
6	19,1	2,81	1,88	10,2	1,49
Среднее значение	18,5	2,8	1,79	10,4	1,57
Коэффициент вариации среднего значения, %				2,5	6,4

Таблица 2

Средние значения показателей для групп образцов					
Прочность бетона, МПа			$K_1=R/R_{tt}$	$K_2=R_{tf}/R_{tt}$	$K_3=R/R_{tf}$
R	R_{tf}	R_{tt}			
50,4	6,32	3,84	13,2	1,65	7,98
51,8	6,35	3,87	13,4	1,64	8,16
50,7	6,22	3,6	14,1	1,73	8,18
47,1	6,04	3,55	13,3	1,7	7,83
47,5	5,9	3,57	13,3	1,66	8,05
48,1	6,11	3,5	13,7	1,74	7,87
Общее среднее значение					
49,3	6,16	3,66	13,5	1,69	8,01

к необходимости увеличить требуемую прочность бетона и расход цемента в его составе по сравнению со статистическим контролем по формуемым образцам.

Чтобы избежать этого противоречия, **рекомендуется статистический контроль прочности бетона вести только по контрольным образцам**, в том числе формуемым на месте бетонирования, а керны использовать только при инспекционных и экспертных испытаниях. При этом чтобы учесть разницу в однородности бетона на заводе и на укладке, можно рекомендовать на стадии подбора состава создавать в бетоне 10% запас нормируемой прочности, предусмотренный ГОСТ 18105–86 (п. 4.4), по крайней мере на начальном этапе строительства.

Эти вопросы контроля и нормирования прочности бетона рекомендуется решать вместе с проектировщиком и заказчиком до начала строительства, при составлении технологического регламента производства работ, ППР и ПОС, с учетом действующих нормативных документов.

Для обеспечения достоверного определения прочности бетона при испытании кернов следует при подборе состава бетона или при операционном контроле прочности определять экспериментально переходные коэффициенты от одного вида испытания и формы образцов к другому (ГОСТ 10180–90, приложение 11; ГОСТ 28570–90, п. 6.4) по результатам испытания отформованных контрольных образцов (кубов, балочек и цилиндров).

В СоюздорНИИ накоплен многолетний опыт контроля прочности бетона покрытий и оснований дорог и аэродромов по кернам. При этом один из важных выводов заключается в том, что **наиболее надежно испытывать керны на прочность при растяжении при раскалывании (R_{tt}), а не при сжатии**. Это связано с особенностью методики испытаний, в частности с существенно меньшим влиянием на получаемый при раскалывании результат ровности, прямолинейности и плоскостности поверхности кернов, а также с существенно меньшей трудоемкостью.

Также из опыта следует, что при отсутствии экспериментальных переходных коэффициентов от прочности бетона при растяжении при раскалывании к прочности при растяжении при изгибе (R_{tf}) и при сжатии (R) для бетона оснований (класса по прочности B15 Btb2,4 и ниже, бетона без вовлеченного воздуха) рекомендуется применять коэффициенты $K_{1осн}=R_{tf}/R_{tt}=1,51$ (допускается ГОСТ 10180–90, приложение 11) и $K_{2осн}=R/R_{tt}=10$.

Аналогично для бетона покрытий (бетона классов B25 Btb3,6 или марок M350 Ptb45 и выше, бетона с вовлеченным воздухом) в этом случае рекомендуется ис-

пользовать средние переходные коэффициенты $K_{1покр}=R_{tf}/R_{tt}=1,7$ и $K_{2покр}=R/R_{tt}=11,9$ [1, п. 5.31].

В качестве примера можно привести значения переходных коэффициентов, определенные экспериментально при устройстве основания и покрытия аэропорта Минеральные Воды (проектная организация Сиб-аэропроект, производитель работ «Камдорстрой»).

Основание устраивали методом укатки из бетона проектного класса по прочности B10 (марка M150), Btb2 (Ptb25), марки F50 по морозостойкости и марки Ж4 по удобоукладываемости. В составе бетона использовали портландцемент ПЦ 500-Д20 ОАО «Кавказцемент», местный гравий фракции 5–20 мм и песок природный мелкий, добавку-суперпластификатор СП-1. Водоцементное отношение составило В/Ц=0,76.

В табл. 1 представлены результаты испытания контрольных образцов бетона оснований на прочность по ГОСТ 10180–90 в возрасте 28 сут нормального твердения.

Как видно, полученные значения $K_1=1,57$ и $K_2=10,4$ близки к рекомендуемым средним величинам $K_{1осн}=1,51$ и $K_{2осн}=10$.

В табл. 2 представлены результаты аналогичных испытаний для бетона покрытий.

В данных испытаниях на прочность при сжатии использовали образцы-кубы размером 10×10×10 см, при растяжении при изгибе – образцы-балки размером 10×10×40 см, при растяжении при раскалывании – образцы-цилиндры диаметром (d) и высотой (h) 15 см. К базовому размеру образцов сечением 15 см результаты испытаний приведены с помощью масштабных коэффициентов ГОСТ 10180–90; п. 6.2: 0,95 – для сжатия, 0,92 – для растяжения при изгибе. Каждая из серий содержит по 3 образца-близнеца на каждый вид испытаний (ГОСТ 10180–90, приложение 11, п. 2).

Коэффициенты вариации средней величины переходных коэффициентов для бетона оснований ($V_{K_1}=2,5\%$, $V_{K_2}=6,4\%$) и покрытий ($V_{K_1}=5,7\%$ и $V_{K_2}=2,8\%$) меньше требуемой величины (15% по ГОСТ 10180–90, приложение 11, п. 4), что подтверждает возможность использования полученных при испытании кернов значений в дальнейшем при контроле прочности бетона в конструкции.

Покрытие на данном объекте устраивали из бетона проектного класса по прочности B30 (M400), Btb4 (Ptb50), марки по морозостойкости F150 (по второму базовому методу ГОСТ 10060.0–95, при испытании в 5% водном растворе хлорида натрия). Бетонная смесь соответствовала марке П1 по удобоукладываемости и содержала 5–7% вовлеченного воздуха. В бетоне использованы портландцемент ПЦ 500-Д0-Н Новороссийского завода «Пролетарий», местный щебень из гравия фракции 5–20 мм и песок природный мелкий, химические до-

Таблица 3

Средние значения показателей для групп образцов		
Прочность бетона, МПа		$K_{сж}=R_2/R_1$
R_1	R_2	
33,7	47,6	1,42
34,8	47,4	1,36
34,5	47,5	1,38
Общее среднее значение		
34,9	47,5	1,35
Коэффициент вариации среднего значения		0,073 (5,3%)

Таблица 4

Номер серии, п.п.	Марка бетона	Прочность бетона, МПа		$K_{сж}=R_2/R_1$
		R_1	R_2	
1	M500 Ptb60	33,2	49,5	1,49
2	M500 Ptb60	36,3	45,2	1,25
3	M500 Ptb60	41,3	52,2	1,27
4	M500 Ptb60	38,2	44,1	1,15
5	M500 Ptb60	43,1	45,6	1,05
6	M500 Ptb60	39,2	50,9	1,3
Среднее значение		38,6	47,9	1,25
7	M400 Ptb50	33,5	44,1	1,32
8	M400 Ptb50	35,1	47,4	1,35
Среднее значение		34,3	45,6	1,34
Общее среднеарифметическое значение по всем сериям				1,27
Коэффициент вариации среднего значения				0,125 (9,8%)

бавки СП1 и воздухововлекающая добавка СНВ. Водоцементное отношение $V/C=0,38$.

Для определения переходных коэффициентов серии отформованных контрольных образцов по дням укладки бетона были объединены в группы.

Следует отметить, что согласно требованиям ГОСТ 10180–90 (приложение 11 п. 2) переходные коэффициенты следует определять по результатам испытания строго **шести парных серий** в группе (не больше и не меньше), если в каждой серии число образцов равно трем. Поэтому, хотя большее число серий дает более объективную информацию, для использования в дальнейшем при испытании кернов была принята группа № 4 (из шести серий), где результаты определения переходных коэффициентов от одного вида прочности бетона к другому наиболее близки средним значениям коэффициентов, полученным по всем шести группам серий образцов, то есть $K_1=13,3$ и $K_2=1,7$.

Проведенные СоюздорНИИ исследования выявили, помимо вышеизложенного особенности определения переходных коэффициентов при испытании кернов при сжатии и подтвердили важность таких испытаний.

Испытание на прочность при сжатии отформованных цементобетонных кубов и цилиндров показало, что при формально одинаковом виде напряженного состояния (сжатии) эти испытания **являются разными видами испытаний**.

Так, согласно ГОСТ 10180–90 (п. 4.3) опорные грани кубов при испытании при сжатии располага-

ют так, чтобы нагрузка была направлена параллельно слоям укладки бетонной смеси в формы. То есть кубы испытывают при сжатии, прикладывая нагрузку к боковым поверхностям, но не к заглаженной (верхней) поверхности куба. При испытании цилиндров при сжатии нагрузку прикладывают именно к заглаженной (верхней) поверхности, другое невозможно. Эта ситуация возникает также при испытании кернов.

Кроме того, кубы и керны или цилиндры отличаются **по характеру разрушения** при сжатии. Для кубов при сжатии нормальным является характерное разрушение в виде двух «перевернутых пирамид» (ГОСТ 10180–90, приложение 7). В то же время отформованный образец-цилиндр (даже с $d=h=15$ см) или выбуренный керн при сжатии разрушается с образованием вертикальных трещин на боковой цилиндрической поверхности аналогично разрушению призмы, что является дефектным разрушением для кубов.

Следует отметить, что такое разрушение при сжатии характерно и для кубов при ослабленном сцеплении (трении) контактирующих поверхностей бетона с передающими усилие плитами пресса.

В связи с этим, а не только из-за различий в форме образцов коэффициент перехода от прочности бетона при сжатии цилиндров (цилиндрической прочности, R_1) к прочности при сжатии кубов (кубиковой прочности, R_2), коэффициент $K_{сж}=R_2/R_1$, следует определять экспериментально. Этот коэффициент необходим для дальнейшего использования при испытании кернов на прочность при сжатии, для перехода от фактических значений прочности кернов при сжатии к нормируемым величинам.

Ниже представлены результаты лабораторных испытаний отформованных контрольных образцов – кубов и цилиндров при проведении операционного контроля на строительстве аэродромов Минеральные Воды и Шереметьево (табл. 3, 4), которые иллюстрируют важность экспериментального определения переходного коэффициента $K_{сж}$.

При испытании при сжатии бетона покрытия аэродрома Минеральные Воды использовали контрольные образцы – кубы размером $10 \times 10 \times 10$ см и цилиндры $d=h=15$ см. Прочность цилиндров приведена к базовому размеру с учетом масштабного коэффициента $\eta_1=1$, учитывающего отношение высоты керна к его диаметру (ГОСТ 28570–90, п. 6.2, табл. 2), в соответствии со стандартными испытаниями кернов. К базовому размеру образцов сечением 15 см результаты испытаний приведены с помощью масштабных коэффициентов ГОСТ 10180–90.

Аналогично вышеизложенному для дальнейшего использования было предложено использовать результаты испытания шести серий образцов группы №2, табл. 3, где коэффициент перехода близок общему среднему значению $K_{сж}=1,36$.

Для этих серий коэффициент вариации величины переходного коэффициента от цилиндрической прочности бетона при сжатии к кубиковой $V_{K_{сж}}=2,5\%$ меньше требуемой ГОСТ 10180–90 величины, что позволяет использовать найденный коэффициент $K_{сж}$ в дальнейшем при оценке прочности бетона с помощью кернов.

При строительстве покрытия аэропорта Шереметьево в 2002 г. по проекту института Аэропроект силами СУ-801 на разных участках был применен бетон марки M500 Ptb60 П1 F150 ($V/C=0,33$) и M400 Ptb50 П1 F150 ($V/C=0,4$). В бетоне был использован портландцемент Старооскольского и Себряковского заводов марки ПЦ 500-ДО-Н, щебень гранитный фракции 5–20 мм, средний кварцево-полевошпатовый песок, химические добавки С-3 и СНВ.

Испытания бетона проводили на контрольных образцах — кубах размером 15×15×15 см и цилиндрах $d=h=15$ см (табл. 4). Все образцы бетона твердели 28 сут в нормальных температурно-влажностных условиях (по ГОСТ 10180–90), а затем до испытания на прочность в комнатных условиях. Возраст бетона к моменту испытаний 3–4 месяца.

Предполагается, что столь существенная разница в значениях прочности бетона при сжатии кубов и цилиндров (в среднем, на 27–36%, табл. 3 и 4) может быть вызвана разными условиями разрушения образцов, аналогично разрушению бетона при разных видах испытаний. Причина такого различия требует дополнительно изучения.

При испытании при сжатии кернов, выбуренных из покрытия, важно также учитывать наличие пленкообразующего материала и бороздок искусственной шероховатости на поверхности. В этом случае чтобы исключить влияние указанных факторов, рекомендуется отрезать примерно 5 см от верхней части керна. Однако, при этом керн не будет характеризовать весь конструктивный слой по толщине. Испытание кернов при растяжении при раскалывании позволяет избежать этой проблемы.

Виды испытания бетона на прочность (сжатие, изгиб или раскалывание) характеризуются разными значениями коэффициента вариации. Одни и те же факторы, например плотность бетона, его возраст, влажность воздуха, температура твердения и пр., оказывают разное влияние на величину прочности бетона при разных напряженных состояниях и на коэффициент вариации соответствующей прочности бетона. По этой причине статистический контроль прочности бетона также следует вести только по формуемым образцам

бетона. Однородность бетона при разных видах испытаний на прочность и их взаимосвязь требуют дальнейшего изучения.

Вывод. Наиболее надежно прочность бетона в дорожной и аэродромной конструкциях можно определить экспертно, методом разрушающего испытания образцов-кернов при растяжении при раскалывании с последующим определением нормируемой прочности бетона с помощью переходных коэффициентов, определяемых экспериментально.

Статистический контроль прочности бетона следует вести по контрольным образцам, в том числе формуемым на месте бетонирования и твердеющим в температурно-влажностных условиях твердения конструкции. Керна следует использовать только при экспертных и инспекционных испытаниях.

Представленные выше результаты свидетельствуют о необходимости уточнить некоторые положения ГОСТ 28570–90 и ГОСТ 10180–90 в части принятия масштабных и переходных коэффициентов, а также положения ГОСТ 18105–86 в части возможностей ведения статистического контроля прочности бетона по кернам. Целесообразно при очередном пересмотре этих стандартов более четко определить условия их применения при контроле прочности монолитного бетона покрытий и оснований автомобильных дорог и аэродромов и учесть результаты накопленного опыта, кратко изложенные в статье.

Литература

1. Руководство по организации технологии строительства аэродромных цементобетонных покрытий. М.: СоюздорНИИ, 1982.

ПНО ПРОМАВТОМАТИКА

Газовые горелки
для кирпичных заводов
в комплекте с автоматикой
и арматурой
«под ключ»



Наш адрес: Россия, Москва, 117105, ул. Нагатинская, д. 3Б, офис 416
Тел./факс: +7 (499) 611-00-62, +7 (499) 611-04-31, Тел.: +7 (910) 406-83-72
Internet: www.promautomatika.ru
E-mail: mail@promautomatika.ru

Реклама

О.Н. НИКОНОВА, инженер (doroga@niimosstroy.ru),
 Научно-технический и проектный институт транспортной инфраструктуры (Москва);
 О.А. ДУКА, инженер, А.В. РУДЕНСКИЙ, д-р техн. наук (НИИМосстрой)

Повышение водостойкости дорожных асфальтобетонных покрытий в процессе эксплуатации порошкообразных активаторов

Сроки службы дорожных асфальтобетонных покрытий в значительной степени зависят от устойчивости асфальтобетона в процессе эксплуатации к воздействию различных климатических и эксплуатационных факторов. Одним из распространенных видов повреждений асфальтобетонных покрытий в процессе эксплуатации является образование на его поверхности выбоин, существенно ухудшающих условия проезда автотранспорта.

Основной причиной образования выбоин является плохое сцепление битума с поверхностью щебня и песка, входящих в состав асфальтобетона. Как показал анализ механизмов нарушения адгезионных связей между битумом и минеральными компонентами асфальтобетона, наиболее опасным фактором является воздействие на материал импульсных гидродинамических напряжений в воде, заполняющей поры асфальтобетона, которые возникают при движении потока автотранспорта по влажному дорожному покрытию [1].

Поскольку асфальтобетонные покрытия значительную часть срока службы работают в условиях систематического увлажнения, именно этот механизм приводит к постепенной дезинтеграции структуры материала и образованию выбоин, шелушению поверхности.

Адгезионные связи, возникающие при контакте битума с поверхностью минеральных материалов, определяются термодинамическими условиями, образующимися в зоне контакта поверхностей двух смешиваемых материалов.

В общем случае при смачивании твердой поверхности жидкостью, а в частности при смачивании битумом поверхности минеральных частиц в процессе приготовления асфальтобетонной смеси, энергия смачивания определяется разностью между суммарной энергией поверхности битума и поверхности минерального материала минус энергия поверхности раздела твердое тело — жидкость. Это означает, что энергия возникающих адгезионных связей равна увеличению энергии при слиянии двух поверхностей. Адгезионные связи образуются под действием молекулярных сил, в том числе дисперсионных, индукционных и электростатических [2].

Одним из наиболее эффективных способов повышения адгезионных свойств битумов является модификация битумов путем введения в их состав добавок поверхностно-активных веществ (ПАВ). Наряду с ПАВ для улучшения адгезионных связей битума с поверхностью минеральных материалов используют активаторы — порошкообразные материалы, представляющие собой, как правило, соли или оксиды металлов [3]. Известен опыт применения в качестве активатора извести-пушонки, выполняющей роль, эквивалентную роли ПАВ. Однако извести-пушонку вводили в больших количествах взамен части минерального порошка (до 30 мас. %), и это количество давало эффект, подобный введению 0,3–0,4% катионного ПАВ. Поэтому более экономичным является введение активатора непосредственно в битум.

Активация не сводится только к изменению заряда поверхности активируемого материала. Это сложный физико-химический процесс, сопровождающийся обменной адсорбцией ионов активатора с ионами поверхностного слоя, участвующих в построении кристаллической решетки минералов, входящих в состав горной породы. Активаторы химически взаимодействуют с компонентами битума, изменяя его структуру. При этом могут образовываться новые поверхностно-активные вещества, изменяющие условия смачивания и растекания вяжущего по минеральной поверхности.

Наиболее устойчивые адгезионные связи с минеральными материалами образуют полярные компоненты битума. Наибольшей адсорбционной способностью обладают кислотные группы, карбоновые кислоты и оксиды серы. Адсорбционные свойства битумных фракций возрастают с увеличением их молекулярной массы. Так, при равновесной концентрации 15 мг/л фракция с молекулярной массой в пределах 4600–10000 имеет показатель адсорбции 0,56 мг/г, а фракция с молекулярной массой 1700 — всего 0,34 мг/г.

Отмечалось, что высокая энергия взаимодействия нефтяных парамагнетиков (асфальтенов и тяжелых смол) способствует образованию кластеров в присутствии высокоспиновых металлов, например солей железа, которые являются активными комплексообразователями [4]. Это, в свою очередь, приводит к повышению адгезионных свойств битумов.

Значения адсорбции битумов разного качества на поверхности гранитов, отличающихся по минералогическому составу, варьируют в пределах 0,1–0,75 мг/г, на поверхности известняков — в пределах 0,5–1,55 мг/г, а на поверхности гравия — 0,1–1 мг/г. Отмечается, что характеристики минеральной поверхности существенно влияют на характер адгезионных связей [5]. Например, граниты с содержанием оксидов кремния 56,2% и высокой удельной поверхностью (0,83 м²/г) обеспечивают значительно более высокую устойчивость адгезионных связей по сравнению с гранитами, имеющими содержание оксидов кремния 70,5% и малой удельной поверхностью (0,1 м²/г).

Соответственно известняки с повышенным содержанием оксидов кремния (16,4%), невысоким содержанием оксида кальция (39,1%) и относительно небольшой удельной поверхностью (0,434 м²/г) имеют более низкую устойчивость адгезионных связей с битумом по сравнению с известняками, имеющими низкое содержание оксидов кремния (6,49%), высокое содержание оксида кальция (48,9%) и большую удельную поверхность (1,78 м²/г). Гравий с удельной поверхностью 0,37 м²/г имеет низкие значения адсорбции (0,1–0,2 мг/г), а гравий с более развитой удельной поверхностью (0,93 м²/г) имеет существенно более высокую адсорбционную способность (0,9–1 мг/г).

Электрокинетические характеристики минеральной поверхности оценивают путем установления уровня pH, при котором потенциал между минеральной поверхностью и ионами в растворе становится равным нулю. Для карбонатных пород эта величина pH определена равной 8,2–9,2, а для силикатных материалов – 3,4–5,9.

Отмечается, что нарушение адгезионных связей битума с минеральной поверхностью, происходящее в присутствии воды, зависит от значений pH, создающихся в водной среде, и связано с наличием в зоне контакта поверхностной водорастворимых солей. Имеется корреляционная связь показателей адгезии с содержанием в составе минерального материала оксида кальция (коэффициент корреляции $k=0,75$), оксида натрия ($k=0,9$), оксидов калия ($k=0,48$), величины удельной поверхности минерального материала ($k=0,71$) и электрического потенциала поверхности ($k=0,87$).

Оценка адгезионных свойств может осуществляться различными методами. В США разработан метод адсорбции на сетке, представляющий собой простой и быстрый метод оценки сцепления битума с поверхностью минеральных материалов в присутствии воды и позволяющий оперативно определять эффективность введения тех или иных адгезионных добавок. В США был предложен также метод, основанный на образовании пузырей из битумного вяжущего. В соответствии с ГОСТ 11508–74 «Битумы нефтяные. Методы определения сцепления битума с мрамором и песком» сцепление битума с каменным материалом определяется методом кипячения, который отличается простотой и оперативностью проведения, но не соответствует эксплуатационному режиму работы материала в дорожной конструкции (битум в дорожном покрытии воздействию кипящей воды не подвергается).

Наиболее близко соответствующим реальным условиям эксплуатации методом оценки водостойкости асфальтобетона в условиях импульсных гидродинамических воздействий является предложенный ранее метод [6] генерирования акустических (или ультраакустических) колебаний в воде, в которую погружен образец асфальтобетона.

Сущность эффекта активации основывается на модификации электризацией поверхности контакта битума и каменного материала. На поверхности твердого тела существует двойной электрический слой, состоящий из адсорбционного слоя ионов, прочно связанного с поверхностью электростатическими силами [7]. Второй слой – противоионов диффузный, имеющий противоположный первому заряд. Между противоионами и свободными, не входящими в двойной электрический слой ионами того же знака существует динамическое равновесие.

Чем больше валентность иона, тем сильнее он притягивается противоположно заряженной поверхностью. Эффективными активаторами являются вещества, содержащие многовалентные катионы (Al^{3+} , Fe^{3+}), которые, насыщая поверхность отрицательно заряженных минералов, могут не только снизить потенциал поверхности до нуля, но и перезарядить эту поверхность [7].

Это весьма важно, так как поверхность многих дорожно-строительных минеральных материалов имеет кислую природу, например гранитов, кварцевого песка,

и заряжена отрицательно, в результате чего битумы, тоже обладающие отрицательным зарядом, имеют к ней слабую адгезию. Применяя активаторы, позволяющие снижать величину отрицательного заряда поверхности или даже перезарядить ее, удается значительно улучшить адгезию к ней битума.

В связи с тем, что введение добавок активаторов в ряде случаев дешевле и технологически проще, чем введение ПАВ, с целью изучения сравнительной эффективности влияния добавок активаторов различного химического состава на адгезионные связи битума с каменными материалами были проведены испытания по оценке сцепления битумов с гранитным щебнем (по методике ГОСТ 11508). В битум вводили добавки 5 мас. % солей различных металлов, относящихся к s-, p- и d-элементу Периодической системы Менделеева.

Исходный битум имел показатель сцепления с гранитом 30% (оценка осуществлялась по величине площади поверхности гранита, на которой остался битум после испытания, в процентах от первоначальной). Показатели сцепления ниже 65% следует считать неудовлетворительными.

Результаты испытаний, полученные при введении солей непосредственно в битум, приведены в табл. 1 и 2: влияние s-элементов на адгезионные свойства битумного вяжущего с гранитом – в табл. 1; результаты введения в битум соединений металлов, относящихся к d-элементам, – в табл. 2.

Как видно из данных табл. 1, введение в битум солей металлов, относящихся к s- элементам, не позволяет получить хорошие показатели адгезионных свойств.

Испытания, проведенные с соединениями металлов, относящихся к p-элементам, показали, что их влияние на адгезионные свойства битума не было обнаружено. Так, при испытании битума с добавкой Al_2O_3 показатель сцепления 30%, так же как и у исходного битума. Это, в частности, может быть обусловлено плотной кристаллической структурой оксида алюминия.

Из результатов, приведенных в табл. 1 и 2, следует, что активирующая способность солей металлов, относящихся к d-элементам, связана с их показателем степени окисления (Me^{n+}) в соединении.

Наибольший эффект дают активаторы на основе солей металлов со степенью окисления +3 и +4. Следует отметить, что не только показатель (Me^{n+}) оказывает влияние на активирующую способность химических соединений, но и особенности строения молекул. Например, добавка серноокислого цинка обеспечила повышение показателя сцепления битума с гранитом до 95%, тогда как добавки оксидов цинка и циркония (также относящихся к d-элементам) никак не повлияли на исходно плохое сцепление битума с гранитом (показатель сцепления 30%).

Анализ данных табл. 2 показывает, что адгезия вяжущего к щебню кислой природы при введении в битум соли нитрата кобальта выше, чем при введении шавелево-кислого марганца. Это объясняется тем, что эффективность действия ионов одной и той же валентности на двойной электрический слой возрастает с увеличе-

Таблица 1

Показатели	s-элементы		
	K	Na	Mg
Химическое соединение	KCl	NaCl	MgO
Степень окисления (Me^{n+}) в соединении	+1	+1	+2
Сцепление, %	70	60	70

Таблица 2

Показатели	d-элементы				
	Ti	Cr	Fe	Mn	Co
Химическое соединение	TiO ₂	CrCl ₃	Fe(NO ₃) ₃	MnC ₂ O ₃	Co(NO ₃) ₂
Степень окисления (Me^{n+}) в соединении	+4	+3	+3	+2	+2
Сцепление, %	100	100	95	30	65

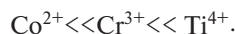
нием радиуса иона, при этом толщина двойного электрического слоя и число противоионов в диффузном слое определяются специфической адсорбционной способностью ионов, обусловленной их поляризуемостью и гидратацией.

Аналогичный результат был получен и при исследовании модифицирующих добавок сульфатов меди и цинка. Адгезионные свойства вяжущего улучшаются в большей степени при введении в битум Zn^{2+} , что объясняется увеличением радиуса атома в ряду:



Если противоионы обладают различной валентностью, то толщина диффузного слоя и число противоионов в адсорбционном слое определяются главным образом валентностью противоионов и, следовательно, обуславливаются электростатическими силами. Диффузный слой тем тоньше и электрокинетический потенциал ζ тем ниже, чем больше валентность противоионов.

В соответствии с этим находятся экспериментальные результаты, приведенные в табл. 2. Адгезионные свойства вяжущего тем лучше, чем выше валентность вводимого в битум металла:



Такие многовалентные ионы втягиваются в адсорбционный слой как из-за сильных электростатических взаимодействий, так и из-за большой адсорбируемости, связанной с поляризуемостью таких ионов.

Следует отметить, что использование эффективных активаторов при введении в битум даже в весьма малых количествах дает ощутимое улучшение показателя сцепления. Так, при введении оксида титана или сернокислого цинка в количестве 2% от массы битума показатель сцепления составил 90% и 80% соответственно.

Дополнительно были проведены испытания с предварительной обработкой поверхности гранита водными растворами солей (использовали двухмолярный раствор) до смешения гранита с битумом, которые показали, что этот способ обработки минеральной поверхности не позволяет улучшить показатели сцепления гранита с битумом.

Полученные данные опираются на относительно небольшое количество испытанных в качестве активаторов химических соединений. Для более полного анализа влияния типа металла и строения химических соединений необходимы более детальные исследования, которые позволят выявить наиболее эффективные активаторы, улучшающие показатель сцепления битума с поверхностью каменных материалов.

Список литературы

1. Руденский А.В. Дорожные асфальтобетонные покрытия. М.: Транспорт, 1992. 254 с.
2. Абрамзон А.А. Поверхностно-активные вещества, Л.: Химия, 1981. 304 с.
3. Лысихина А.И. Применение поверхностно-активных и других добавок при строительстве асфальтобетонных и подобных им дорожных покрытий. М.: Авто-трансиздат, 1957. 56 с.
4. Унгер Ф.Г., Андреева Л.Н. Фундаментальные аспекты химии нефти. Новосибирск: Наука, 1995. 187 с.
5. Де Бройн Н.А., Хувинк Р. Адгезия. М.: ИЛ, 1954. 584 с.
6. Руденский А.В. — Оценка адгезионных свойств битумов ультразвуковым методом // Автомобильные дороги. 1994. №12. С. 21–22.
7. Воюцкий С.С. Курс коллоидной химии. М.: Химия, 1975. 512 с.



Реклама

ВИНТОВЫЕ КОНВЕЙЕРЫ

ШЛЮЗОВЫЕ ЗАТВОРЫ

Стоимость - от 3600 руб/м/п. Производительность - от 0,1 до 78 м³/ч.

Индивидуальные решения в короткие сроки и складские позиции по благоприятным ценам. Выезд специалистов, проектирование, монтаж, обслуживание.

ПРЕДПРИЯТИЕ «ТЕХПРИБОР» -

МИРОВОЕ КАЧЕСТВО ПО ОТЕЧЕСТВЕННОЙ ЦЕНЕ!

МП «Техприбор», Тульская обл., г. Щекино, ул. Пирогова д. 43
8 (48751) 4-87-27, 4-08-69; www.tpribor.ru; e-mail: manager@tpribor.ru

ДеФшов

ДеФшов

14 лет в транспортном строительстве

Более 11 км смонтированных деформационных швов ThormaJoint



настоящие ШВЫ ThormaJoint

из материалов разработчиков (Prismo Ltd)



111123, г.Москва
 Электродный проезд, д.8А, оф.19,23
 Контактные телефоны:
 тел/факс: (495)644-17-90
 E-mail: defshov_pto@mail.ru, www.defshov.ru

УДК 351.811.112

С.В. ОВСЯННИКОВ, директор ООО «ДЕФШОВ» (Москва)

Щебеночно-мастичные деформационные швы мостовых сооружений

Деформационные швы мостовых сооружений — важные элементы проезжей части, обеспечивающие плавный и безопасный проезд транспортных средств. Проезжая часть мостов находится в тяжелых условиях эксплуатации. На нее непосредственно воздействуют внешние и внутренние влияющие факторы различной природы. Проезжая часть в большей степени, чем собственно пролетные строения, прогревается летом и имеет более низкую отрицательную температуру зимой, подвергается большому количеству колебаний температуры с переходом через 0°C. Покрытие проезжей части, а также деформационные швы во время гололеда обрабатывают противогололедными реагентами, как правило, на основе хлоридов, на них постоянно воздействуют значительные нагрузки.

Деформационные швы и узлы сопряжения с тротуарами, бордюром и конструктивными слоями проезжей части — наиболее уязвимые места мостового (ездового) полотна. В швах сосредотачиваются линейные деформации пролетных строений, что сопровождается суще-

ственным повышением напряжений в элементах, появлением в материале значительных деформаций, а также

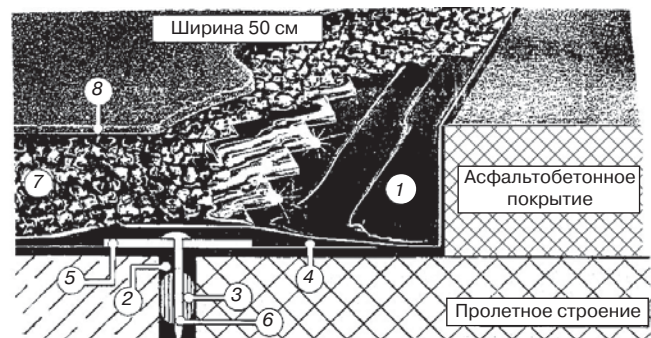


Рис. 1. 1 — штраба; 2 — заполненный зазор стыка; 3 — уплотнитель зазора; 4 — первый слой битумно-полимерного вяжущего; 5 — перекрывающая полоса; 6 — фиксатор; 7 — щебень, обработанный битумно-полимерным вяжущим; 8 — битумно-полимерное вяжущее с посыпкой щебнем



Рис. 2. Подготовка поверхности штрабы

сложными кинематическими взаимодействиями различных элементов конструкций между собой. Швы должны удовлетворять нормативам надежности, долговечности, а также эстетическим, технологическим и эксплуатационным требованиям.

Требования надежности и долговечности направлены на обеспечение возможности перемещения концов пролетных строений без перенапряжения и повреждения элементов деформационных швов и пролетных строений; водо- и грязенепроницаемости (исключение попадания воды и грязи на торцы балок и опорные площадки); работоспособности в заданных диапазонах температуры; надежности анкеровки в пролетном строении и сопряжений с конструктивными слоями мостового полотна; предотвращения проникания влаги (надежность гидроизоляции); устойчивости материала конструкций к износу, удару и истиранию от действия транспортных нагрузок; невосприимчивости поверхности материалов к солнечным лучам, нефтепродуктам, солям, а также стойкости к воздействию льда, снега, песка.

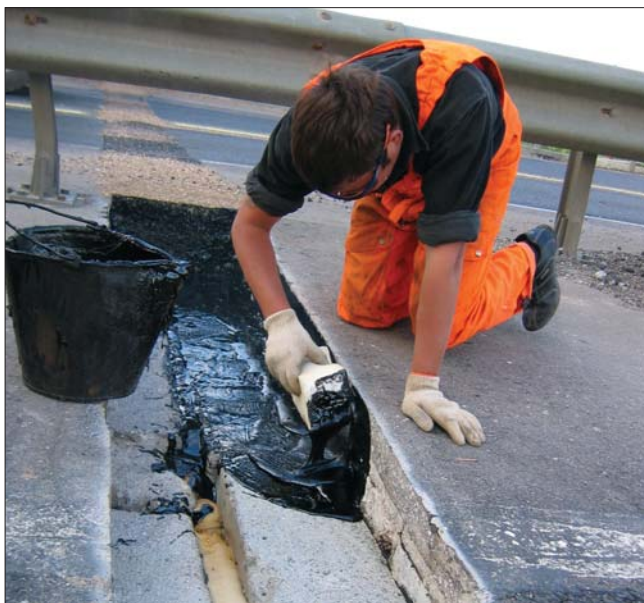


Рис. 4. Распределение мастики после установки заполнителя



Рис. 3. Разогрев штрабы инфракрасной горелкой

В соответствии с требованиями по эксплуатационным свойствам конструкции деформационных швов должны обеспечивать плавный проезд транспортных средств; исключать стук, слышимый с мостового полотна, и противостоять вибрации; соответствовать условиям безопасности (исключать буксование, прокалывание шин); обеспечивать возможность осмотра и ухода, а также наращивания конструкций деформационного шва при укладке дополнительного слоя асфальтобетонного покрытия в процессе эксплуатации.

Технологические требования направлены на обеспечение простоты изготовления, монтажа и замены элементов; максимальной заводской готовности конструкций швов; максимального количества стандартных деталей или узлов (унификации), минимальной стоимости.

Недостатки применяемых конструкций деформационных швов объясняются недостаточной изученностью работы швов в пролетном строении, отсутствием методов расчета их конструкций и обоснованных критериев назначения допустимых перемещений, отсутствием



Рис. 5. Распределение вяжущего и каменного материала

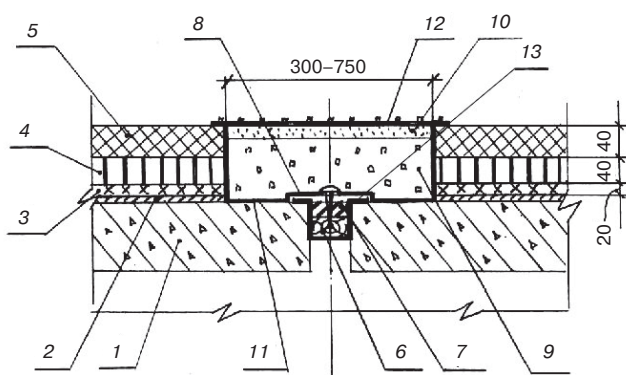


Рис. 6. Конструкция деформационного шва (с литым асфальтобетоном): 1 – пролетное строение; 2 – выравнивающий слой; 3 – гидроизоляционная мастика по сетке Hatelit; 4 – асфальтобетон А, Б (защитный слой); 5 – литой асфальтобетон, тип I, II; 6 – уплотнитель зазора; 7 – герметик; 8 – перекрывающая полоса; 9 – щебень, обработанный битумно-полимерным вяжущим; 10 – смесь битумно-полимерного вяжущего со щебнем; 11 – битумно-полимерное вяжущее; 12 – битумно-полимерное вяжущее с посыпкой щебнем; 13 – скоба

четких данных о характере взаимодействия движущегося автомобиля с конструкцией шва и об усилиях, передаваемых на него, и т.д. В этой связи изучение работы конструкций деформационных швов и разработка основ их проектирования, а также изучение опыта эксплуатации лучших вариантов конструкции швов приобретают большое значение.

Для малых перемещений разработаны мастичные швы до 50 мм на мостовых сооружениях с применением современных конструкций и композиционных материалов. В практике широко применяют щебеночно-мастичные деформационные швы, конструкция которых приведена на рис. 1.

Наиболее распространенная конструкция щебеночно-мастичных деформационных швов (ThormaJoint) разработана английской фирмой Prismo и относится к группе закрытых швов, в которых перемещение реализуется за счет деформации материала, перекрывающего деформационный шов. ThormaJoint представляет собой конструкцию деформационного шва, предназначенную для перекрытия зазора между пролетными строениями, восприятия и обеспечения продольных и угловых перемещений в надпорных сечениях и над шарнирными соединениями пролетных строений автодорожных мостовых сооружений.

Такая конструкция подвижна во всех направлениях, она обеспечивает продольные, поперечные и вращательные перемещения. Также обеспечивается непрерывность проезжей части, вследствие чего отсутствуют толчки и стук при проезде транспортных средств через деформационный шов; конструкция водонепроницаема; за счет применения материалов для перекрытия деформационного шва, подобных асфальтобетону, не изменяется характер движения через шов. Конструкция шва не требует специального содержания, отличного от содержания покрытия проезжей части; она может быть легко заменена в процессе эксплуатации при возникновении дефектов. При устройстве конструкции шва движение может быть открыто практически сразу после завершения строительных работ.

При приложении статической или динамической нагрузки поверхность деформационного шва принимает предлагаемую ему форму (протектора колеса транспортного средства). Мастичная смесь обладает свойствами самовосстановления и самозаживления при разрезах и проколах. После снятия нагрузки начинает восстанавливаться первоначальная горизонтальная форма, напряженно-деформированное состояние и внутренняя структура деформационного шва.

Конструкции ThormaJoint применяют минимальной толщиной 70 мм. Оптимальная ее толщина 100–140 мм, максимальная – до 250 мм. В зоне тротуаров применяют аналогичную конструкцию шва.

Технология устройства конструкции ThormaJoint включает этапы, представленные на рис. 2–5:

- конструкцию шва устраивают после выполнения всех слоев дорожной одежды;
- технология устройства конструкции ThormaJoint предусматривает использование горячего вяжущего, разогреваемого в кохере (термомиксере), и разогретого до такой же температуры щебня (170–190°C);
- штраба прорезает слой гидроизоляции вместе с защитным слоем, шов устанавливается на плиты пролетного строения;
- зазор между торцами пролетных строений перекрывают стальными полосами;
- горячий щебень укладывают послойно (2–4 см), проливают горячим вяжущим, перемешивают;
- верхний слой (25 мм) делают из приготовленной в мешалке смеси и уплотняют.

ООО «ДЕФШОВ» занимается освоением и массовым внедрением материалов и технологий фирмы Prismo.

Специалистами ООО «ДЕФШОВ» разработаны рекомендации, которые содержат сведения о технологии устройства деформационных швов, требования к оборудованию, инструменту, материалам и контролю качества работ, требования по технике безопасности. Они касаются особенностей конструкции и устройства деформационных щебеночно-мастичных швов малых перемещений, рекомендуемых к применению на мостовых сооружениях, имеющих перемещения в деформационном зазоре с амплитудой до ± 25 мм [1].

Рекомендации обобщают зарубежный и отечественный опыт, а также опыт устройства деформационных щебеночно-мастичных швов на основе битумно-полимерных вяжущих в Москве и различных регионах страны, в частности в Саратовской области при сооружении мостового перехода через Волгу у с. Пристанное, а также на ряде других мостовых сооружений. В [1] учтены материалы методических документов ведущих организаций, занимающихся разработкой и устройством деформационных швов, в том числе разработанные под руководством канд. техн. наук И.Д. Сахаровой материалы: «Руководство по применению и монтажу конструкции деформационного шва системы ТормаДжойнт в проезжей части автодорожных мостовых сооружений» (М.: СоюздорНИИ, 1998) и «Руководство по устройству дренажа на проезжей части мостовых сооружений» (М.: СоюздорНИИ, 1997). Конструкция щебеночно-мастичного деформационного шва в сопряжении с литым асфальтобетоном, реализованная на мостовом переходе через Волгу в Саратовской области и успешно эксплуатируемая около 10 лет, представлена на рис. 6.

Практика эксплуатации деформационных швов, устроенных в последние десять лет ООО «ДЕФШОВ», показала, что минимальная толщина шва не должна быть меньше 120 мм, а оптимальная составляет 150 мм. Движение после устройства швов ThormaJoint можно открывать сразу после остывания материала специального шва, т. е. через 5–8 ч. Скорость монтажа швов 8 м за смену. Такие швы не требуют ухода.

Литература

1. Жилин С.Н., Кочетков А.В., Овсянников С.В., Овчинников И.Г. Рекомендации по устройству деформационных швов мостовых сооружений на основе композиционных материалов. М.: Росдортех, 2003. 180 с.

В.В. ВОЛКОВ, канд. физ.-мат. наук, Д.Е. БАРАБАШ, канд. техн. наук,
Военный авиационный инженерный университет (г. Воронеж)

Совершенствование методов оценки эксплуатационного состояния дорожно-мостовых габрионных конструкций

Динамичное развитие современного общества невозможно представить без наличия транспортной инфраструктуры. От уровня развития транспортных сетей зависит повышение конкурентной способности товаров отечественных производителей, улучшение качества жизни россиян, укрепление национальной безопасности и устойчивый экономический рост в целом. Высокая плотность населения в западной части и наличие значительных запасов сырьевых ресурсов в малонаселенных областях России обуславливают стратегическое значение автомобильных дорог. Основными элементами автодорожной инфраструктуры являются собственно дороги и разнообразные транспортные сооружения: мосты, трубы, путепроводы, эстакады, тоннели. В большинстве своем эти объекты имеют значительную протяженность при относительно малой ширине, что предопределяет приоритетность изучения вопросов их устойчивости, особенно при возведении в насыпях.

По мере развития транспортной сети происходит ее постепенное уплотнение, приводящее к усложнению маршрутов пролегания дорог и мест расположения транспортных сооружений. Под дорожные трассы отчуждают земельные участки, непригодные для строительства жилья, промышленных объектов и культивации. Зачастую эти участки отличаются неблагоприятными гидрогеологическими условиями, особенно в периоды осенне-весенней распутицы, что приводит к интенсивному увлажнению дорожных оснований и, как следствие, к сокращению сроков безопасной эксплуатации участков дороги.

Мероприятия по отводу влаги из дорожных оснований трудоемки и требуют значительных материальных затрат. В связи с этим указанные мероприятия применяются только при надлежащем технико-экономическом обосновании, тщательном анализе инженерно-геологической и гидрогеологической обстановки.

В последнее десятилетие одним из альтернативных способов решения задач по развитию транспортных сетей в условиях неблагоприятных с точки зрения устойчи-

вости оснований является использование матрасов Рено, или габрионов. С их помощью в сжатые сроки возводят подпорные стенки, высокие насыпи дорог, мостов и других транспортных сооружений на участках с неустойчивыми, переувлажненными и пучинистыми грунтами [1].

Габрионы с успехом применяют при устройстве армированных конструкций, укреплении и стабилизации грунтов, армировании дорожного полотна, реализации различных биоинженерных решений.

Для наполнения габрионов используют каменный материал с физико-механическими характеристиками, соответствующими функциональным требованиям и обеспечивающими заданный срок службы сооружения. Для обеспечения наиболее плотной упаковки используют различные фракции каменного материала, при этом крупные фракции выкладывают по периметру короба, а мелкие закладывают внутрь.

В строительстве дорог наиболее часто используют коробчатые габрионы с размерами, м: 1×1×2; 1×0,5×2; 1×0,25×2.

Отличительной особенностью габрионных конструкций является их высокая эффективность при защите грунтов от эрозии и их стабилизации в условиях высокой влажности. Пористая структура габрионов обеспечивает основаниям сооружений качественный дренаж при сохраненной несущей способности основания в целом.

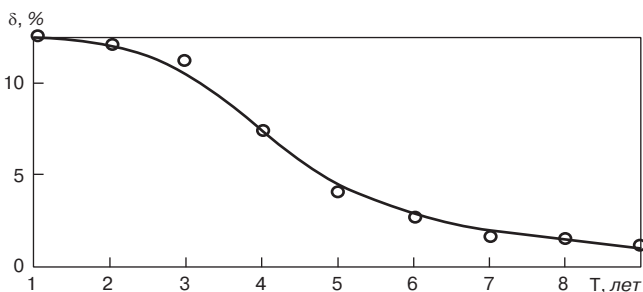


Рис. 1. Изменение эффективного сечения дренажа габриона в зависимости от срока эксплуатации

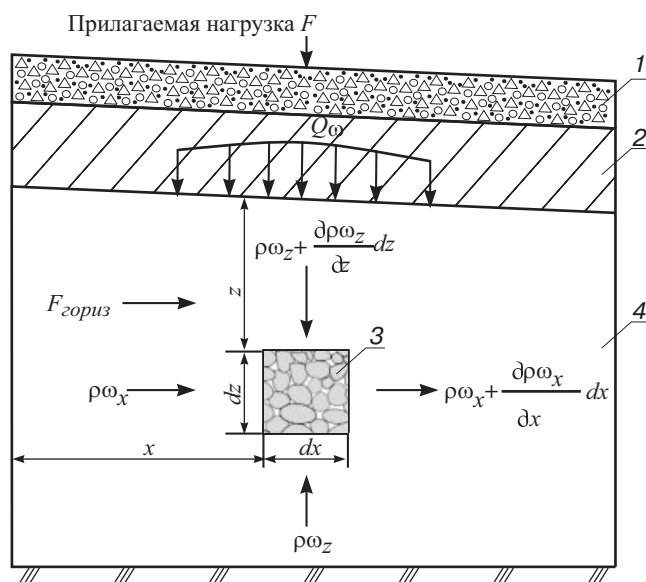


Рис. 2. Графическая интерпретация модели устойчивости массива габриона: 1 – дорожное покрытие; 2 – уплотненное искусственное основание; 3 – габрион; 4 – грунт естественного залегания

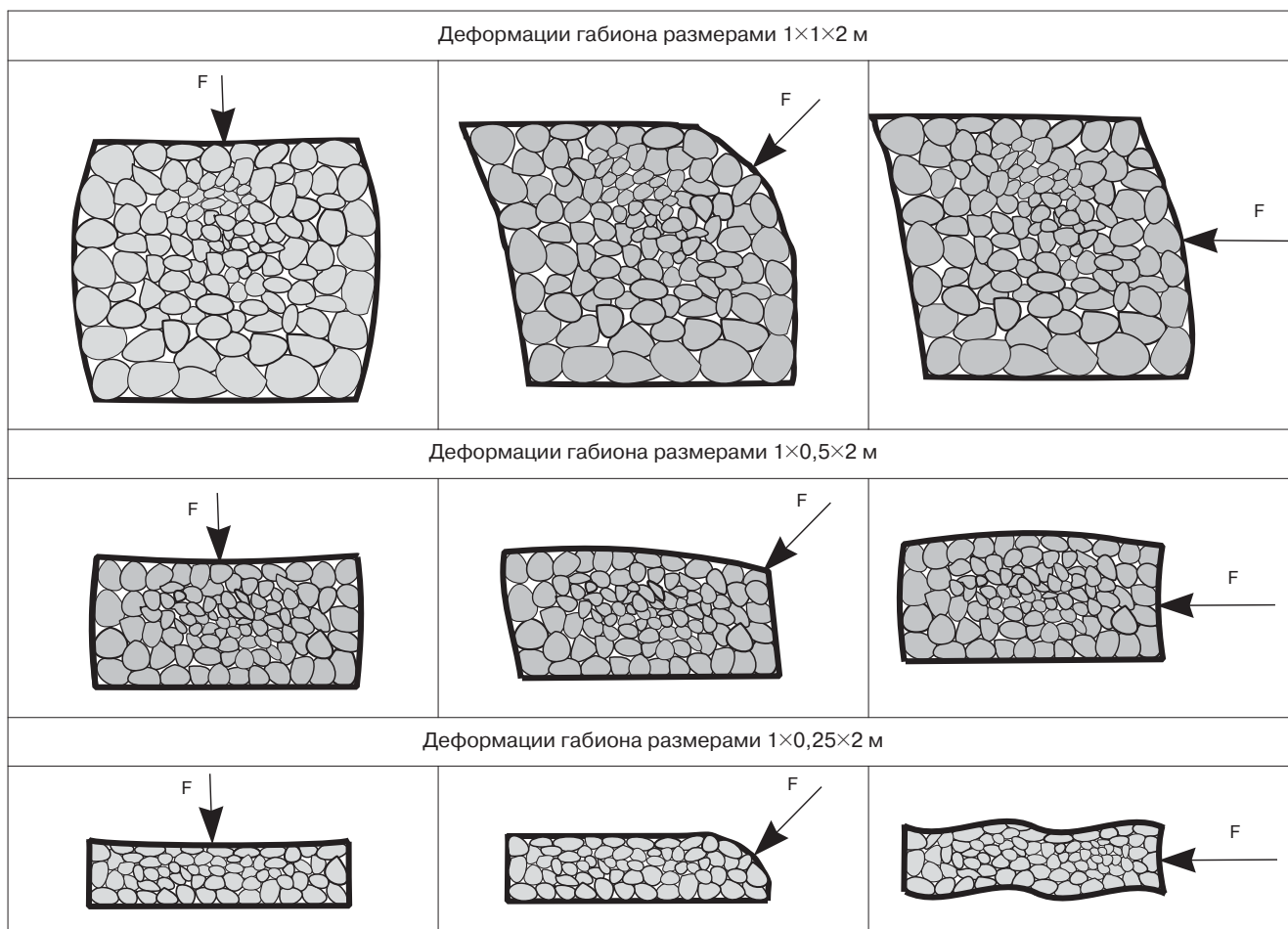


Рис. 3. Деформации, характерные для различных типов габионов под действием направленных нагрузок (F)

Высокая проницаемость габионных конструкций уменьшает гидростатические нагрузки на всю конструкцию и тем самым увеличивает ее надежность. Подошва конструкции практически неподвержена размыту и суффозии грунта. Вместе с тем высокая пропускная способность габионов порождает серьезную проблему, связанную с заиливанием пустот наносным материалом. С одной стороны, наносные частицы, аккумулируясь в пустотах габиона, выполняют роль связующего, способствуя повышению его прочностных свойств. С другой — эти же частицы при увлажнении выступают как смазка, снижая сцепление каменного материала и соответственно устойчивость габиона в целом.

Количество наносного материала в пустотах габиона может достигать 10 об.%, причем наиболее заиленными оказываются нижние слои, содержащие крупные фракции камня.

Длительная эксплуатация габионов в сложных гидрогеологических условиях показывает, что с течением времени происходит уменьшение эффективного сечения (δ) дренажа габиона.

Обобщенные результаты длительных исследований в указанном направлении во II дорожно-климатическом районе приведены на рис. 1.

Установлено, что большинство габионов после 4–5 лет эксплуатации заиливается и заполняется обломочным материалом, что приводит к переупаковке наполнителя и смещению центра тяжести конструкции в целом.

Наличие диффузионных процессов, переход температуры окружающего воздуха и всей конструкции через 0°C определяют неоднозначность реакции габиона на внешнее воздействие и трудность прогнозирования его надежности.

Определение эксплуатационного состояния отдельного взятого габиона и габионной конструкции в целом является трудоемкой задачей, которая в настоящее время заключается только во внешнем осмотре конструкции. Сезонность осмотров снижает достоверность полученных данных о надежности возведенной конструкции. А определение таких параметров, как связанность каменного материала, степень заиленности, возможно лишь при извлечении габиона из конструкции. Отсутствие ранней диагностики эксплуатационного состояния габионной конструкции и несвоевременное принятие мер по восстановлению ее работоспособности могут привести к аварийному режиму работы дорожных сооружений.

В связи с тем, что надежных методик установления эксплуатационного состояния габионов в настоящее время нет [1], была разработана математическая модель устойчивости габионной конструкции в целом, основанная на уравнении движения жидкости в нерегулярной среде с учетом диффузионного фактора, возникающего в процессе эксплуатации [2]. Графическая интерпретация модели показана на рис. 2.

Указанная модель учитывает особенности деформирования отдельных габионов при воздействии многоцикловых нагрузок от транспортных средств. Деформации, характерные для различных типов габионов под действием направленных нагрузок (F), представлены на рис. 3.

Для получения информации об эксплуатационном состоянии габиона и габионной конструкции в целом разработана методика определения параметра связанности каменного наполнителя короба габиона.

В основе разработанной методики лежат положения низкочастотного вибрационного георадиолокационного мониторинга [3]:

– массив габиона состоит из совокупности N элементов, являющихся элементарными радиолокационными отражателями, имеющими в первом приближении эффективную отражающую поверхность δ_{0i} :

$$\sigma_{0i} = \frac{\pi^s \cdot d_i^6}{\lambda^4} \cdot \left| \frac{m_i^2 - 1}{m_i^2 + 2} \right|, \quad (1)$$

где d_i – диаметр i -го элемента габиона; m_i – комплексный коэффициент преломления электромагнитных волн каменным материалом; λ – длина зондирующей волны при геомониторинге;

– каждый элемент габиона создает элементарный отраженный сигнал:

$$U(t) = \sum_{i=1}^{N(t)} a_i \cdot K_{осл i} \cdot S(t - t_i, \xi_i), \quad (2)$$

где a_i – коэффициент, учитывающий отражающие свойства частицы и расстояние до нее; $K_{осл}$ – коэффициент ослабления электромагнитной энергии при распространении зондирующей волны; t_i – время запаздывания отраженного сигнала от i -го элемента габиона; ξ – совокупность случайных параметров, определяющих свойства отраженного сигнала (поляризации и т. д.); $N(t)$ – число элементов, сигналы которых суммируются в момент времени t ;

– длительность сигнала $U(t)$ определяется протяженностью габионной конструкции в направлении распространения зондирующего импульса;

– изменение спектральных характеристик колебательного движения материала при приложении импульсного низкочастотного сигнала влияет на параметры отраженного георадиолокационного сигнала.

Измеряя указанные параметры, можно определить взаимосвязь структуры габиона и на этой основе проводить раннюю диагностику конструкции и оценивать ее эксплуатационное состояние. Применительно к решаемой задаче семиинвариант λ_l одномерного распределения процесса $U(t)$ будет определяться выражением [4]:

$$\lambda_l = \langle n_l \rangle \cdot \frac{\sqrt{\pi^5}}{\lambda^2} \cdot \int_{r_{min}}^{r_{max}} r^{3l} \cdot W(r) \cdot dr \cdot \int_{m_{min}}^{m_{max}} \left| \frac{m^2 - 1}{m^2 + 2} \right|^{2l} \cdot W(m) \cdot \frac{c}{m} \cdot \int_{R_{min}}^{R_{max}} \frac{l^{-2Rl}}{2R^{2l}} \cdot W(R) \cdot dr \cdot \int_{-\infty}^{\infty} S^l(t) \cdot dt, \quad (3)$$

где $\langle n_l \rangle$ – среднее число сигналов, пришедших в точку приема; r_{max} , r_{min} – максимальный и минимальный радиусы отражающих элементов габиона; $W(r)$ – функция распределения по размерам элементов габиона; $W(m)$ – функция распределения по коэффициенту преломления электромагнитных волн каменных материалов габиона; $W(R)$ – функция распределения расстояний до элементов габиона; $S^l(t)$ – огибающая l -го процесса.

На основе анализа семиинварианта $\lambda_l = M_l$ можно сделать вывод о средней вибрационной скорости движения элементов в габионе; величина $\lambda_2 = M_2 - M_1^2$ характеризует степень связанности наполнителя габиона; величина $\lambda_3 = M_3 - 3M_1M_2 + 2M_1^3$ отражает изменение плотности распределения элементов по сечению радиолокационного луча, зондирующего габион; величина $\lambda_4 = M_4 - 3M_2^2 - 4M_1M_2 + 12M_1^2M_2 - 6M_1^4$ характеризует отклонение распределения колебаний доплеровских частот при вибрации элементов; этот параметр непосредственно связан с эффективным сечением дренажа габиона.

В указанных соотношениях $M_1 - M_4$ – моменты статистических распределений.

Время эксплуатации габиона Т, лет	Коэффициенты характеристического уравнения			
	λ_1	λ_2	λ_3	λ_4
1	3,21	16,89	873,7	3149
2	3,22	17,74	875,2	3067
3	3,18	17,06	887,7	2778
4	3,07	15,63	911	2375
5	2,82	12,65	946,2	1695
6	2,47	8,96	965,7	1017
7	2,27	5,91	977,2	656
8	2,18	3,65	981,4	462
9	2,16	2,13	986,3	377

Экспериментальные исследования позволили установить зависимость между отклонением распределения колебаний доплеровских частот при вибрации элементов λ_4 и эффективным сечением дренажа габиона δ :

$$\delta = \lambda_4 / Pk, \quad (4)$$

где $Pk \approx 2,5 \cdot 10^4$ – эмпирический коэффициент, характеризующий особенности используемой георадиолокационной системы.

В таблице приведены результаты длительных измерений указанных инвариант в высокой насыпи, эксплуатирующейся во II дорожно-климатическом районе.

Приведенные данные отражают динамику процесса изменения исходных характеристик габиона. Наиболее показательными в этом отношении являются параметры λ_2 и λ_4 . Так, через 9 лет эксплуатации значение λ_2 снизилось в 8 раз, а значение λ_4 практически в 10 раз, что дало основание для проведения ремонтно-восстановительных работ.

В комплект измерительного оборудования входят: излучатель низкочастотного сигнала, генератор вынужденных колебаний, георадар и анализирующее устройство. Указанный комплект отличается малыми габаритами и массой. Проведение контрольных замеров возможно в любых погодных условиях при наличии свободного доступа к габионам.

Использование предложенной модели устойчивости габионной конструкции и связанной с ней методики оценки эксплуатационного состояния позволяет оперативно оценивать изменения характеристик дорожных сооружений в различных климатических условиях и значительно снизить затраты на проведение ремонтных работ.

Список литературы

1. *Перевозников Б.Ф.* Научно-технический обзор методов расчета и проектирования дорожно-мостовых габионных конструкций и сооружений: М.: Союздорпроект. 2000. 126 с.
2. *Замышляев Б.В., Евгерев Л.С.* Модели динамического деформирования и разрушения грунтовых сред. М.: Наука, 1990. 215 с.
3. *Кляцкин В.И.* Распространение электромагнитных волн в случайно-неоднородной среде как задача статистической математической физики // Успехи физических наук. Т. 174. № 2. 2004. С. 177–195.
4. *Волны в случайно-неоднородных средах.* М.: Наука, 1977. 177 с.

УДК 666.964:691.327

А.П. ЛУПАНОВ, канд. техн. наук, директор ООО «Дорэксперт»;
С.Ф. БАЛАШОВ, канд. техн. наук, ведущий научный сотрудник «СоюздорНИИ»;
А.С. СУХАНОВ, инженер, зам. директора ООО «Дорэксперт» (Москва)

Влияние асфальтового гранулята на уплотняемость и водостойкость асфальтобетона

Проведение дорожно-ремонтных работ, особенно в городских условиях, связано с фрезерованием старого дорожного покрытия. Только в Москве в процессе ремонтных работ ежегодно образуется более 1,5 млн т отфрезерованного асфальтового гранулята. Полученный гранулят используют, как правило, неэффективно взамен каменных материалов для устройства оснований и покрытий местных дорог. В то же время отечественный и зарубежный опыт показывает, что при рациональном подходе возможно применение старого асфальтобетона как в нижних, так и в верхних слоях дорожных покрытий без снижения эксплуатационных свойств и срока службы. Путем совершенствования технологии переработки старого асфальтобетона можно добиться адекватной замены им части асфальтобетонной сме-

си, несмотря на неоднородность гранулята и отличие состава и свойств его компонентов от свойств заменяемых материалов [1].

Повышение качества асфальтобетона с добавлением асфальтового гранулята может быть достигнуто за счет измельчения агрегатов гранулята с разделением их на фракции, а также за счет введения необходимых добавок. Исследования ООО «Дорэксперт» показали возможность применения для этих целей электромагнитных аппаратов-измельчителей (ЭМИ), где измельчение производится посредством ферромагнитных мелющих тел, вращающихся в переменном магнитном поле [2].

Применение в составах асфальтобетонных смесей асфальтового гранулята, измельченного в ЭМИ, в количестве до 30% обеспечивает экономию мине-

Таблица 1

Материал	Содержание зерен мельче данного размера, мм, %								
	15	10	5	2,5	1,25	0,63	0,32	0,14	0,07
Песок	100	100	94,2	85,2	76,9	56,9	25,7	9,1	4,1
Щебень	100	58	1,9	–	–	–	–	–	–
Отсев от дробления щебня	100	100	98,3	70,6	58	40,8	28	18,4	11,3
Минеральный порошок	100	100	100	100	99,9	99,3	93,6	81,9	70,1
Гранулят измельченный без добавок	100	100	100	100	90,9	74,8	47,8	30,3	21,7
Гранулят измельченный с добавлением ПАВ	100	100	100	100	92,9	76,7	46,6	32,1	23,5

Таблица 2

№ смеси	Содержание компонентов в смесях, % от минеральной части								
	Песок	Щебень	Отсев	Мин. порошок	Асф. гранулят	Битум (сверх 100%)	Госсиполовая смола (сверх 100%)	Мазут (сверх 100%)	Wetfix BE (сверх 100%)
1	32	45	15	8	–	4,8	–	–	–
2	18	45	15	2	20	4	–	–	–
3	18	45	15	2	20	3,8	–	0,05	0,05
4	18	45	15	2	20	3,7	0,1	–	–

Таблица 3

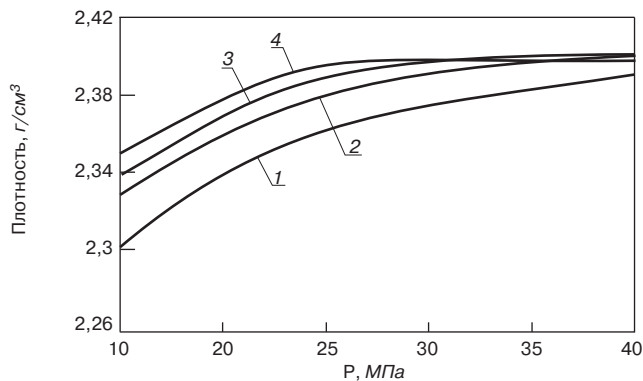
№ состава	Содержание зерен мельче указанного в мм размера, %								
	15	10	5	2,5	1,25	0,63	0,32	0,14	0,071
1	100	81,1	53,7	45,9	41,3	32,3	19,9	12,2	8,6
2	100	81,1	54,6	47,9	42,7	33,3	20,3	12,1	8,2
3	100	81,1	54,6	47,9	43,1	33,7	20,6	12,5	8,5
4	100	81,1	54,6	47,9	43,1	33,7	20,6	12,5	8,5

Таблица 4

Показатели	№ состава и уплотняющая нагрузка, МПа					
	1	2	3	3	4	4
	40	35	30	35	30	35
Водонасыщение, % по объему	2,7	2,8	2,6	2,3	2,5	2,1
Предел прочности при сжатии, МПа, при 20°C	4,1	5,6	5,3	5,5	5,1	5,2
Водостойкость при длительном водонасыщении	0,75	0,72	0,88	0,89	0,86	0,87

рального порошка и битума до 60 и 30% соответственно. В то же время добавление гранулята может отразиться на уплотняемости и водостойкости асфальтобетона [3].

В лабораторных условиях уплотняемость можно оценить на основе определения плотности асфальтобетонных образцов, уплотненных в стандартных формах на гидравлическом прессе при различных нагрузках. Исследования проводили на асфальтобетонной смеси типа Б, марка I, в которой наряду с новыми материалами использовали асфальтовый гранулят, предварительно измельченный в ЭМИ, в чистом виде, а также вводили пластификатор и поверхностно-активные добавки (ПАВ). Зерновые составы материалов смеси приведены в табл. 1.



Зависимость плотности асфальтобетона от уплотняющей нагрузки. Цифры на кривых соответствуют номерам составов смесей

Для оценки уплотняемости готовили четыре смеси, соотношение компонентов в которых было подобрано таким образом, чтобы обеспечить близкие зерновые составы и водонасыщение окончательно уплотненных образцов. При этом в смесь № 1 асфальтовый гранулят не добавляли, а в смеси № 2,3,4 добавляли в количестве 20%. В смесь № 3 добавляли анионную добавку (госси-половую смолу), а в смесь № 4 — катионную добавку Wetfix BE фирмы «Akzo Nobel» с тяжелым мазутным топливом. Содержание компонентов в смесях приведено в табл. 2, а их зерновые составы — в табл. 3.

Перемешивание компонентов смесей № 1 и № 2 без ПАВ проводили при температуре 150–160°C, а смесей с добавлением № 3 и № 4 — при температуре 130–140°C. Уплотнение всех смесей выполняли при температуре

«ДОР ЭКСПЕРТ»



- Контроль качества дорожно-строительных работ с выдачей заключений
- Отбор и испытание образцов (кернов) из дорожных покрытий
- Лабораторные испытания всех видов дорожно-строительных материалов
- Обследование и диагностика автомобильных дорог с целью определения транспортно-эксплуатационного состояния. Оценка ровности качества и сцепления
- Инженерно-техническое сопровождение при строительстве, реконструкции и ремонте автомобильных дорог и городских улиц
- Оказание помощи строительным организациям при проектировании составов асфальтобетонных и бетонных смесей, при внедрении новых материалов и технологий

Тел./факс: (495) 359-5573
e-mail: dorexpert@yandex.ru

109429, г. Москва,
ул. Верхние Поля д. 54 стр. 1

Реклама

100°C прессованием под различной нагрузкой. В уплотненных образцах определяли среднюю плотность. Образцы, плотность которых была близка к максимальной и составила $2,4 \text{ г/см}^3$, испытывали на водонасыщение и водостойкость при длительном водонасыщении. Результаты приведены в табл. 4. На рисунке показана зависимость средней плотности каждой смеси от уплотняющей нагрузки в диапазоне 10–40 МПа. Видно, что образцы всех составов, уплотненные нагрузкой 40 МПа, имеют близкие средние плотности. Близки и соответствующие значения водонасыщения (табл. 4). Более существенные различия наблюдаются в средней плотности образцов, уплотненных меньшей нагрузкой.

Смесь № 1, в которой отсутствовал измельченный асфальтовый гранулят, показала при уплотнении малыми нагрузками существенно меньшую плотность по сравнению с остальными смесями. Смесь № 2 с гранулятом без добавок уплотнялась лучше, чем смесь № 1, но хуже, чем смеси № 3 и № 4 с добавками ПАВ. Улучшение уплотняемости смеси при добавлении гранулята предположительно связано с увеличением количества частиц с более гладкой поверхностью и приобретением окатанной формы после измельчения гранулята в ЭМИ.

Результаты, приведенные в табл. 4, показывают, что применение измельченного гранулята приводит к снижению показателя водостойкости при длительном водонасыщении. Введение адгезионных добавок как анионного типа (госсиполовая смола), так и катионного типа («Wetfix BE» с мазутным топливом) повышает водостойкость и позволяет обеспечить требования ГОСТ 9128 по этому показателю, применяемые к асфальтобетонам марки I.

Проведенные исследования позволяют сделать выводы:

– наличие в составе асфальтобетонной смеси измельченного асфальтового гранулята в количестве 20% не ухудшает ее уплотняемости. Применение добавок ПАВ как анионного, так и катионного типа дает дополнительный эффект в части улучшения уплотняемости смеси;

– применение измельченного асфальтового гранулята приводит к понижению водостойкости асфальтобетона. Введение предложенных анионных и катионных ПАВ позволяет повысить водостойкость и обеспечить требования стандарта, предъявляемые к плотным асфальтобетонам марки I.

Список литературы

1. *Луианов А.П., Балаиов С.Ф., Кириухин Г.Н.* Применение гранулята старого асфальтобетона при производстве асфальтобетонных смесей: Сб. Строительство и эксплуатация дорог. Научные исследования и их практическое применение. Тр. МАДИ, 2006. С. 165–170.
2. *Луианов А.П., Суханов А.С., Кондратьева Т.Н.* Исследование процесса измельчения асфальтового гранулята для вторичного использования // Строит. материалы. 2008. № 5. С. 58–59.
3. *Луианов А.П., Балаиов С.Ф.* Исследование свойств асфальтобетона с добавлением асфальтового гранулята, переработанного в установке электромагнитного измельчения // В сб.: Проектирование, строительство, эксплуатация автомобильных дорог и аэродромов. Труды СоюздорНИИ. М., 2008. С. 150–159.

ОАО Асфальтобетонный завод № 4 «Капотня»

www.abz4.ru



**АСФАЛТ
ХОЛОДНЫЙ АСФАЛТ
ЭМУЛЬСИИ
МАСТИКИ
АСФАЛЬТОВАЯ КРОШКА
БЕТОН
ЩЕБЕНЬ
ПЕСОК
ДОСТАВКА**

Телефоны: 359-75-25, 359-72-00, факс 359-55-20, E-mail: Abz4@abz4.ru

Реклама

Е.А. ДАНИЛЬЯН, канд. тех. наук (savva@nestu.ru),
Северо-Кавказский государственный технический университет (Ставрополь)

Физико-механические свойства литых асфальтобетонов на битумно-полимерном вяжущем

Опыт эксплуатации показывает, что современным условиям при высокой интенсивности автомобильного движения в наибольшей степени отвечают литые асфальтобетонные покрытия, получившие широкое распространение в странах Западной Европы, а в последнее десятилетие и в России [1]. Основными направлениями исследований являются: установление причин возникновения различных повреждений, возможные способы их устранения, а также разработка методов оценки прочности деформационных и технологических свойств литых асфальтобетонов. Одним из дефектов литых асфальтобетонных покрытий является пониженная сдвигоустойчивость при высокой летней температуре. Считается, что главной причиной возникновения сдвигов на покрытиях из литого асфальтобетона является избыток и недостаточная вязкость применяемых битумов в покрытии, а также несовершенство подбора минеральной части.

Одним из сравнительно новых видов асфальтобетона, применяющихся в России и за рубежом, являются литые асфальтобетоны, приготовленные на вяжущих, модифицированных полимерами. Отличительной особенностью таких покрытий является образование более устойчивой молекулярной структуры, исключающей образование избытка вяжущего на поверхности при высокой температуре и эластичность при низкой отрицательной температуре в зимнее время.

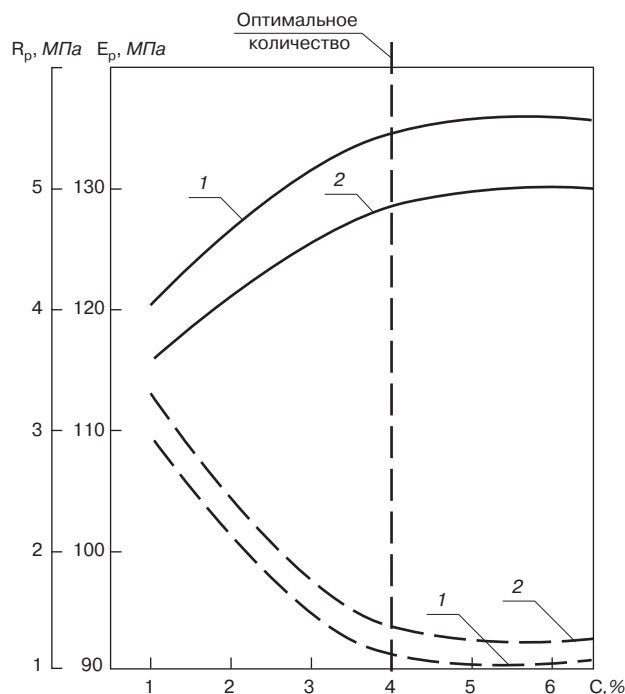
Работы [1, 2] посвящены модифицированию битумов и получению битумно-полимерного вяжущего. При модификации битумов полимерами выделяют 4 группы добавок:

- термопласты (полиэтилен, полипропилен, полиизопрен и др.), которые могут быть разогреты до перехода в вязкотекучее состояние;
- эластомеры (полибутадиен, бутадиен-стирольные синтетические каучуки и др.);
- термоэластопласты (стирол-бутадиен-стирол СБС, сополимер этилена и винилацетата, дивинилстирольный термоэластопласт и др.);
- терморезактивные смолы (эпоксидные, полиэфирные и др.).

Наибольшее распространение в нашей стране и за рубежом получили смеси, приготовленные на битумно-полимерном вяжущем с использованием термоэластомеров. Такие вяжущие обладают важными преимуществами: при температуре выше 80°C, характерной для приготовления и уплотнения асфальтобетонных смесей, они находятся в вязкотекучем состоянии, а при температуре -30 – -60°C проявляют типичные свойства, характерные для эластомеров. Однако опыт применения термоэластопластов типа ДСТ-30 в составе композиционных материалов показал их недостаточную водостойкость и долговечность. В основном приготовле-

ние композиционных вяжущих с использованием дивинилстирольного термоэластопласта предусматривает растворение его в отработанных автомобильных маслах или гудроне при температуре 170–200°C и длительном времени перемешивания [3, 4]. Естественно, при таких режимах происходит испарение масляных фракций, приводящее впоследствии к снижению трещиностойкости материалов. Совмещение данного типа полимера непосредственно с битумом связано с применением дополнительного оборудования, обеспечивающего высокую скорость диспергирования полимера в битуме. Введение в битум ДСТ-30 в виде раствора в ксилоле, сольвенте, керосине также не обеспечивает требуемых эксплуатационных характеристик композиционных материалов. При этом следует учитывать, что перечисленные растворители являются токсичными и взрывоопасными веществами.

Анализ научно-технической литературы показывает, что высокие эксплуатационные показатели достигаются при использовании в составе битумов этиленпропиленовых каучуков [4, 5].



Влияние содержания полимеров С (%) в битуме БНД 60/90 на предел прочности R_p (—) и модуль деформации E_p (-----) литых асфальтобетонов, определяемых при расколе: 1 – БНД 60/90+I В; 2 – БНД 60/90+II А

Таблица 1

Показатели	Свойства вяжущих на основе битума БНД 60/90 с добавлением полимера				
	–	2% полимера марки I A	4% полимера марки I A	2% полимера марки I B	4% полимера марки I B
Пенетрация 0,1 мм при: 25°C, 0°C	$\frac{86}{61-90^*}$	39	31	31	29
	$\frac{25}{>20}$	18	11	11	10
Температура размягчения по КиШ, °C	$\frac{51}{>47}$	62	67	67	73
Температура хрупкости по Фраасу, °C	$\frac{-17}{<-15}$	-26	-31	-29	-38
Температура растрескивания по методу БашНИИ НП, °C	-31	-37	-41	-39	-50
Растяжимость, см, при: 25°C, 0°C	$\frac{69,2}{>55}$	40,4	32,3	36,1	30,2
	$\frac{3,4}{>3,4}$	3,6	4,7	3,7	5,7
Индекс пенетрации	$\frac{+0,4}{-1-+1}$	+0,7	+0,9	+1	+1,1

* Под чертой требования ГОСТ 22245-90 на битум марки БНД 60/90.

Таблица 2

Тип смеси	Стандарт	Содержание частиц < 1 мм, мас. %								
		15	10	5	2,5	1,25	0,63	0,315	0,14	0,071
II	ТУ 400-24-158-89*	15	10	5	2,5	1,25	0,63	0,315	0,14	0,071
		100	81	65	52	44	39	32,5	28,5	22

Таблица 3

Показатели	Свойства при содержании полимера в смеси, %				Требования ТУ 400-24-158-89*
	I A, 2	I A, 4	I B, 2	I B, 4	
Температура перемешивания битума с минеральным наполнителем, °C	200				200-220
Содержание вяжущего в смеси, %	10				–
Пористость минерального остова, % по объему	18				<22
Водонасыщение, % по объему	0,5	0,45	0,4	0,3	<1
Предел прочности при сжатии при 50°C, МПа	1,5	1,6	1,65	1,7	<1
Подвижность смеси при 200°C, см	28	28	30	30	>25
Глубина вдавливания штампа при 40°C, мм	1,2	1,25	1,1	1	1-4
Удобообрабатываемость при 200°C, кг	1,6	1,6	1,5	1,5	3-4
Предел прочности при растяжении при изгибе при 0°C, МПа	8,5	9	9,6	9,65	>6
Модуль упругости при 0°C, ГПа	4,2	4	3,2	2,9	<9
Модуль деформации при расколе, МПа	103,5	95	100	91	–
Предел прочности при расколе, МПа	4,1	4,8	4,7	5,5	–

Этиленпропиленовые каучуки отличаются весьма высокой атмосферо-, морозо-, термо-, трещино- и водостойкостью. Битумно-полимерные композиции с добавлением каучуков СКЭП и СКЭПТ приобретают частично эти же свойства. Однако введение их в битум требует продолжительного перемешивания, вальцевания. Также их вводят в виде 10% растворов в *n*-ксилоле с последующим удалением растворителя [5].

ООО «ТЭП» (Казань) разработаны модифицированные термоэластопласты на основе каучуков СКЭП и СКЭПТ марок IA и IB, быстро совмещающиеся с битумом перемешиванием при 170–180°C. На их основе организовано производство битумно-полимерных кровельных материалов. Представляло значительный интерес определение влияния термоэластопластов (марки IA и IB) на основе модифицированных этилен-пропиленовых каучуков на свойства битумов и литых асфальтобетонов.

Битумно-полимерные вяжущие готовили перемешиванием при 175±2°C в течение 2,5 ч до получения однородного расплава.

Были определены стандартные показатели свойств битумно-полимерных вяжущих, которые характеризуют битумы, а также температура растрескивания по методу БашНИИ НП [6]. Свойства полученных битумно-полимерных вяжущих представлены в табл. 1.

Были приготовлены литые асфальтобетонные смеси с зерновым составом, указанным в табл. 2, при температуре перемешивания минерального заполнителя с битумно-полимерным вяжущим 200°C и изучено влияние содержания полимера на свойства асфальтобетона.

Наряду с определением стандартных прочностных показателей были определены прочность и модуль деформации при расколе при 0°C по специально разработанной методике [7].

Как следует из табл. 1, битумно-полимерные вяжущие имеют повышенные показатели теплостойкости (температура размягчения) и трещиностойкости (температура хрупкости по Фраасу и температура растрескивания). Более эффективным является введение в битум полимера марки IB. Снижение пенетрации и растяжимости вяжущего с введением полимера свидетельствует об образовании пространственной полимерной сетки. Полученное битумно-полимерное вяжущее имеет структуру, отличающуюся от битума [2, 7]. Свойства литых асфальтобетонов, приготовленных на битумно-полимерных вяжущих, приведены в табл. 3.

Анализ данных в табл. 3 показывает, что свойства литых смесей и асфальтобетонов, приготовленных на битумно-полимерном вяжущем, имеют высокие технологические и прочностные показатели при низком водонасыщении. Прочность при сжатии литых асфальтобетонов при 50°C значительно превышает нормативный предел, но изменение содержания полимера от 2 до 4% существенно не влияет на этот показатель. Также незначительные отличия имеют и значения предела прочности при растяжении при изгибе и модуля упругости. То есть можно сказать, что уже при малых концентрациях полимеров в битуме начиная от 2% формируются довольно устойчивые фрагменты пространственной армирующей сетки. Для изучения процесса структурообразования литого асфальтобетона в зависимости от процентного содержания полимера были определены показатели предела прочности и модуля деформации при расколе. Модуль деформации – важный показатель трещиностойкости литых асфальтобетонов. Правомочность использования этого критерия обусловлена тем, что он комплексно учитывает рост напряжений за счет упругих свойств асфальтобетона и их релаксации за счет вязких свойств. Чем больше модуль деформации асфальтобетона, тем ин-

тенсивнее рост напряжений в покрытии и тем больше вероятность трещинообразования в них. Модуль деформации *E* определяется по формуле:

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon} = \frac{2P}{\pi dh} \cdot \frac{d}{\Delta d} = \frac{2P}{\pi h \Delta d},$$

где *P* – нагрузка в момент разрушения; *d*, *h* – диаметр и высота образца; ε – относительная деформация, равная $\Delta d/d$.

Как видно из рисунка, при введении в битум БНД 60/90 более 4% полимера прочность и модуль деформации при расколе практически не изменяются.

Анализируя полученные экспериментальные данные, можно сделать вывод, что растворенный в битуме полимер способствует дисперсному армированию литого асфальтобетона и количество армирующих структур определяет характеристики исследуемого материала.

Используя положения физики фракталов [8], можно считать, что при малых концентрациях полимера (1–2%) свойства структуры в основном определяются свойствами исходного битума, так как отдельные фрактальные кластеры не связаны между собой в единую структуру и дисперсно-армированный асфальтобетон характеризуется неравнопрочностью системы. При повышении содержания полимера от 2 до 4% содержания происходит сближение кластеров и образование сетчатой пространственной системы, позволяющей получить асфальтобетон с высокими деформативными свойствами. С увеличением дисперсного армирования свойства асфальтобетонов будут определяться свойствами вводимых полимеров, следствием чего является стабилизация свойств пленок вяжущего на поверхности минеральных заполнителей, о чем свидетельствует выравнивание зависимостей прочности и модуля деформации при расколе при введении в битум свыше 4% полимера.

Список литературы

1. Гезенцев Л.Б., Питецкий Ю.Н., Скрьльник А.П. Зарубежный опыт устройства дорожных покрытий из литого асфальтобетона. М.: Ортрансстрой, 1976. 29 с.
2. Печеный Б.Г. Битумы и битумные композиции. М.: Химия, 1990. 256 с.
3. Патент РФ № 2122008. МКИ С08L95/00. Способ получения полимерно-битумного вяжущего / Ковальчук Т.Н. – № 6124225/04; заявлено 25.12.1996.
4. Александрова С.Л., Карташевский А.И., Тиракьян В.Е. Влияние каучуков различного типа на свойства битумов и некоторые особенности оценки свойств битумно-каучуковых смесей. В кн. Вопросы производства и качества нефтяных битумов. Труды БашНИИ НП. Вып. XV. 1976. Уфа. С. 124–135.
5. Данильян Е.А., Солдатов А.А. Влияние добавок модифицированного этиленпропиленового термоэластопласта на свойства битума и асфальтобетонов. Ежегодная научная сессия «66-я научно-методическая конференция МАДИ (ГТУ)». М.: МАДИ (ГТУ), 2008. С. 174–182.
6. ТУ 2296-002-02067965–05. Методика определения температуры хрупкости битумов. БашНИИ НП. 1987. 7с.
7. Danilyan El., Tirtishov Yu., Pecheny B., Skorikov S. Influencia de las condiciones de agitacion de lLas mezclas concretoasfalticas sobre las propiedades de los cementos concretoasfalticos. XIV Congreso Argentino De Vialidad Y Transito/Buenos Aires Republica Argentina, 2005. P. 432–441.
8. Носков Д.М., Лукашевич В.Н., Филичев С.А. Дисперсное армирование асфальтобетонных смесей и фракталы // Вестник фонда поддержки вузовской и отраслевой дорожной науки № 2 Раздел: Дороги Сибири/ Омск, 1995. С. 120–123.

Г.А. ПОДРЕЗ, инженер (galina_podrez@mail.ru), А.В. БИТУЕВ, д-р техн. наук, начальник управления ФГУ «Управление федеральных автомобильных дорог на территории Республики Бурятия ФДА» (Улан-Удэ);
 М.Е. ЗАЯХАНОВ, д-р техн. наук, А.Н. МАНГУТОВ, канд. техн. наук, Восточно-Сибирский государственный технологический университет (Улан-Удэ);
 В.С. ПРОКОПЕЦ, д-р техн. наук, Сибирская государственная автомобильно-дорожная академия (СибАДИ) (Омск)

Применение местных эффузивных горных пород для производства асфальтобетонов

В декабре 2006 г. Республика Бурятия победила в конкурсе по созданию особой экономической зоны туристско-рекреационного типа. Создание такой экономической зоны не только туристические услуги, но и дополнительное развитие смежных отраслей – пищевой, сельского хозяйства, производственной инфраструктуры, в том числе дорожной отрасли Бурятии.

В настоящее время автомобильные дороги подвергаются возрастающим нагрузкам из-за резкого повышения интенсивности движения большегрузных транспортных средств и скорости движущихся автомобилей. В России 80–90% дорог по своим транспортно-эксплуатационным характеристикам не отвечают постоянно повышающимся требованиям дорожного движения. Следовательно, возрастает необходимость в применении новых технологий и материалов при строительстве и ремонте автомобильных дорог.

Особенностью дорожных одежд нежесткого типа является то, что их эксплуатационные характеристики в течение всего периода работы автомобильной дороги непрерывно изменяются под действием климатических и эксплуатационных факторов. Климатические и погодные условия воздействуют прежде всего на битумное вяжущее, вызывая его старение и обуславливая возникновение температурных или усталостных деформаций, накопление которых приводит к появлению дефектов и разрушений в виде пластических деформаций и трещин. Транспортная нагрузка ускоряет их развитие. Несвоевременное устранение дефектов покрытия приводит к его дальнейшему, более интенсивному разрушению. Межремонтные сроки нарушаются, в основном из-за нехватки средств. Актуальной задачей является как повышение качества дорожно-строительных материалов, так и понижение затрат на их производство.

Одним из возможных путей обеспечения объектов строительства и ремонта автомобильных дорог Республики Бурятия сравнительно недорогими эффективными материалами является производство и применение асфальтобетонных смесей на основе эффузивных горных пород, широко распространенных на территории Республики Бурятия.

Был изучен вулканический туф одного из месторождений республики, запасы которого составляют более 5 млн м³. Запасы туфа позволят обеспечить все объекты строительства и ремонта автомобильных дорог в данном регионе.

Вулканический туф данного месторождения представляет собой окатанные, неправильной формы зерна темно-серого цвета размерами 0,63–15 мм. Раскол неправильный, со слабошероховатой матовой поверхностью. Структура порфировая, однородная. Текстура пористая, неоднородная.

На первой стадии исследований (испытания от 10.2007 г.) были определены физико-механические свойства туфа (табл. 1) и его зерновой состав (табл. 2).

Химический состав туфа [1] приведен в табл. 3. По химическому составу туфы относятся к кислым вулканическим породам с содержанием кремнезема (SiO₂) в пределах 65–75%.

Целью исследования вулканических туфов является определение возможности применения их в качестве составляющей минеральной части асфальтобетонной смеси, то есть замены щебня на пористый материал.

Таблица 1

Наименование показателей	Значение показателей
Плотность, кг/м ³ : насыпная истинная средняя	929
	2770
	1900
Водопоглощение, %	15,09
Предел прочности при сжатии в воздушно-сухом состоянии, МПа	7,97
Предел прочности при сжатии в водонасыщенном состоянии, МПа	6,87
Массовая доля пылеватых и глинистых частиц, %	0,1
Массовая доля зерен игольчатой и пластинчатой формы, %	не имеет
Пористость, %	31,4
Пустотность, %	51,1
Марка щебня по дробимости в цилиндре	600
Показатель морозостойкости материала	25

Таблица 2

Размер сит, мм	Частные остатки, %	Полные остатки, %	Полные проходы, %
15	0,9	0,9	99,1
12,5	1,2	2,1	97,9
10	4,7	6,8	93,2
5	35	41,8	58,2
2,5	32,9	74,7	25,3
1,25	16,3	91	9
0,63	7,8	98,8	1,2
0,315	0,9	99,7	0,3
0,16	0,2	99,9	0,1
0,071	0,03	99,9	0,1
<	0,1	100	0

Предпосылкой подобного направления могут служить работы, выполненные в СибАДИ [2].

Актуальной задачей является производство новых эффективных материалов на основе местного сырья, то есть расширение местной сырьевой базы. Применение пористых материалов уже подтвердило техническую целесообразность и экономическую обоснованность замены дорогостоящего щебня местным материалом. Туф существенно дешевле привозных заполнителей, на его основе можно производить легкий асфальтобетон, который обладает низкотемпературной трещиностойкостью и низким коэффициентом теплопроводности, благодаря чему он может выполнять еще и теплоизолирующую функцию, что может предотвратить процесс пучинообразования на покрытиях.

При этом понизится себестоимость асфальтобетонной смеси и стоимость ремонта асфальтобетонного покрытия за счет уменьшения затрат на заготовку щебня и затрат на транспортировку асфальтобетонной смеси на объект. Снижение затрат на транспортировку произойдет в связи со значительным понижением массы асфальтобетонной смеси. Очевидно, что использование более дешевых местных строительных материалов принесет существенный экономический эффект.

Вместе с тем туфы обладают высокой битумоудерживающей способностью, что положительно влияет на долговечность покрытия, не происходит преждевременного старения вяжущего в покрытии, повышается его трещиностойкость.

По данным исследователей [3], в лабораторных условиях проведены экспериментальные исследования усталостного разрушения асфальтобетонных образцов. При испытании асфальтобетонных балочек при частоте 50 Гц время нагружения много меньше времени релаксации асфальтобетона, в результате чего в слое асфальтобетона не развиваются изгибающие деформации. Компоненты асфальтобетонной смеси совершают высокочастотные

колебания, различные по фазе и амплитуде, и разрушение происходит за счет выкрашивания минерального материала с последующим появлением трещин в местах образовавшихся пустот. Роль эластичных свойств битума при таком процессе уменьшается, повышается роль адгезии между компонентами асфальтобетона. На основании выявленных механизмов разрушения асфальтобетона для повышения усталостной долговечности асфальтобетонных покрытий рекомендуется верхний слой покрытия устраивать из плотных смесей с высоким показателем сцепления, устойчивых к выкрашиванию, что достигается путем введения в состав асфальтобетона адгезионных добавок. Нижний слой, подверженный в основном воздействию изгибающих деформаций, должен обладать значительной эластичностью и деформативностью, что достигается за счет увеличения содержания вяжущего или введения полимерных добавок. Повышенное содержание битумного вяжущего в смеси необходимо стабилизировать, во избежание стекания и расслоения (сегрегации). Эти процессы можно предотвратить, если при производстве асфальтобетонной смеси в качестве щебня использовать туфы, обладающие высокой битумоудерживающей способностью.

Из результатов испытаний следует, что туфы имеют недостаточную прочность. Пути решения этой проблемы затронуты в работе [4]: важна не столько начальная прочность материала, сколько его водо- и морозостойкость. Менее прочный, но надежный материал можно поместить в нижние слои основания дорожной конструкции, тем самым обеспечив ее продолжительность службы во времени – долговечность. Кроме того, такой материал можно при желании сделать более прочным путем, например добавки различных минеральных вяжущих.

В процессе объединения вяжущего с пористым минеральным материалом вяжущее претерпевает значительные структурные изменения, изменение состава и концентрации различных по молекулярной массе и реакционной способности составляющих битума – масел, смол и асфальтенов, зависящее от температуры, вязкости вяжущего, размера и количества пор пористого заполнителя [5].

Необходимо отметить, что в силу различной дисперсности составляющих битума в микропоры проникают наиболее легкие и менее активные его составляющие – масла и ароматические углеводороды, имеющие размеры, соотносимые с размерами микропор. Асфальтены и смолы не проникают внутрь микропор, а заполняют мезопоры, выполняющие транспортирующую роль для легких углеводородов и масел, и макропоры. То есть происходит избирательная фильтрация масел и ароматических углеводородов внутрь пористого тела, что обедняет вяжущее этими составляющими, и соответственно вяжущее в смеси обогащается наиболее тяжелыми и активными асфальтенами и смолами. Следствие этого обогащения – повышение в 2–4 раза прочностных характеристик и теплостойкости получаемого асфальтобетона, изменение молекулярного состава вяжущего в смеси, повышение его вязкости. Таким образом, имея представление о закономерностях массопереноса вяжущего в пористых заполнителях легких асфальтобетонных, о величине пористости заполнителей и вязкости, концентрации различных составляющих битума, воз-

Таблица 3

Порода	Содержание на сухое вещество, мас. %							
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	CaO	MgO	F ₂ O	ППП
Вулканический туф	70,8	10,8	1,12	1,7	0,4	н/о	6,4	6,59

можно с достаточной уверенностью проектировать оптимальные составы легких асфальтобетонов, регулировать и прогнозировать их физико-механические и эксплуатационные свойства [5].

Кроме того, одной из наиболее перспективных технологий при строительстве и ремонте асфальтобетонных покрытий является применение щебеночно-мастичного асфальтобетона (ЩМА). Данные смеси предназначены для устройства верхних слоев покрытий.

Щебеночно-мастичные асфальтобетонные покрытия характеризуются:

- высоким коэффициентом сцепления;
- сдвигоустойчивостью;
- стойкостью к колееобразованию;
- уменьшением уровня шума;
- долговечностью покрытия.

В таких смесях основную нагрузку несет жесткий каркас из щебня (70–80% по массе), пустоты которого заполнены асфальтовой мастикой. В отличие от традиционного асфальтобетона ЩМА содержит повышенное количество битума (5,5–7,5%), которое препятствует прониканию влаги внутрь слоя, повышает устойчивость к старению, водо-, морозо-, трещиностойкость покрытия [6].

Для увеличения трещиностойкости, теплоустойчивости и повышения износостойкости смесей рекомендуется вводить в них коротковолокнистый минеральный наполнитель в количестве 0,2–0,5 мас. %.

В России и за рубежом используют различные добавки: целлюлозные волокна, хризотил, ANTROCEL, VIATOR, TOPCEL и др. В Сибирском регионе щебеночно-мастичные асфальтобетонные смеси практически не производят из-за отсутствия или высокой стоимости стабилизирующих добавок.

Дальнейшие исследования по определению свойств тупов целесообразно направить на изучение возмож-

ности их применения при изготовлении асфальтобетонной смеси для нижних и верхних слоев покрытий, и использования их в качестве стабилизирующих добавок в щебеночно-мастичную асфальтобетонную смесь.

Список литературы

1. Глуховский В.Д., Цыремпилов А.Д., Рунова Р.Ф., Меркин А.П., Марактаев К.М. Щелочные бетоны на основе эффузивных горных пород. Иркутск, 1991. С. 5.
2. Прокорец В.С., Иванова Т.Л., Поморова Л.В. Способы повышения срока службы асфальтобетонных покрытий: Сб. статей и докладов ежегодной научной сессии Ассоциации исследователей асфальтобетона. М.: Московский автомобильно-дорожный институт (Государственный технический университет), 2007. С. 52–58.
3. Иллиополов С.К., Мардиросова И.В., Углова Е.В. Новый взгляд на старую проблему – долговечность асфальтобетона. // Автомобильные дороги. 2008. №1.
4. Любченко В.А. Некоторые принципы конструирования дорожных одежд из местных материалов: Сб. докладов БГТУ им. В.Г.Шухова: Материалы международного научно-практ. конференции. Ч. IV. Белгород, 2007.
5. Борисенко Ю.Г., Борисенко О.А. Влияние закономерностей массопереноса вяжущего в пористых заполнителях на структурообразование в легких асфальтобетонах. Мат-лы X науч.-техн. конф. Вузовская наука–Северо-Кавказскому региону. СевКавГТУ, 2006. С. 108–112.
6. Стебаков А.П., Кирюхин Г.Н., Гопин О.Б. Щебеночно-мастичный асфальтобетон – будущее дорожных покрытий // Строит.техника и технологии. 2002. Май–июнь.

ООО «СтройТрейдСервис»



ГЕОСИНТЕТИКА ПЕРЕДОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ ЖИЗНИ

- Геосетки
- Георешетки
- Геомембраны
- Геотекстиль

670045, г. Улан-Удэ, ул. Тракторная, 12

ООО «СтройТрейдСервис»

Тел./факс: (3012) 55-17-06

Сот. тел. 8-914-986-59-59

8-914-838-23-10

E-mail: bts_3012@mail.ru

С.В. СКОРИКОВ, канд. техн. наук,
Северо-Кавказский государственный технический университет (Ставрополь);
Б.Г. ПЕЧЕНЬИЙ, д-р техн. наук,
Северо-Кавказский филиал Белгородского государственного технологического
университета им. В.Г. Шухова (г. Минеральные Воды);
В.А. БОРОДИНА, инженер (savva@ncstu.ru),
Северо-Кавказский государственный технический университет (Ставрополь)

Физико-механические и технологические свойства цветных дорожных покрытий на основе эмульгированных вяжущих

Современные требования благоустройства городов требуют применения материалов с высокими показателями по долговечности, разнообразию и яркости расцветок. Тротуарные бетонные плитки в летний и особенно в зимний период по долговечности и яркости расцветки уступают цветным пластбетонам и пластрасформам. В настоящее время в практике дорожного строительства осуществляется устройство цветных покрытий из горячих пластбетонов на основе полимерных смол и пластификаторов или холодных пластбетонов, приготовленных на эмульгированных вяжущих.

Исследования свойств цветных пластбетонов на основе эмульгированного полимерного вяжущего – бутадиенстирольного латекса СКС 65 ГП, поливинилацетатных эмульсий, которые используют для устройства полов, показали их высокие характеристики по прочности и трещиностойкости. Однако по водо- и морозостойкости эти материалы значительно уступают асфальтобетонам, что не позволяет применять их для наружных покрытий [1]. Наряду с этим цветные пластбетоны на поливинилацетатной эмульсии и на бутадиен-стирольном латексе со временем теряют яркость цвета из-за налипания пыли. В СевКавГТУ были изучены цветные горячие и холодные пластбетоны, а также цветные покрытия на

основе эмульсий полимерных смол с пластификаторами с включением крупной фракции цветных заполнителей.

Было изучено три состава смесей для декоративных покрытий.

1. Горячий цветной пластбетон на основе нефтеполимерной смолы

Состав пластбетона, мас. % :

минеральный наполнитель:
белый мрамор фракции 0–5 мм.....90
пигмент красный железистый.....2
вяжущее.....8

Вяжущее состояло из двух компонентов – нефтеполимерной смолы и пластификатора при их соотношении по массе 0,58:0,42 и имело следующие показатели: пене-трация при 25°С–131×0,1 мм; то же при 0°С–26×0,1 мм; температура размягчения по КиШ – 45°С; растяжи-мость при 25°С–61 см; температура растрескивания по методу БашНИИ НП – 28°С; температура хрупкости по Фраасу – 12°С.

Для приготовления пластбетонной смеси мрамор-ный наполнитель нагревали до 180°С и смешивали в течение 4 мин с пигментом, пластификатором и затем

Образцы	Остаточная пористость, %	Водонасыщение, %	Прочность при сжатии, МПа, при температуре, °С			Коэффициент водостойкости		
			50	20	0	кратковре- менной $K_{кр}$	длительной $K_{дл}$	
Пластбетон на мраморе	горячий	2,6	1,8	1,4	4,2	12,4	1	1
	на катионной поли- мерной эмульсии	3,9	3,3	1,1	3,6	9,9	1	1
	нормы по ГОСТ 9128–97	2,5–4,5	1,5–3,5	более 1,2	более 2,2	менее 12	более 0,85	более 0,75
Асфальтобетон на отраденском известняке	горячий	2,8	2,9	1,54	4,9	11	0,89	0,79
	нормы по ГОСТ 9128–97	2,5–4,5	2–4,5	более 0,8	более 2,2	менее 12	более 0,85	более 0,75
Асфальтобетон на отраденском гематите	горячий	2,7	2,8	1,6	5,4	11,3	0,91	0,8
	нормы по ГОСТ 9128–97	2,5–4,5	2,5–4,5	более 0,8	более 2,2	менее 12	более 0,85	более 0,75



Рис. 1. Цветное покрытие тротуара на территории СевКавГТУ из горячего пластбетона

с нефтеполимерной смолой, подаваемыми непосредственно в смеситель асфальтобетонной установки в холодном состоянии или с нагревом пластификатора до 60°C. Такая технология позволила исключить обычно практикующийся процесс приготовления вяжущего в отдельной емкости при 120–140°C с продолжительным выдерживанием его при этой температуре в течение всей работы асфальтобетонной установки. Выдерживание вяжущего при 120–140°C в течение более чем 3–4 ч приводит к его потемнению, что ухудшает цвет пластбетона.

Температура пластбетонной смеси при выходе из смесителя 150–160°C и при перевозке в течение 1 ч понижалась на 5–6°C, что не отразилось на цвете смеси, ее технологичности при укладывании и уплотнении.

Укладку пластбетонной смеси осуществляли вручную в покрытие тротуаров слоем в среднем 3 см. После выравнивания и разглаживания производили уплотнение покрытия ручным, а затем легким моторным катком. Смазку вальцов катка производили смесью воды с дизтопливом. В процессе уплотнения при торможении, поворотах катка и пр. вследствие истирания мрамора, марка которого на дробимость 400, на покрытии появились белые следы. Их можно устранить нанесением растворителей (ксилолов). Первые 1–2 дня окраска покрытия в этих местах несколько отличалась от общего фона. Образования белых следов при уплотнении можно избежать, применяя менее тяжелые катки (ручные) или применяя более прочные белые или цветные заполнители. Общий вид цветного покрытия из горячей пластбетонной смеси, уложенного на тротуаре на территории СевКавГТУ, представлен на рис. 1.

Свойства декоративных пластбетонных и асфальтобетонных представлено в таблице.

Показатели свойств образцов пластбетона высокие (см. таблицу). Особенно высокие показатели водостой-



Рис. 2. Цветное покрытие двора частного дома из пластбетона на эмульгированном вяжущем

кости. После кратковременного и длительного водонасыщения прочность образцов пластбетона не изменилась. Такой закономерности не наблюдали в образцах асфальтобетона на битумах даже с присадками поверхностно-активными веществами (ПАВ).

2. Асфальтобетон на белом известняке Отраденского карьера

В Ставрополе (переулок Электрический) был уложен верхний слой асфальтобетонного покрытия на белом известняковом заполнителе отраденского карьера с непрерывной среднезернистой гранулометрией типа А (ГОСТ 9128–28). Марка заполнителя по дробимости соответствовала 900.

Выбор этого типа гранулометрии был обусловлен стремлением добиться светлого тона покрытия за счет использования в смеси максимального количества крупных фракций. В смеси использовали битум марки БН 130/300 в количестве 5,5%. Для обеспечения высокой водостойкости асфальтобетона на этой марке битума была повышена температура перемешивания смеси со 140 до 200°C. Среднюю полосу покрытия укладывали с помощью асфальтоукладчика, а крайние полосы покрытия укладывали вручную, из-за чего эти полосы получились более пористыми. Уплотнение покрытия осуществляли средним и тяжелым катком.

Свойства образцов асфальтобетона как в покрытии, так и приготовленные в лабораторных условиях, удовлетворительные (см. таблицу).

3. Асфальтобетон на красном гематите Отраденского карьера

На ул. Гоголя в Ставрополе был уложен верхний слой покрытия из асфальтобетона на красном гематите Отраденского карьера. Этот заполнитель отличается низкой прочностью (марка на дробимость 500). Поэтому подбор гранулометрии был основан на применении максимального количества асфальтового вяжущего (смеси битума и минерального порошка), в которое втапливали фракции гематита. Состав минеральной части смеси приближался к прерывистой среднезернистой гранулометрии типа А (ГОСТ 9128–97): 50% фракции 5–20 мм гематита, 30% фракции 0,14–10 мм гематита, 20% минерального известнякового порошка. Содержание битума в смеси 7%. Для улучшения прилипаемости битума к наполнителю в него вводили присадку ПАВ (ингибитор НКБ2–2) в количестве 1%. Температуру перемешивания смеси 190–210°C.

В процессе приготовления смеси на асфальтосмесительных установках были отклонения в гранулометри-

ческом составе, в частности содержание минерального порошка в образцах асфальтобетона, взятых из покрытия, составляло 13–21% вместо 20%, что явилось причиной частичного дробления зерен гематита при уплотнении смеси и повышенной пористости покрытия. Уплотнение покрытия осуществляли средним, тяжелым и виброкатками.

Были также приготовлены цветные пластбетонные смеси на эмульгированном полимерном вяжущем. Состав компонентов в цветной пластбетонной смеси на эмульгированном вяжущем был такой же, как и в горячей пластбетонной смеси. Эмульсию полимерного вяжущего в воде готовили на катионном эмульгаторе БП-4 при его содержании в вяжущем 0,8%. Технологию приготовления цветной смеси осуществляли в следующей последовательности. Готовили эмульсию вяжущего, затем в асфальтосмесительной установке смешивали с пигментом и известняковым заполнителем зернового состава типа Г по ГОСТ 9128–97. Заполнитель с пигментом предварительно увлажняли тремя процентами воды. Перемешивание заполнителя с полимерной эмульсией осуществляли в течение 5 мин, после чего выгружали в транспортное средство. Укладку цветной смеси производили вручную по предварительно выставленным маякам, что позволило выполнить заданные уклоны покрытия. Уплотнение покрытия осуществляли легким и средним катками.

Технология приготовления и укладки цветных пластбетонных смесей на эмульгированных полимерных вяжущих осуществляется при летней температуре, благодаря чему устраиваемые покрытия получаются исключительно ровными и требуемой плотности. Благодаря отсутствию нагрева цветной смеси исключаются процессы окисления и полимеризации вяжущего и его потемнение, что позволяет при меньшем расходе пиг-

ментов добиться высокой яркости расцветок покрытий. Вид цветного покрытия на эмульгированном полимерном вяжущем представлен на рис. 2.

На террасе дома площадью 220 м² по ул. Р. Люксембург в Ставрополе была уложена керамическая плитка с очень гладкой поверхностью.

В зимнее время из-за выпадения снега и образования льда покрытие тротуарной плитки было очень скользким. В летнее время с помощью поверхностной обработки были устроены цветные покрытия дорожек. Для этого на поверхность плитки наносили цветную полимерную эмульсию в количестве 0,8–1 кг/м², после чего наносили красный песок из пегматита Сибайского карьера фракции 0,63–1,25 мм в количестве 10–12 кг/м² и укатывали ручным катком. Процесс укатывания продолжали в течение 2 ч, до испарения воды. На следующий день после непродолжительной укатки излишек песка сметали. Общий вид устроенной цветной дорожки в летнее время представлен на рис. 3, а. В зимнее время при -24°С никаких признаков трещинообразования не было. Благодаря высокой шероховатости покрытия скольжение на дорожке в зимнее время полностью отсутствовало. Общий вид дорожки с цветным покрытием на эмульгированном вяжущем в зимнее время представлен на рис. 3, б.

Таким образом, проведенные исследования показали, что наибольшая эффективность по технико-экономическим и декоративным показателям у цветных покрытий из пластрасов и после поверхностных обработок эмульгированными полимерными вяжущими.

Список литературы

1. Печеный Б. Г. Битумы и битумные композиции. М.: Химия, 1990. 269 с.



Рис. 3. Цветное покрытие из горячего пластбетона, уложенного на площадке из керамической плитки: а – летом; б – зимой



БЕЛГОРОДСКАЯ
ТОРГОВО-ПРОМЫШЛЕННАЯ
ПАЛАТА

БЕЛЭКСПОЦЕНТР



5-7 августа 2009 г.

**У БЕЛГОРОДСКИЙ
СТРОИТЕЛЬНЫЙ ФОРУМ**



Межрегиональная
специализированная
выставка

**СОВРЕМЕННЫЙ ГОРОД
СТРОЙИНДУСТРИЯ**

Т./ф.: (4722) 58-29-51, 58-29-66, 58-29-41
E-mail: belexpo@mail.ru; www.belexpocentr.ru
г. Белгород, ул. Победы, 147-а

А.М. ГРИДЧИН, д-р техн. наук, А.П. КОРОТАЕВ, инженер (sanya-korotaev@yandex.ru), В.В. ЯДЫКИНА, д-р техн. наук, Д.А. КУЗНЕЦОВ, канд. техн. наук, М.А. ВЫСОЦКАЯ, канд. техн. наук, Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

Дорожные композиты на основе дисперсного вспученного перлита

Основы получения высококачественных органоминеральных композитов закладываются на начальном этапе проектирования состава асфальтобетонов – при выборе исходного сырья. Стоит отметить, что в данном процессе экономия материальных и рациональное использование минеральных ресурсов занимают ключевые позиции.

Представленные научные изыскания были выполнены в соответствии с актуальной в последнее время исследовательской темой по изучению пористых минеральных материалов [1, 2] и созданию легких асфальтобетонов на их основе [2, 3]. Тем более что предпосылки для этого имеются. Так, в 2002 г. в г. Старый Оскол Белгородской области начал функционировать новый цех по производству вспученного перлита, пригодного для строительных целей, оснащенный вертикальной печью современной конструкции производительностью 140 тыс. м³ в год. Особенностью установки является работа на узкофракционированном сырье со строго регламентируемым соотношением гранул определенного размера. Хорошо отлаженная технология вспучивания позволила получить минимальное количество пыли, не более 10% с размером частиц менее 0,16 мм [4]. Очевидно, что в области в год образуется около 14 тыс. м³ мелких фракций, относящихся к вспученным перлитовым порошкам, которые при рациональном подходе могут использоваться только для тампонажных растворов.

С этой целью дисперсная часть материала, образующаяся при получении фракционного перлитового сырья, была исследована на возможность ее использования в качестве минерального порошка для пригото-

вления асфальтобетонных смесей для дорожного строительства. Характеристики дисперсного перлитового порошка представлены в табл. 1.

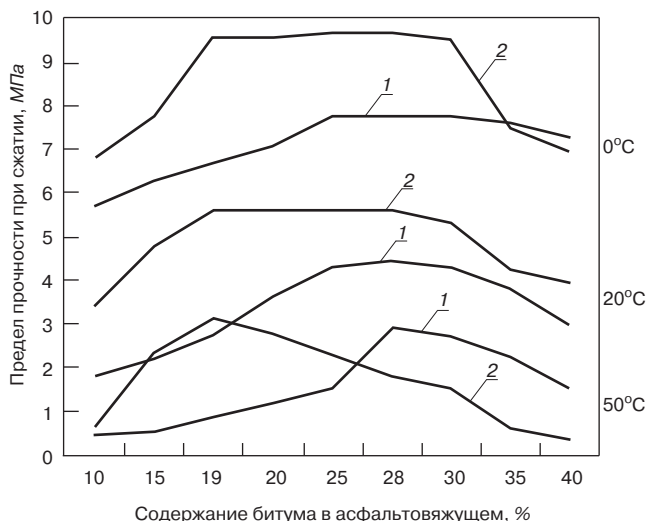
Очевидно, что дисперсный перлит по своим свойствам уступает традиционному известняковому наполнителю, однако он удовлетворяет всем требованиям, предъявляемым к минеральным порошкам марки МП-2 для асфальтобетонной смеси. К достоинствам вспученного перлита следует отнести низкую плотность, стойкость к гниению и характерное внутреннее строение – совокупность тончайших пластинок, разделенных между собой защемленными воздушными слоями. Именно эти показатели оказывают решающее влияние при формировании асфальтовяжущего – важнейшей структурной составляющей асфальтобетонов.

Существует теория, согласно которой к наиболее важным характеристикам асфальтовяжущего относятся оптимальное содержание битума и прочность. При этом прочностные показатели связаны с величиной и активностью поверхности используемых минеральных порошков, а также с размером их зерен. Есть и другая точка зрения [5], по которой только общая площадь контактов частиц минерального остова друг с другом (по которым может включаться в работу наиболее структурированный битум) является главным фактором, определяющим прочность и другие свойства асфальтовяжущего. Зависит эта площадь от модуля поверхности используемого минерального материала и от пористости минерального остова.

С учетом вышеизложенного цель работы заключалась в получении эффективных композитов для дорожных покрытий, сохраняющих стабильность свойств как при высокой, так и при низкой температуре эксплуатации, а также возможность широкомасштабного использования дисперсного сырья.

В качестве объектов исследования были приняты минеральные порошки из известняка и вспученного перлита, битум марки БНД 60/90 и отсев дробления кварцитопесчаника.

Результаты проведенных исследований позволили установить, что крупность зерен наполнителей из перлита и известняка, характеризуемая гранулометрическим составом, практически одинакова. Удельная поверхность порошков, определенная по стандартной методике, была подобрана таким образом, чтобы разница между ними не составляла более 3%. Однако при изучении удельной поверхности с использованием красителя метиленового голубого, определяющего ее с учетом пористости исследуемой поверхности, этот показатель у перлитового наполнителя оказался в 1,4 раза выше, чем у известнякового. На основании этого предположили, что на перлитовом наполнителе можно получить эффективное асфальтовяжущее. Для этого были приготовлены и испытаны образцы асфальтовяжущего (см. рисунок).



Прочность при сжатии асфальтовяжущего в зависимости от содержания битума и вида минерального порошка при температуре испытания +50, +20, 0°C: 1 – перлит; 2 – известняк

Таблица 1

Показатели	Минеральный порошок			
	МП-2		МП-1	
	Требования ГОСТ 52129-2003	Перлит	Требования ГОСТ 52129-2003	Известняк
Зерновой состав, мас. %, не менее, мм: 1,25 >0,315 >0,071	не менее 95 80-95 не менее 60	100 96 85	не менее 100 не менее 90 70-80	100 96 86
Показатель битумоемкости, г	не более 80	77,9	–	68,09
Водостойкость образцов из смеси порошка с битумом, %	не менее 0,7	0,71	–	0,91
Пористость, %	не более 40	39,03	не более 35	28,75
Набухание образцов из смеси порошка с битумом, %	не более 3	2,45	не более 2,5	1,15
Влажность, мас. %	не более 2,5	0,48	не более 1	0,4

Таблица 2

Показатели		Требования ГОСТ 9128-97	Вид минерального порошка			
			Известняк	Перлит		
Содержание в смеси, %	минерального порошка	до 12	5	8	5	3
	битума	6-9	6	7,5	7	6
Предел прочности при сжатии, МПа, при 20°C 50°C 0°C		не менее 2,2 не менее 1,4 не более 13	7,18 2,54 10,93	5 2,5 10,86	5,15 2,56 10,25	6,5 2,81 9,5
Водостойкость	K_B	не менее 0,8	0,96	0,95	0,94	0,93
	K_B^{15}	не менее 0,7	0,87	0,82	0,8	0,8
Водонасыщение, об. %		1,5-4	1,62	1,6	1,75	1,43
Остаточная пористость, об. %		2,5-5	3,9	3	3,9	4,1
Теплостойкость R_{50}/R_{20}		–	0,35	0,5	0,5	0,43
Трещиностойкость R_0/R_{50}		–	4,46	4,8	4	3,38

Как видно, оптимальное содержание битума в асфальтовяжущем, приготовленном на известняковом минеральном порошке, составляет 19%, в то время как на перлите – 28%. Установлено также, что прочностные показатели систем с оптимальным количеством битума в составе асфальтовяжущих на известняковом и перлитовом наполнителях при температуре испытания 50°C близки между собой. В то же время предел прочности при сжатии при 0°C у композита на известняковом минеральном порошке на 23% выше, чем у приготовленного на перлите. Коэффициент теплоустойчивости для такой системы 0,55, в то время как перлитовый наполнитель увеличил его до 0,65. Это позволяет прогнозировать, что асфальтобетонное покрытие с использованием перлитового минерального порошка при рациональном подборе асфальтобетонной смеси сможет работать в более широком температурном диапазоне как при высокой летней температуре, так и при низкой зимней.

В связи с тем, что в процессе исследования асфальтовяжущего вещества на перлитовом наполнителе основным негативным фактором явилось высокое потребление битума, при подборе состава асфальтобетонной смеси типа Г варьировали содержание изучаемого дисперсного наполнителя от 8% до 3%. В табл. 2

приведены физико-механические показатели асфальтобетона типа Г.

При постановке эксперимента преследовали две цели: исследовать влияние повышенного содержания пористого наполнителя в составе асфальтобетонной смеси и подобрать такое содержание перлитового минерального порошка, при котором количество битума в смеси близко к контрольному (на известняке) без ухудшения свойств асфальтобетона.

Как видно, увеличение содержания перлитового минерального порошка до 8% требует значительного увеличения количества битума, при этом физико-механические показатели свойств асфальтобетона, уступая приготовленным на известняке, соответствуют требованиям ГОСТ 9128-97. Снижение содержания дисперсного перлита до 3% с точки зрения классического состава асфальтобетона позволяет не только приблизиться к контрольной рецептуре на известняке по содержанию вяжущего, что вполне объяснимо с позиции высокой удельной поверхности наполнителей, но и по ряду характеристик добиться улучшения показателей асфальтобетона, таких как прочность при 0 и +50°C. Обращают на себя внимание высокие показатели теплостойкости композитов с перлитовым порошком в количестве 5-8% и снижение этого пара-

метра при уменьшении содержания пористого наполнителя до 3%. Это объясняется еще одним достоинством вспученного перлита – низкой теплопроводностью, поэтому при значительном содержании вспученного перлита композит прогревается медленнее за счет снижения теплопроводности всей системы. При уменьшении количества пористого наполнителя в асфальтобетоне эта способность также уменьшается.

Таким образом, асфальтовяжущее вещество и асфальтобетон с использованием пористого перлитового минерального порошка обладают повышенной тепло- и трещиностойкостью, удовлетворительной водостойкостью, что значительно увеличит их долговечность.

Список литературы

1. Свитницких Л.Е., Шабанова Т.Н., Ключев А.А. Влияние дисперсности вспученного вермикулита на свойства битумного вяжущего и асфальтобетона // Строит. материалы. 2004. № 9. С. 32–33.
2. Борисенко Ю.Г., Борисенко О.А. Использование керамзитовой пыли в составе легких бетонов // Строит. материалы. 2007. № 9. С. 48–49.
3. Борисенко Ю.Г., Борисенко О.А., Шальнев М.Н. Применение легких битумо-минеральных композиций на основе отсеков дробления керамзита в покрытиях дорожных одежд // Труды Первого всероссийского дорожного конгресса. М., 2009. С. 85.
4. Наседкин В.В. Перлит как наполнитель легких бетонов // Строит. материалы. 2006. № 6. С. 70–74.
5. Железко Т.В., Железко Е.П. Структура и свойства асфальтовяжущих // Изв. вузов. Строительство. 1997. № 3. С. 35–42.



Новая книга



Г.Н. Масленникова
И.В. Пищ

Керамические пигменты

Масленникова Г.Н.,
Пищ И.В.

Керамические пигменты

М.: РИФ «Стройматериалы»,
2009. 240 с.

Рассмотрены физико-химические основы синтеза пигментов: термодинамическое обоснование реакций, теория цветности, современные методы синтеза пигментов, их классификация, методы оценки качества. Приведены сведения по технологии пигментов и красок различных цветов и кристаллических структур.

Цена 1 экз. без почтовых услуг 450 р., НДС не облагается.
Книгу можно заказать с сайта издательства www.rifsm.ru

Тел./факс: (495) 976-20-36, 976-22-08
E-mail: mail@rifsm.ru, rifsm@mail.ru
www.rifsm.ru



ВНИИР

ВНИИР поставляет оборудование для промышленных лабораторий различного профиля

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

СТРОИТЕЛЬНОЕ ЛАБОРАТОРНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ



АГАМА-2РМ
прибор для определения
воздухонепроницаемости



**Пресс малогабаритный
МП-1000 Щ**
для кубиков 100x100



**Пресс испытательный
тип ИП-1А**
(10т., 50т., 100т., 200т.)



КТХ
Камера тепла и холода



**Мобильная лаборатория
для испытания
материалов**



**Разрывная машина
модернизированная с
компьютерным**



**ИЗС- Измеритель
защитного слоя**



**Виброплощадка ВПЛ-1АБ
для формирования
асфальтобетонных образцов**

Отдел продаж: тел./факс +7(495) 437-9800, 430-0428, 437-2274
Отдел сервиса и метрологического сопровождения: тел./факс 439-6877
Адрес: 119361, Москва, ул. Наташи Ковшовой, д. 21
Интернет: www.vniir.ru E-mail: vniir@aha.ru
Режим работы: с 8:30 до 18:00, выходные - сб., вскр.
Условия работы: 100% предоплата, отгрузка со склада в Москве

Реклама

Л.В. МОРОЗОВА, менеджер по маркетинговым коммуникациям ЗАО «Новинтех» (Москва)

Новейшие технологии виброизоляции рельсовых путей

С развитием сетей рельсового транспорта возрастают требования к их экологической безопасности и комфорту. Одной из серьезных проблем при эксплуатации рельсового транспорта являются вибрации, которые от верхнего строения пути передаются в окружающую среду. Они воспринимаются как вибрации или механический шум. Другой проблемой является необходимость периодического технического обслуживания вследствие износа материалов верхнего строения пути по причине недостаточной упругости рельсового пути. Применение систем, обладающих высокой упругостью, и изделий для виброизоляции, разработанных на основе высоких технологий и последних научных достижений, позволяет значительно сократить расходы, возникающие из-за износа компонентов верхнего строения пути и подвижного состава.

Материалы марок Sylomer® и Sylodyn®, разработанные австрийской фирмой Getzner Werkstoffe GmbH, в настоящее время являются европейским стандартом обеспечения упругости верхнего строения пути, они удовлетворяют всему спектру требований в железнодорожной отрасли.

Sylomer® и Sylodyn® представляют собой пористые мелкоячеистые полиуретановые эластомеры различной плотности и различного соотношения открытых и закрытых ячеек. Уникальная ячеистая структура этих материалов создана в процессе вспенивания без использования экологически вредных вспенивателей и каких-либо пластификаторов и смягчителей. Материалы являются влагостойкими, не подвержены воздействию обычно встречающихся в строительстве химических веществ, низкоконцентрированных щелочей и масел. Смешанная ячеистая структура Sylomer® и Sylodyn® обуславливает низкое водопоглощение материалов. При этом воздействие влаги на статическую и динамическую жесткость очень незначительно даже при полном погружении материала в воду. Динамическая жесткость материалов практически не зависит от амплитуды возбуждения колебаний и незначительно изменяется в зависимости от частоты.

Международный успех фирмы Getzner в области виброизоляции в

железнодорожной отрасли базируется на первоклассных материалах, обширных ноу-хау и сопровождающих специализированных услугах.

В настоящее время компанией предлагаются компоненты и решения для:

- опор систем масса–пружина;
- подбалластных матов;
- упругих шпальных оболочек;
- подшпальных прокладок;
- нашпальных прокладок;
- подрельсовых прокладок;
- сплошных рельсовых опор;
- рельса в оболочке;
- переездных настилов.

Опоры для систем масса–пружина

Опоры для систем масса–пружина особенно действенно защищают от шума и вибраций жителей домов, расположенных вблизи железнодорожных линий (рис. 1). Таким образом, эффективная виброизоляция повышает также и ценовой уровень недвижимости, подвергающейся воздействию вибраций.

Возможны три разновидности опор систем масса–пружина: точечная, ленточная и сплошная (рис. 2). Выбор типа конструкции в каждом случае зависит от экономических и технических требований.

В уже реализованных многочисленных системах масса–пружина на магистральных линиях и линиях поездов местного сообщения самая низкая достигнутая собственная частота составляет до настоящего времени около 5 Гц.

Системы масса–пружина с упругими опорами фирмы Getzner применяются на различных высокоскоростных железнодорожных магистралях в более чем 40 странах мира.

Подбалластные маты

Оптимальная упругость железнодорожного полотна достигается с помощью применения подбалластных матов (рис. 3). Они используются для снижения вторичного шума, защиты от вибраций, а также предохранения щебеночного балласта от повреждений.

При выборе подходящего мата учитываются требования к виброзащите в каждом конкретном случае. Высокий коэффициент полезного действия матов основывается на пра-

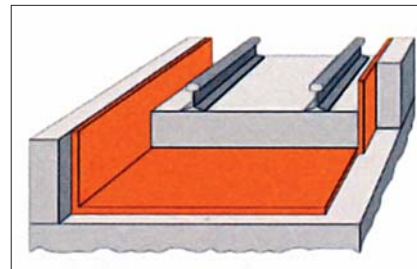


Рис. 1. Система для опор масса–пружина

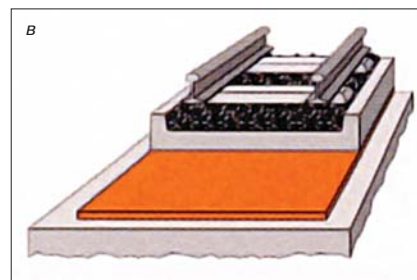
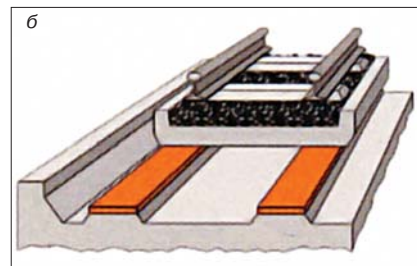
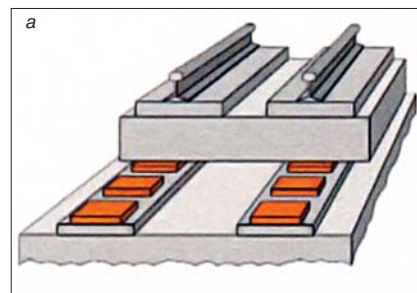


Рис. 2. Разновидности опор систем масса–пружина: а – точечная; б – ленточная; в – сплошная

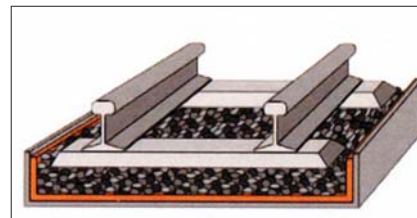


Рис. 3. Подбалластные маты

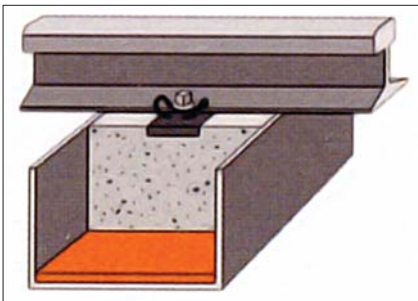


Рис. 4. Упругие шпальные оболочки

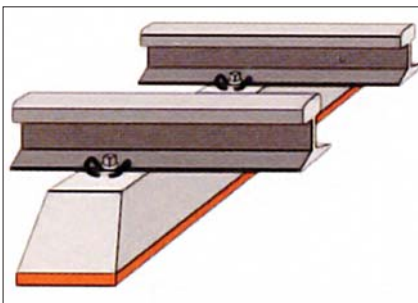


Рис. 5. Подшпальные прокладки

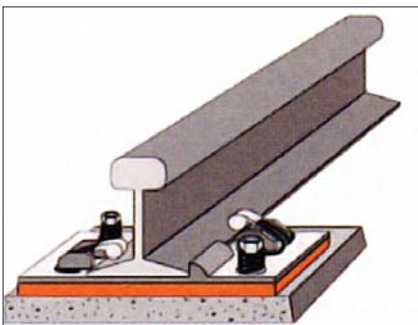


Рис. 6. Прокладки промежуточного скрепления для безбалластного полотна

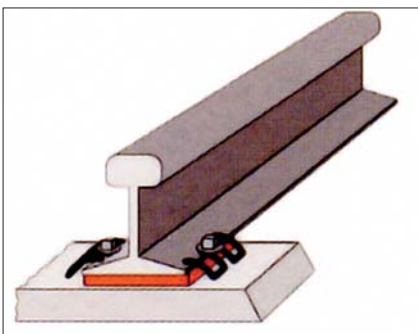


Рис. 7. Подрельсовые прокладки

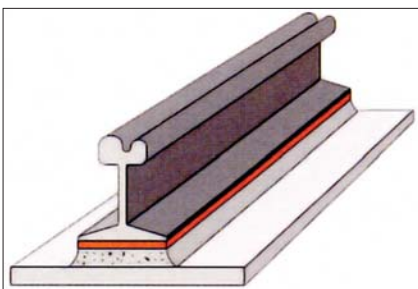


Рис. 8. Непрерывная опора рельса

вильно подобранных показателях динамической жесткости. Маты отличаются высоким качеством и экономичностью. С ними легко обращаться, они быстро укладываются, и по ним может перемещаться тяжелая строительная техника. Экономический и технический потенциалы подбалластных матов фирмы Getzner в настоящее время исчисляются 5 млн м², уложенных на различных железнодорожных линиях в разных странах.

Упругие шпальные оболочки

В системах с безбалластным железнодорожным полотном необходимо обеспечить достаточную упругость. Возможности расположения упругих компонентов при этом разнообразны (рис. 4). Шпальный блок на упругой опоре имеет еще то преимущество, что дополнительная масса шпалы, включенная в упругое перемещение, снижает шум. Чем больше площадь упругой опоры, тем меньше сжатие упругих элементов.

Двухступенчатая упругость дополнительно уменьшает сжатие в упругой пластине и улучшает работу промежуточного скрепления. Упругие оболочки изготавливаются необходимой жесткости, что позволяет удовлетворить самые различные требования. Преимущественными областями применения этой системы являются железнодорожные линии в тоннелях различных категорий.

Подшпальные прокладки

Подшпальные прокладки служат для виброзащиты, предохранения щебеночного балласта и увеличения срока службы пути (рис. 5). Они применяются как на высокоскоростных линиях, так и на участках с высокими нагрузками на ось, а также при реконструкции существующих железнодорожных линий.

Монтаж подшпальных прокладок производится на основе оптимизированной композитной конструкции уже на шпальных заводах. Поэтому на месте установки не требуется проведения дополнительных работ. Монтаж производится быстро, независимо от погоды и с минимальными перерывами в движении по участку пути. Шпалы с упругими прокладками многократно оправдали себя, особенно в специфических типах конструкций пути, таких как стрелочные переводы, пересечения, переходные участки, и в некоторых странах стали уже техническим стандартом.

Прокладки для промежуточных скреплений

Современные железнодорожные линии все чаще сооружают в виде безбалластного железнодорожного полотна. Упругость на таких участках

обеспечивается с помощью прокладок промежуточного скрепления (рис. 6). Они воспринимают нагрузки от рельса и уменьшают вибрации, возникающие из-за неровностей колес и дорожного полотна. С помощью правильно подобранной жесткости прокладок промежуточного скрепления можно оптимизировать перемещение головки рельса при прохождении поезда.

В соответствии со специальными требованиями фирма Getzner реализовала проекты на различных высокоскоростных железнодорожных линиях в более чем 50 городах по всему миру.

Подрельсовые прокладки

Упругие подрельсовые прокладки укладывают непосредственно под подошвой рельса (рис. 7). Они обладают определенной жесткостью и повышают упругость верхнего строения пути. Улучшение перераспределения нагрузок обуславливает повышение комфорта пассажиров и улучшают работу верхнего строения пути. Повышение упругости положительно влияет на износ компонентов верхнего строения пути и подвижного состава. Фирма Getzner предлагает подрельсовые прокладки любой требуемой жесткости — от железнодорожной магистрали до трамвайных путей любой модификации.

Непрерывное опирание рельса

Непрерывная упругая опора под подошвой рельса обеспечивает равноупругость пути и отличается экономичностью (рис. 8). Жесткость и прогиб рельса определяются путем предварительных расчетов и подбора соответствующих материалов.

Рельс в оболочке

Отправной точкой для разработки фирмой Getzner системы «рельс в оболочке» послужила постановка задачи акустической расстыковки рельса и окружающей местности для линии поездов местного сообщения. Разработанная система состоит из двух элементов заполнения камеры и опоры для подошвы рельса с определенной однородной упругостью (рис. 9). Специальная конструкция элементов заполнения камеры обеспечивает великолепное сцепление с окружающим бетоном. Эти три простые удобные детали точно фиксируются на профиле рельса. Жесткость деталей подбирается в каждом случае в соответствии с конкретными требованиями.

Переездные настилы

Рельсовые пути, проложенные в черте города, и их пересечения с автодорогами — типичная область применения переездных настилов. Они да-

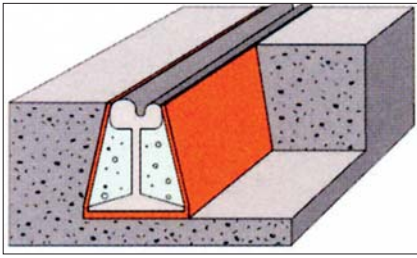


Рис. 9. Рельс в оболочке

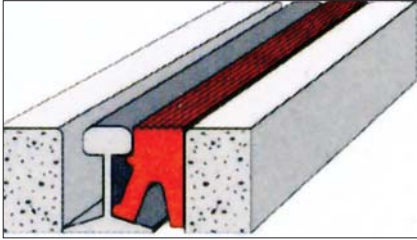


Рис. 10. Переездной настил

ют возможность заполнить пространство между рельсами, обеспечив необходимые желоба для гребней колес подвижного состава (рис. 10). Другими областями применения настилов являются переходы через железнодорожные пути и подъездные пути на заводских территориях.

Вибрации, вызванные движением поездов, были серьезной проблемой и на площади Гагарина в Москве. Необходимо было защитить от вибраций находящийся рядом па-

мятник Юрию Гагарину и расположенные вокруг здания. Для выполнения этой задачи специалисты Московского государственного университета путей сообщения провели обширные исследования, чтобы найти наиболее подходящий метод, и в итоге выбрали для решения поставленной проблемы материалы фирмы Getzner Werkstoffe GmbH.

В тесном сотрудничестве с Мостростроем было разработано техническое решение с применением подбалластных матов Sylomer® различной толщины. В дополнение к этому установлены также стеновые маты для обеспечения максимально возможной упругой изоляции рельсового пути.

Результаты расчетов показали, что уровень вибрации будет снижаться на частотах, превышающих 14 Гц при вертикальном перемещении рельсов 2,3 мм. Летом 2001 г. на объекте, строительство которого велось очень быстрыми темпами, в тоннеле было уложено более 8500 м² балластных матов и 800 м² стеновых матов.

Последующие измерения, проведенные для подтверждения эффективности выполненных мероприятий, показали снижение вибрации до уровня ниже допустимых пределов, установленных санитарными нормами. Кроме того, были выявлены до-

полнительные преимущества от использования виброзащитных матов. Снижение вибраций было зарегистрировано не только непосредственно в самом тоннеле, но также и на подходах к нему. Это еще одно подтверждение эффективности продукции фирмы Getzner Werkstoffe GmbH.

Кроме виброизоляции железнодорожных, трамвайных путей и линий метрополитена материалы Sylomer® и Sylodyn® применяются также в строительстве для виброзащиты фундаментов зданий и строительных конструкций, а также в промышленности для защиты от вибраций, вызванных работающими механизмами и оборудованием.

Для эффективного функционирования виброизоляции необходимы квалифицированные инженерные расчеты, которые для каждого проекта выполняют специалисты фирмы Getzner Werkstoffe GmbH и их российские партнеры – инженеры ЗАО «Новинтех», прошедшие обучение на австрийском предприятии.

ЗАО «Новинтех»

Тел.: (495) 792-51-40, 624-73-28,
628-11-75, 624-49-03, 363-25-18
Факс: (495) 363-25-17
e-mail: info@kemoplast.ru



МобилБилд

международная специализированная выставка мобильных сооружений, каркасно-тентовых и легких металлоконструкций

14 - 16 сентября 2009
Москва, МВЦ Крокус Экспо,
павильон 1, зал 4

ОСНОВНЫЕ РАЗДЕЛЫ ВЫСТАВКИ:

- Мобильные сооружения промышленного назначения
- Сборно-разборные дома на основе каркасных конструкций и сэндвич панелей, блочные сооружения
- Каркасно-тентовые конструкции и сооружения
- Пневмокаркасные конструкции и воздухо-опорные сооружения
- Вагон-дома санного, рамного, шассийного исполнения, эксплуатируемые в сложных климатических условиях
- Автомобильные прицепы, прицепы-магазины, фургоны
- Мобильные сауны, бани и санитарно-гигиенические сооружения
- Мобильные магазины, торговые павильоны и киоски
- Мобильные сооружения быстрого развертывания
- Легкие металлоконструкции
- Высотные мобильные сооружения
- Ангары, склады, терминалы
- Технологии, оборудование, инструмент и материалы для изготовления элементов и блоков сборно-разборных и мобильных зданий
- Технологии, приборы, оборудование и инструмент для монтажа и демонтажа мобильных зданий различных типов
- Арматурные сетки и каркасы
- Системы отопления и кондиционирования мобильных зданий
- Системы очистки воды и воздуха
- Инженерные сети и компактная сантехника для мобильных зданий
- Компактная мебель и бытовая техника для мобильных зданий
- Сертификация и безопасность

ДЕЛОВАЯ ПРОГРАММА:

В рамках выставки проводится салон "Современные офисные перегородки", а также конференции, семинары, круглые столы фирм-участников.

ОРГАНИЗАТОР ВЫСТАВКИ:



ОСНОВНАЯ ЦЕЛЬ:

Проведение специализированного мероприятия, способствующего экспонентам в налаживании новых деловых контактов и партнерских отношений, расширение круга потребителей.

ИНФОРМАЦИОННАЯ ПОДДЕРЖКА:



БЫСТРОВОВОДИМЫЕ ЗДАНИЯ



Оргкомитет: 000 «Выставочная компания «Мир-Экспо»

Россия, 115533, Москва, проспект Андропова, 22 | Тел./факс: 8 499 618 05 65, 8 499 618 36 83, 8 499 618 3688
build@mirexpo.ru | www.mirexpo.ru

Реклама

MosBuild-2009

С 31 марта по 3 апреля на двух крупнейших выставочных площадках – в ЦВК «Экспоцентр» и МВЦ «Крокус Экспо» выставочное мероприятие, которое продолжило выставочную эстафету 2009 г.



На стенде корпорации «Волма» (слева направо): В.В. Фролов, директор рекламно-информационной службы; А.Ф. Бурьянов, исполнительный директор Российской гипсовой ассоциации; Е.И. Юмашева, главный редактор журнала «Строительные материалы»; Ю.С. Кашичкина, координатор Российской гипсовой ассоциации; Ю.А. Гончаров, президент Российской гипсовой ассоциации, председатель совета директоров корпорации «Волма»



Новые сухие гипсовые смеси и новый стиль Самарского гипсового комбината



Строительная система «Быстрая стена» может включать наружный слой из кирпича, заполнитель из растущего газобетона и Эко-Листа в качестве внутреннего слоя

Организатором выставки является компания ITE, официальную поддержку мероприятию оказали: Комитет Совета Федерации Федерального Собрания РФ по международным делам, Комитет Государственной думы РФ по строительству и земельным отношениям, Московская городская дума, Правительство Московской области, Российский союз промышленников и предпринимателей, Ассоциация строителей России, Союз дизайнеров России, Московская ассоциация предпринимателей.

По данным организаторов, в этом году выставку посетили более 98 тыс. специалистов. Экономический кризис коснулся не только региональных выставок. Его влияние оказалось заметным и в экспозиции MosBuild: количество участников составило около 2500 (в 2008 г. – 2750) компаний из 45 стран.

Экспозиция выставки в целом отражала всю заявленную тематику, однако по многим направлениям число участников значительно снизилось. Производители сухих строительных смесей в экспозиции недосчитались многих крупных игроков, особенно из близлежащих регионов. Относительно дружно выступили производители гипсовых материалов, в ассортименте которых в том числе и сухие смеси. **Корпорация «Волма»** завоевывает все более крепкие позиции на рынке гипсовых материалов. В 2008 г. каждая шестая квартира оштукатурена сухими смесями ВОЛМА, а уникальное производство пазогребневых пустотелых плит для внутренних перегородок единственное в России.

В новом стиле предстал перед посетителями стенд Самарского гипсового комбината. В 2008 г. на предприятии освоен выпуск сухих строительных смесей на гипсовой основе торговой марки FORMAN: штукатурные составы ручного и машинного нанесения; шпатлевки финишная и для стыков гипсокартона; монтажный клей для пазогребневой плиты и гипсокартона, гипсовые наливные полы для первоначального и финишного выравнивания. Мощность нового оборудования немецкой фирмы m-tec составляет 90 тыс. т смесей в год.

Интересную разработку представила российская компания «Al-Zer» (Москва) – строительную систему «Быстрая стена». В системе использованы листовой отделочный материал (Эко-Лист) в качестве несъемной опалубки и заполнитель из так называемого растущего неавтоклавнога ячеистого бетона. Эко-Лист представляет собой стеклосетку, на которую нанесена композиция из мелкодисперсной древесной стружки с оксидом магния, хлорида магния и связующих компонентов. Эко-Лист характеризуется классом горючести НГ, при толщине листа 6 мм выдерживает открытое пламя в течение 2 ч, теплопроводностью 0,316 Вт/(м·°С). Растущий газобетон имеет среднюю плотность 400–600 кг/м³, прочность при сжатии 1,3–3,2 МПа, теплопроводность 0,1–0,17 Вт/(м·°С). Система может использоваться для возведения малоэтажных и многоэтажных зданий и при реконструкции.

Раздел кровельных материалов включал традиционные битумно-полимерные рулонные кровли, полимерные мембраны, жесткие кровли, в основном металлические. Особенно выразительно была представлена гибкая черепица ЕВРАЗИЯ от **ООО «Уральская кровля»** (Екатеринбург), которая объединяет в себе достоинства битумно-полимерной изоляции и красоты натуральной меди. Разная форма черепицы ЕВРАЗИЯ позволяет в процессе проектирования подобрать наиболее интересные решения кровли при различных технических возможностях. Естественный процесс патинирования медного покрытия придает крыше особенно изысканный вид под старину. Материал может быть использован в любых климатических условиях. Диапазон рабочих температур кровли -70 – +110°С.

Конструктивные решения компании «ЭССМАН ГмБХ» (Германия) предназначены для крыш и фасадов, освещения, приточной и вытяжной вентиляции, удаления дыма из зданий. На стенде были представлены световые купола и световые ленточные фонари. Световые купола состоят из органических стекол (акрил или поликарбонат), обрамлены прочной рамой с водоотводящим кантом для защиты от атмосферных осадков, оптимальной для всех видов кровельных покрытий. Все виды куполов снабжены решетками для предотвращения падения.

Компания «Стандартпарк» (Москва) много лет занимается производством материалов и продвижением новых технологий и стандартов в сфере обустройства территорий – поверхностными водоотводами, дренажными системами. На стенде были представлены образцы продукции систем линейного водоотвода, точечного дренажа, а также систем грязезащиты. Новинка 2009 г. – бетонный лоток Maxi DN500. Такие лотки применяются для отвода воды на протяженных поверх-

продолжает выставочную эстафету

прошла XV Международная строительная и интерьерная выставка MosBuild-2009. Несомненно, это крупнейшее

ностоях, а также в регионах с обильным количеством осадков. Кроме того, могут использоваться на холмистой местности, как лотки-перехватчики при благоустройстве городских территорий или в качестве сточного лотка в дорожном строительстве. Класс нагрузки согласно EN-1433 E 600 (до 60 т), ширина гидравлического сечения 500 мм.

На выставке MosBuild-2009 широко были представлены металлические строительные системы и материалы: металлочерепица, профнастил, отделочные элементы кровли, вентиляционные и проходные элементы, сэндвич-панели поэлементной сборки, фасадные системы, трубопроводы и др.

Компания «Эксергия» (Липецк), предложила комплект технических решений и поставку стальных оцинкованных профилей, позволяющих самостоятельно собрать и смонтировать энергоэффективный жилой дом за 45 дней. Достоинствами предлагаемого жилья являются высокие теплотехнические показатели, простота и точность сборки, многовариантность использования конструкций, экологичность, экономичность. Стоимость комплекта, состоящего из стен, ферм, кровли, от 18 тыс. р./м². Компания «Эксергия» единственная в мире производит бескаркасные здания пролетом до 70 м. На территории Новолипецкого металлургического комбината построено здание с пролетом 70×200 м.

В настоящее время в России насчитывается более 60 производителей металлочерепицы. Большое число компаний отличается простотой технологического процесса и небольшим объемом инвестиций в производство металлочерепицы эконом-класса (толщина цинкового покрытия 140–220 г/м² или покрытие полиэстером). Металлочерепица на выставке отличалась в основном геометрией профиля: длиной и высотой волны, черепичным рисунком; видами полимерных покрытий; цветовой гаммой.

Завод строительных конструкций (Липецк) представил металлочерепицу, резка которой производилась в формате 3D, что делает практически незаметной зону стыковки листов. Представленная металлочерепица может иметь полимерное покрытие различных цветов.

Комплекты металлокаркасов для строительства жилых и общественных зданий представила **компания ПРОДОМ** (Москва). Технология строительства из легких стальных конструкций позволяет снизить расходы на отопление дома на 60%. Для уменьшения высокой теплопроводности стали в термопрофиле в шахматном порядке прорезаны сквозные продольные канавки, удлиняющие путь теплового потока, что значительно улучшает теплоизолирующие свойства и снижает эффективную теплопроводность на 90%. Применение легких стальных конструкций в строительстве позволяет значительно снизить массу конструкций и нагрузку на фундаменты, сократить трудозатраты на транспортировку и монтаж конструкций, обеспечить отсутствие сварки и мокрых процессов после нулевого цикла, отказаться от использования кранов и других подъемных механизмов при монтаже, повысить огнестойкость зданий, минимизировать сроки строительства и значительно снизить стоимость 1 м² полезной площади.

Экспозиция в МВЦ «Крокус Экспо» включала экспозицию окон, навесных фасадов, отделочных материалов и интерьерных решений. Экономический кризис отразился не только на количестве посетителей, участников и занимаемой площади экспозиции. Новинкой сезона стали антикризисные конструктивные предложения. Например, **компания Deseunipck** представила дилерам новую оконную антикризисную систему Форвард. Трехкамерное строение профиля при толщине 60 мм и возможности установки стеклопакета толщиной до 38 см делает оконную конструкцию эффективной по теплосбережению. При этом примененные конструкторские идеи делают систему экономически привлекательной в кризисные времена.

Проблема вентиляции помещений с ПВХ-окнами является одной из главных. Как известно, решением этой проблемы является установка приточных клапанов. **ООО «РусьНовоСтрой-М»** представило новинку – приточный «Клапан-ручку», который может быть смонтирован как при сборке оконной конструкции, так и на установленном окне. Такая конструкция обеспечивает воздухообмен до 10 м³/ч, исключает резкие колебания влажности и температуры, дает возможность принудительно регулировать режим подачи воздуха в помещение.

В целом выставка показала, что сложные экономические условия нашли отражение в экспозиции выставки. Но строительство и промышленность строительных материалов продолжают развиваться и готовятся к восстановлению прежних масштабов.



Из черепицы ЕВРАЗИЯ можно выполнить уклонную крышу и сложную купольную конструкцию



Наряду с технической задачей естественного освещения, вентиляции, дымоудаления световые купола ESSMANN отвечают требованиям архитектурной эстетики



Новинка сезона – бетонный лоток Maxi DN500 (справа)

Новые возможности использования сверхлегких пенобетонов



В зале заседания



Мобильная установка SOVBI-10M



Участники конференции на строительстве коттеджа



Утепление стены в многоэтажном здании

13–15 апреля 2009 г. в Санкт-Петербурге прошла научно-практическая конференция «Новые возможности и технико-экономические преимущества использования сверхлегких пенобетонов». Ее организатором выступил Международный центр пенобетонных технологий (МЦПТ) на базе холдинга «СОВБИ».

Программа конференции включала посещение объектов, на которых применяются технологии и оборудование холдинга «СОВБИ», гражданского и промышленного назначения и пленарное заседание с обсуждением опыта и перспектив применения легких ($130\text{--}250\text{ кг/м}^3$) пенобетонов в строительстве мало- и многоэтажных зданий, при теплоизоляции трубопроводов, в дорожном строительстве.

Выступление президента холдинга «СОВБИ», директора и научного руководителя МЦПТ **В.Д. Васильева** было посвящено презентации работ, выполняемых подразделениями холдинга «СОВБИ», по созданию сверхлегкого монолитного пенобетона, технологии и оборудования, позволяющих проводить на объектах работы и в зимний период. Это позволило внедрить технологию монолитного пенобетона при теплоизоляции много- и малоэтажных зданий, утеплении кровель, освоении каркасно-щитового домостроения, изоляции трубопроводов различного назначения, и в дорожном строительстве. Холдингом разработан модельный ряд мобильных установок, предназначенных как для производства штучных изделий со средней плотностью $150\text{--}1200\text{ кг/м}^3$, так и для монолитных заливок в многоэтажных зданиях до 70 м высотой и малоэтажных каркасно-щитовых зданий.

Подробно об опыте и практике применения пенобетона «СОВБИ» в многоэтажном и малоэтажном строительстве и при реконструкции зданий рассказали председатель совета директоров холдинга «СОВБИ» **А.В. Селиверстов** и генеральный директор ЗАО «Строительная фирма «ВИЛАН» **В.А. Гнедовский**. Оработана технология использования пенобетона со средней плотностью $130\text{--}400\text{ кг/м}^3$ во всех элементах здания (стены, кровля, мансарды, чердаки, перекрытия, подвалы).

Большой интерес участников конференции вызвал доклад ведущего специалиста ЗАО «ТТМ» **Э.С. Василевской** о тепловизионном обследовании зданий с различной конструкцией ограждающих стен и использованием различных материалов для их утепления.

Одним из перспективных направлений применения монолитного пенобетона может быть дорожное строительство. Этим вопросам были посвящены доклады зам. директора по производству и инновациям Главного управления автомобильных дорог Нижегородской области канд. техн. наук **С.И. Дубины**, директора ООО «АПС» канд. техн. наук **С.О. Гунина** и аспиранта Военного инженерно-технического университета **Р.Р. Байкиева**. Применение монолитного пенобетона наиболее целесообразно на грунтах с низкой несущей способностью, которые в зимний период вспучиваются, а весной образуют просадки. Использование монолитного пенобетона позволяет предотвратить промерзание подстилающего грунта, продавливания в мягкий грунт или болотистое основание сыпучих материалов, исключить выемку пучинистого грунта и его замену, значительно повысить эксплуатационную надежность и срок службы дорожных покрытий.

Преимуществам применения легкого монолитного пенобетона при изоляции трубопроводных систем, при бесканальной прокладке труб был посвящен доклад президента НП «Объединение энергетиков СЗ РФ» **С.А. Чистовича**. Основные преимущества применения пенобетонной изоляции по сравнению с широко распространенной пенополиуретановой изоляцией – более высокая термостойкость (это позволяет применять ее для трубопроводов с температурой теплоносителя выше 500°C); хорошая адгезия с металлом труб с образованием пассивирующей пленки на поверхности металла, резко замедляющей наружную коррозию трубы; отсутствие повреждения изоляции при ее высыхании после намокания и др.

И.П. РУБЛЕВСКИЙ, канд. техн. наук

С.В. ФЕДОСОВ, д-р техн. наук, член-корр. РААСН, Ивановский государственный архитектурно-строительный университет; В.И. БОБЫЛЕВ, генеральный директор АО «ДСК» (Иваново); Ю.А. МИТЬКИН, д-р техн. наук, А.М. СОКОЛОВ, канд. техн. наук, Ивановский государственный энергетический университет

Исследование параметров электротепловой обработки бетона токами различной частоты

К настоящему времени накоплен обширный опыт электротепловой обработки бетона прямым пропуском переменного электрического тока промышленной частоты 50 Гц [1, 2]. Вместе с тем перспективным направлением является использование электрических токов повышенной (ультразвуковой) частоты. Для этой цели целесообразно использовать источники питания, выполненные на основе полупроводниковых преобразователей напряжения [3]. Для конструирования устройств электротепловой обработки и выбора режима их работы важно знать изменение электрических параметров обработки при отверждении бетона. Одним из основных параметров является удельная проводимость (удельное сопротивление) бетона. С целью исследования удельной проводимости были выполнены экспериментальные исследования при электротепловой обработке стандартных образцов бетонной смеси в виде куба с ребром 10 см (ГОСТ 10180–78).

Для изготовления и обработки образцов применяли опалубку, выполненную из диэлектрических материалов. В качестве электродов использовали алюминиевую фольгу, которую располагали в верхней и нижней частях куба и прижимали к его поверхности эластичными и теплоизоляционными прокладками. Боковые стенки опалубки снабжены отверстиями диаметром 1,8 мм для измерения температуры образца в различных точках с помощью термопары. Для экспериментов использовали бетон класса В20 (осадка конуса 4–5 см).

Электротепловую обработку бетонных образцов производили переменным напряжением промышленной частоты 50 Гц синусоидальной формы и переменным напряжением прямоугольной формы частотой 20 кГц, источником которого являлся транзисторный преобразователь напряжения, собранный по мостовой схеме с использованием транзисторов типа ВУ2508. Такая частота выходного напряжения преобразователя соответствует наивысшим технико-экономическим показателям источников питания этого типа.

При проведении экспериментов на образец подавали переменное напряжение промышленной или повышенной частоты при постоянной мощности, потребляемой из питающей сети $P_c = 100–200$ Вт, которую контролировали измерительным комплектом К505 и регулировали автотрансформатором. В результате образец нагревался протекающим через него электрическим током от комнатной температуры до 60 или 80°C. Такие значения температуры используются на изотермической стадии тепловлажностной обработки (ТВО) железобетонных изделий различного назначения [4]. Время нагрева образца в зависимости от конечной температуры и потребляемой мощности колебалось в пределах 15–60 мин. После достижения температуры изотермической стадии мощность P_c снижали до величины 5–20 Вт для поддер-

жания неизменного значения температуры образца в течение этой стадии обработки. Длительность изотермической стадии $\Delta t_{изот}$ колебалась в пределах 0,5–12 ч. По окончании электротепловой обработки источник питания отключали и образец охлаждался естественным образом.

При электротепловой обработке образцов на лабораторной установке регистрировали следующие параметры: температура образца T , напряжение на электродах образца U , величина тока, протекающего через образец I , мощность, потребляемая из сети в момент измерений, $P_{изм}$.

По результатам измерений напряжения U и тока I определяли мощность, передаваемую на образец:

$$P_{обр} = U \cdot I, \quad (1)$$

и сопротивление стандартного образца:

$$R = \frac{U}{I}. \quad (2)$$

Это позволяет определить значение удельного объемного сопротивления бетона по формуле:

$$r_v = \frac{1}{\gamma} = 0,1 \cdot R \quad (3)$$

или величину удельной проводимости:

$$\gamma = \frac{1}{r_v} = \frac{1}{0,1 \cdot R}. \quad (4)$$

Формула (1) используется только в случае электрообработки образцов токами повышенной частоты, так как из-за потерь энергии в преобразовательном источнике питания мощность, подводимая к образцу, отличается от мощности, потребляемой из сети, т. е. $P_{обр} < P_c = P_{изм}$. При обработке на промышленной частоте имеет место равенство $P_{обр} = P_c$, т. е. вся мощность, которая потребляется из сети, передается в образец (потери в измерительном комплекте приборов К505 можно пренебречь).

С использованием опытного значения мощности $P_{изм}$ вычисляли коэффициент полезного действия (КПД) источника питания повышенной частоты:

$$\eta = \frac{P_{обр}}{P_{изм}}. \quad (5)$$

Было изготовлено и испытано более 70 образцов, из которых около 75% обработано напряжением повышенной частоты, остальные – напряжением промышленной частоты.

На рис. 1 показаны типичные экспериментальные зависимости изменения во времени мощности, потребляемой из сети, температуры образца, напряжения на

электродах, тока в образце и его сопротивления в одном из опытов электротепловой обработки. Качественно они имеют одинаковый характер для всех испытанных образцов. Как видно из этих зависимостей, на стадии разогрева образца при постоянной потребляемой из сети мощности ($P_c=200$ Вт) наблюдается увеличение его температуры практически по линейному закону. При этом происходит уменьшение величины напряжения на электродах образца и увеличение протекающего через него тока. Это соответствует существенному уменьшению электрического сопротивления образца на 45–50% по отношению к начальному значению. Вид этих зависимостей объясняется электролитической природой проводимости бетона, обусловленной наличием воды [2]. При достижении температуры изотермической стадии (80°C) мощность, потребляемая из сети, снижается до уровня, достаточного для поддержания неизменной температуры образца. Соответственно снижается величина напряжения и тока, одновременно меняется на противоположный характер изменения этих величин во времени: напряжение начинает возрастать, а ток снижаться (на рис. 1 не показано). В результате сопротивление образца, достигнув минимального значения в конце стадии нагревания, начинает возрастать, и в дальнейшем характер изменения во времени напряжения, тока и сопротивления не меняется. Это объясняется снижением проводимости бетона из-за уменьшения концентрации свободных носителей заряда вследствие перехода молекул воды из свободного состояния в связанное при схватывании бетона во время изотермической стадии [2].

Такое явление приводит также к тому, что на характер зависимости R от времени t (рис. 1, в) оказывает влияние температура изотермической стадии. Для примера на рис. 2 приведены зависимости вида рис. 1, в, полученные при одинаковых условиях эксперимента, но при различной температуре изотермической выдержки 60 и 80°C соответственно. На рис. 2 видно, что минимум зависимости (конец стадии нагревания и начало изотермической стадии) при более высокой температуре располагается ниже и смещен вправо по горизонтальной оси, так как для достижения необходимой температуры требуется большее время.

На изотермической стадии при 80°C скорость увеличения сопротивления во времени больше, чем при 60°C . Это можно объяснить тем, что с увеличением температуры ускоряется схватывание бетона и количество свободных зарядов убывает с большей скоростью.

Анализ полученных данных целесообразно выполнять отдельно для стадии нагревания и изотермической выдержки. Это обусловлено тем, что в первом случае основным фактором, влияющим на величину сопротивления бетона, является его температура T , а во втором – длительность изотермической выдержки $\Delta t_{\text{изот}}$, которая отсчитывается от момента достижения температуры изотермической стадии.

На рис. 3 приведены значения удельного сопротивления r_v для всех испытанных образцов, полученные на стадии нагревания. Наблюдается заметный разброс значений r_v (среднее квадратическое отклонение составляет 20–30%), который можно объяснить использованием цемента разных изготовителей с различным содержанием добавок, разной активностью, колебаниями водоцементного отношения при приготовлении бетона (особенно в лабораторных условиях), качеством электрического контакта электродов с поверхностью образца. В исследованном диапазоне изменения температуры полученные результаты хорошо аппроксимируются убывающей линейной функцией, как показано на рис. 3. Установлено также, что величина r_v при частоте напряжения 20 кГц заметно меньше, чем при 50 Гц. Это раз-

личие, выраженное в относительных значениях, остается практически неизменным во всем температурном диапазоне и составляет в среднем 40% по отношению к величине r_v при частоте 50 Гц. Такое явление можно объяснить тем, что при повышенной частоте в дополнение к сквозным токам активной проводимости через цементное тесто (50 Гц) возникают токи, обусловленные емкостной проводимостью как в объеме материала, так и в области контакта электрода с поверхностью бетона [2]. В результате электрическое сопротивление материала снижается. Линейные зависимости рис. 3 описываются уравнениями:

$$\begin{aligned} \text{для } 50 \text{ Гц} \quad \ln r_v &= -0,01 \cdot T + 2,42; & (6) \\ \text{для } 20 \text{ кГц} \quad \ln r_v &= -0,0091 \cdot T + 1,9. & (7) \end{aligned}$$

Для изотермической стадии полученные значения удельного объемного сопротивления удобно предста-

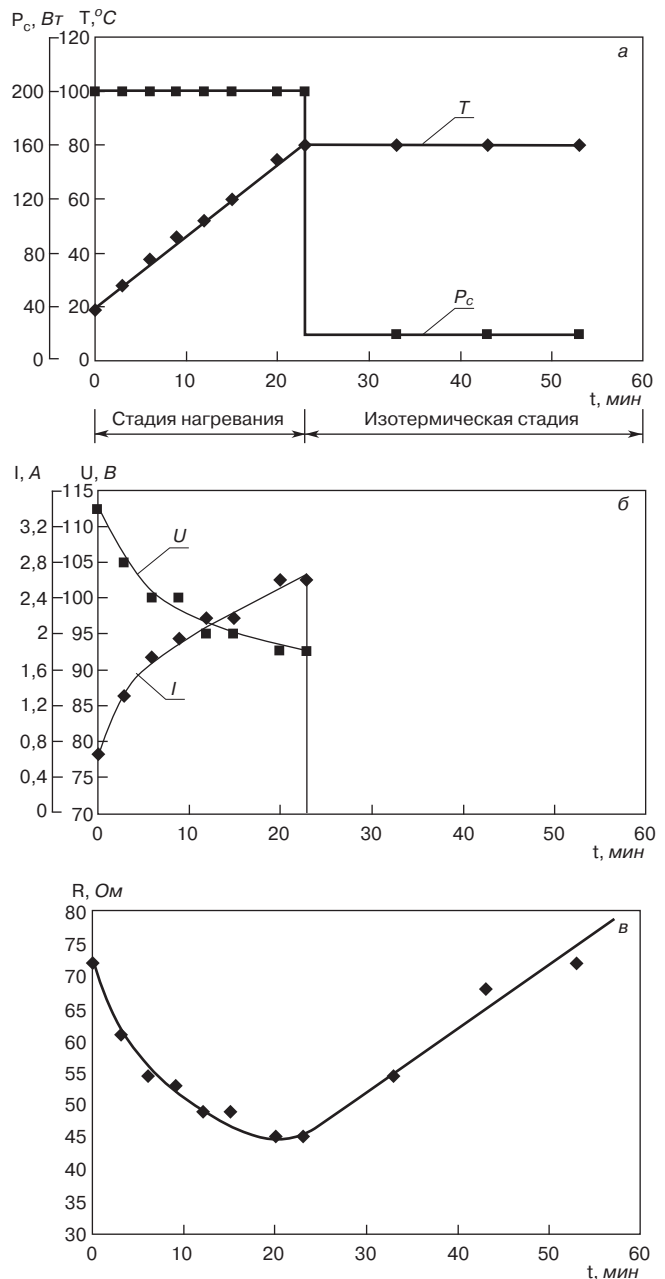


Рис. 1. Зависимости сопротивления образцов от времени обработки током ультразвуковой частоты: а – температура образца T и мощность, потребляемая из сети P_c ; б – напряжение на электродах U и ток в образце I ; в – сопротивление образца R

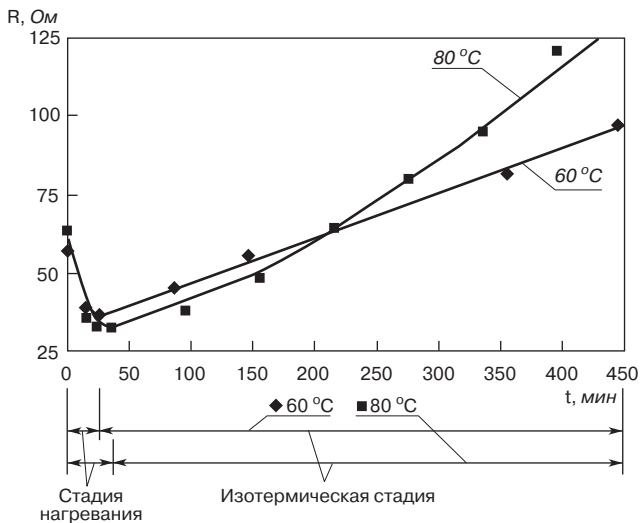


Рис. 2. Изменение во времени параметров электрообработки образца напряжением повышенной частоты (20 кГц). $P_c=160$ Вт

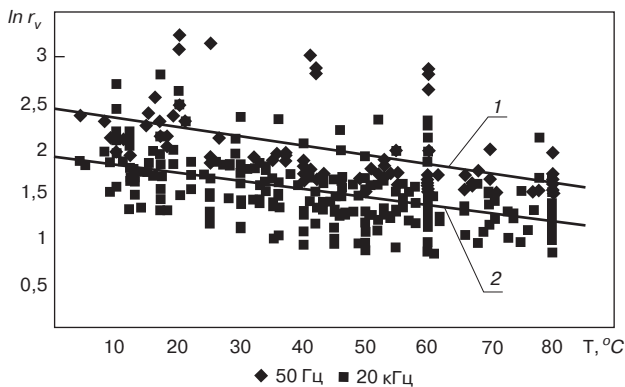


Рис. 3. Зависимость удельного объемного сопротивления бетона от температуры образца при нагревании для частоты приложенного напряжения: 1 – 50 Гц; 2 – 20 кГц

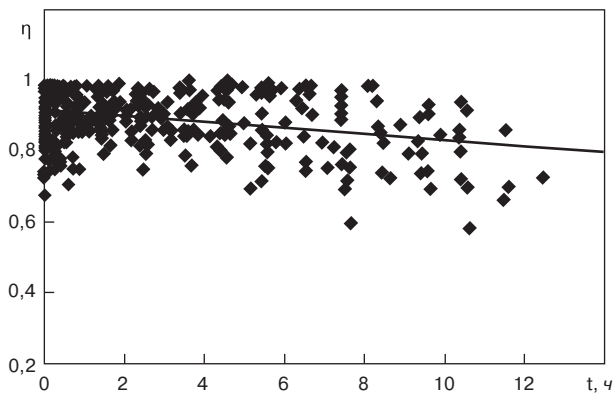


Рис. 4. Зависимость КПД от длительности работы источника питания. Точки – эксперимент; прямая – линейная аппроксимация

вить в виде зависимости $\ln r_v$ от длительности изотермической стадии $\Delta t_{изот}$. Эта зависимость хорошо описывается линейной возрастающей функцией:

- при частоте 50 Гц:
 для температуры 60°C $\ln r_v = 0,23 \cdot \Delta t_{изот} + 1,95$;
 для температуры 80°C $\ln r_v = 0,49 \cdot \Delta t_{изот} + 1,65$;
- при частоте 20 кГц:
 для температуры 60°C $\ln r_v = 0,18 \cdot \Delta t_{изот} + 1,43$;
 для температуры 80°C $\ln r_v = 0,31 \cdot \Delta t_{изот} + 1,25$.

Важным параметром электротепловой обработки бетона является КПД источников питания на основе по-

лупроводниковых преобразователей частоты. В результате выполненных экспериментов получен большой объем информации о величине этого показателя. При этом не удалось выявить определяющего влияния каких-либо факторов на величину КПД источника питания на основе транзисторного преобразователя частоты, использованного в экспериментах. Поэтому опытные значения этого параметра удобно представить в виде его зависимости от длительности работы источника (длительности электротепловой обработки), как показано на рис. 4.

Как видно на рис. 4, с увеличением продолжительности работы установки наблюдается незначительное уменьшение КПД, которое обусловлено, по видимому, тем, что с течением времени наблюдается некоторое повышение температуры (до стабильных значений) охлаждающих радиаторов с закрепленными на них транзисторами преобразователя под влиянием потерь энергии в транзисторах. Повышение температуры полупроводниковых приборов, как известно, ухудшает их показатели. Подобное явление нетрудно устранить применением интенсивного охлаждения.

Усредненное значение КПД источника питания на основе транзисторного преобразователя частоты, найденное по результатам всех экспериментов, составило $\eta=0,91$. Такой показатель является весьма обнадеживающим с точки зрения целесообразности применения таких источников питания. Они, хотя и несколько уступают по величине КПД трансформаторным источникам 50 Гц (КПД 0,94–0,98), могут иметь лучшие массогабаритные показатели и более низкую стоимость. Современные мощные высоковольтные транзисторные специализированные сборки позволяют создавать преобразовательные источники питания большой мощности для электротепловой обработки любых железобетонных изделий.

На рис. 4 видно также, что наблюдается достаточно большой разброс опытных значений КПД. Это обусловлено тем, что в конструкцию источника питания вносили различные изменения: использовали транзисторы разных типов (аналоги), изменяли конструкцию и параметры выходного трансформатора, вносили изменения в схему силовой части и цепей управления транзисторами и др. Такой результат позволяет сделать вывод, что путем оптимизации конструкции и режима работы источника питания можно добиться на практике более высокого значения КПД, чем полученное усредненное значение. Для этого необходимо проведение дополнительных исследований параметров и режимов работы источников питания такого типа применительно к задачам электротепловой обработки железобетонных изделий.

Список литературы

1. Крылов Б.А. Электроразогрев бетонных смесей и перспективные области его применения // Строит. материалы. 2002. № 5. С. 8–10.
2. Руководство по прогреву бетона в монолитных конструкциях / Под ред. Крылова Б.А., Амбарцумяна С.А., Звездова А.И. М.: НИИЖБ, 2005.
3. Баженов О.А., Бобылев В.И., Миткин Ю.А., Тихов М.Е., Соколов А.М., Семенов Д.В. Разработка высоковольтного оборудования и технологии электротепловой обработки изделий токами ультразвуковой частоты: Сб. тр. Второй международной научно-практической конференции «Исследование, разработка и применение высоких технологий в промышленности» СПб, 7–9 февраля, 2006.
4. Баженов Ю.М. Технология бетона. М.: АСВ, 2002. 500 с.

Г.В. НЕСВЕТАЕВ, д-р техн. наук, Ростовский государственный строительный университет;
А.Н. ДАВИДЮК, (ktb@ktbbeton.ru) канд. техн. наук, ген. директор ОАО «КТБ ЖБ» (Москва)

Самоуплотняющиеся бетоны: прочность и проектирование состава

Согласно [1] состав самоуплотняющихся бетонов (SCC) должен удовлетворять следующим требованиям: Ц+Н = 380–600 кг/м³; М = 730–970 кг/м³; К = 750–1000 кг/м³ (Ц, Н, М, К – расход цемента, наполнителя, мелкого заполнителя, крупного заполнителя), т. е. концентрация как мелкого, так и крупного заполнителя составляет примерно 0,28–0,37, а соотношение П/Ц изменяется в пределах 1,2–2,5. Используя метод абсолютных объемов и принимая, что средняя плотность бетонной смеси составляет 2400 кг/м³, а объем вовлеченного воздуха (ВВ) – 2%, для SCC можно записать:

$$B + Ц + Н + П + Ш = \rho_{BC} = 2400, \quad (1)$$

где В, Ц, Н, П, Ш – соответственно расход воды, цемента, наполнителя, мелкого заполнителя (песка) и крупного заполнителя (щебня), кг/м³, или

$$Ц(1 + \frac{B}{Ц} + a + c + p) = \rho_{BC} = 2400, \quad (2)$$

$$\frac{Ц}{\rho_{Ц}} + B + \frac{Н}{\rho_{Н}} + \frac{П}{\rho_{П}} + \frac{Ш}{\rho_{Ш}} + ВВ = 1000, \quad (3)$$

где $a = Н/Ц$; $c = П/Ц$; $p = Ш/Ц$; $\rho_{Ц}$; $\rho_{Н}$; $\rho_{П}$; $\rho_{Ш}$ соответственно истинная плотность цемента, наполнителя, песка, плотность щебня в куске, или

$$Ц(\frac{1}{\rho_{Ц}} + \frac{B}{Ц} + \frac{a}{\rho_{Н}} + \frac{c}{\rho_{П}} + \frac{p}{\rho_{Ш}}) = 1000 - ВВ = 980. \quad (4)$$

Согласно [2] при суммарной концентрации заполнителей не более 0,55 обеспечиваются более благоприятные условия для текучести бетонной смеси, следовательно, для заполнителей:

$$\frac{cЦ}{\rho_{П}} + \frac{pЦ}{\rho_{Ш}} < 550 \quad (5)$$

и для вяжущего теста:

$$Ц(\frac{1}{\rho_{Ц}} + \frac{a}{\rho_{Н}} + \frac{B}{Ц}) > 430. \quad (6)$$

Таким образом, для системы из 4 уравнений (2, 4, 5, 6) имеем 5 неизвестных (Ц, В/Ц, а, с, ρ). Пятое уравнение представляет зависимость предела прочности бетона от В/Ц (7). Проектирование состава SCC по критерию прочности целесообразно вести с учетом влияния супер (СП) или гиперпластификатора (ГП) как на возможное изменение водосодержания смеси, а следовательно, и величину В/Ц, так и на формирование прочности цементного камня (бетона – $k_{R,SP}$) [3]. Кроме того, при использовании микрокремнезема в качестве наполнителя необходимо учитывать его влияние на повышение предела прочности бетона (k_{SF}):

$$R = k_{SF} k_{R,SP} \frac{aR_{Ц}}{(\frac{B}{Ц})^x}, \quad (7)$$

где значение k_{SF} составляет 1,1–1,3 в зависимости от дозы микрокремнезема, свойств цемента и заполнителя, а значение $k_{R,SP}$ определяется для конкретной пары цемент – СП (ГП) и может изменяться в достаточно широком диапазоне (табл.1). Это зависит от индивидуальной совместимости системы цемент – СП (ГП). Влияние СП (ГП) на формирование прочности цементного камня обусловлено как возможным избыточным воздухововлечением, поскольку 1% вовлеченного воздуха, как известно, снижает предел прочности примерно на 4%, так и влиянием СП (ГП) на процессы гидратации и структурообразование цементного камня. При чрезмерном воздухововлечении в бетонную смесь целесообразно использовать добавки, подавляющие этот процесс. Ниже будет показано, что решающим фактором является влияние СП (ГП) на процесс гидратации. Но для постоянной пары цемент – СП величина $k_{R,SP}$ является достаточно стабильной [3], т. е. есть перспектива каталогизации. В табл. 1 представлены значения $k_{R,SP}$ для некоторых СП (ГП) и цементов. Возможным влиянием добавок на формирование прочности бетона, вероятно, объясняется, помимо таких факторов, как активность цемента и качество заполнителей, значительный разброс значений прочности при постоянной величине В/Ц. На рис. 1 показана зависимость предела прочности SCC от величины В/Ц по данным [3, 5–10].

Таким образом, определив величину В/Ц из формулы (7) и решая совместно уравнения (2, 4, 5, 6), получим состав бетона. Отметим, что некоторые величины (а, с, ρ) могут быть заданы волевым решением. Так, целесообразно принимать следующий диапазон величин [4]:

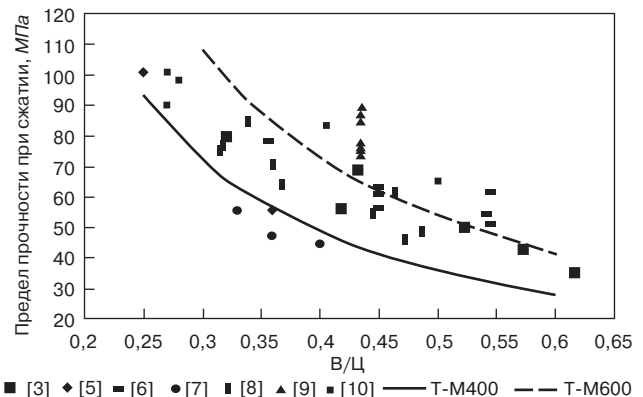


Рис. 1. Зависимость предела прочности SCC от величины В/Ц: Т – М 400; Т – М 600 – по формуле (7) при $R_{Ц} = 41$ МПа и 60,2 МПа соответственно (Т – значения прочности, определенные расчетным путем для марки цемента М400 и М600)

Таблица 1

Завод-производитель	Супер-, гиперпластификаторы						
	С-3 (СП-1)	Melment F10	Flux-1	Structuro 530	Glenium 30	Glenium 51	Бином-1
«Пролетарий»	0,84–1,14	0,87–1,14	0,74	0,86–0,99	–	1	–
«Осколцемент»	0,85–1,15	0,91–1,16	0,81–1	–	–	–	–
«Октябрь»	–	0,93–1,2	–	–	–	–	–
Белгородский цементный завод	–	–	–	1	0,93	–	–
Вольский цементный завод	–	–	–	1,05	1,01	1,07	0,55
Мальцовский цементный завод	–	–	–	0,94	0,9	0,76	0,5
Себряковский цементный завод	–	–	–	0,9	1,07	1,18	0,69

$$a = \frac{H}{Ц} = 0,15 - 0,25; \quad c = \frac{П}{Ц} = 1 - 1,4; \quad p = \frac{Щ}{Ц} = 1,25 - 2. \quad (8)$$

Предварительно водосодержание бетонной смеси можно определить по формуле:

$$B_0 = (W_{Ц}Ц + W_{П}П + W_{Щ}Щ)k_{SP}, \quad (9)$$

где B_0 – расход воды в составе бетонной смеси, л/м³; $W_{Ц}$; $W_{П}$; $W_{Щ}$ – соответственно водопотребность цемента (0,24–0,28), песка (0,04–0,08), наполнителя (0,15 – 0,3), щебня (0,02 – 0,04); $Ц$; $П$; $Щ$ – соответственно расход цемента, песка, наполнителя, щебня, кг/м³; k_{SP} – коэффициент, учитывающий влияние суперпластификатора на водопотребность бетонной смеси (0,7–0,85).

Далее с учетом текучести конкретного цемента в сочетании с конкретным СП (ГП) [4] определяется расчетное водосодержание бетонной смеси с использованием формул (3,4) из [4].

Справедливость применения формулы (7) для SCC подтверждается результатами, представленными на рис. 2 (Т – М500; Т – М400 – значения прочности, определенные расчетным путем соответственно для цементов М500 и М400). Предел призмочной прочности SCC составляет 78–86 % кубиковой.

Применение СП независимо от его вида не оказывает влияния на соотношение предела прочности при изгибе (растяжении) и сжатии во все сроки твердения (рис. 3).

Независимое от возраста бетона и вида цемента и добавок соотношение пределов прочности при изгибе и сжатии позволяет осуществлять нормирование предела прочности при растяжении для расчета конструкций по общепринятым принципам. Предел прочности при осевом растяжении может быть определен по формуле:

$$R_t = 0,3R^{0,6}. \quad (10)$$

Влияние СП на кинетику прочности индивидуально для пары цемент – СП (ГП) (рис. 4). Как известно, изменение предела прочности бетона во времени может быть описано зависимостью:

$$R_t = R_{28} \exp\left(k\left(1 - \sqrt{\frac{28}{\tau}}\right)\right), \quad (11)$$

в которой значение коэффициента k определяется типом цемента по кинетике твердения (0,2 – быстротвердеющий, $R_2/R_{28} > 0,5$; $R_{120}/R_{28} > 1,1$; 0,25 – нормально-твердеющий, $R_2/R_{28} > 0,35$; $R_{120}/R_{28} > 1,14$; 0,38 – медленно-твердеющий $R_2/R_{28} < 0,35$; $R_{120}/R_{28} > 1,22$). В соответствии с (11) могут быть определены значения R_t/R_{28} бетона любого возраста.

В связи с влиянием СП (ГП) на кинетику твердения для SCC использование зависимости формулы (10) не-

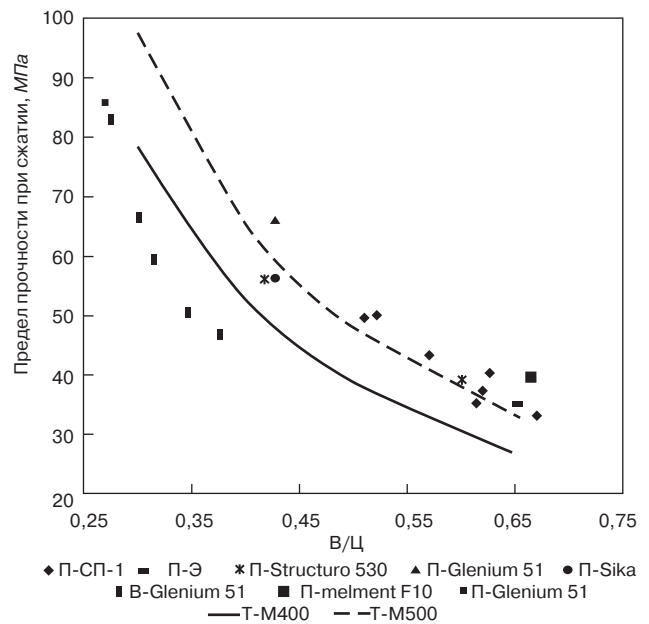


Рис. 2. Зависимость предела прочности SCC от величины В/Ц, вида цемента и добавки; П, В – соответственно цемент: «Пролетарий», «Вольскцемент»

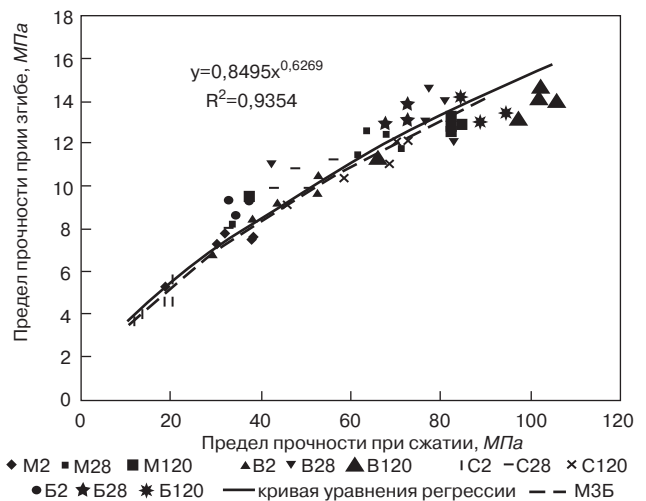


Рис. 3. Соотношение предела прочности при сжатии и изгибе мелкозернистых бетонов (МЗБ). М, В, С, Б – соответственно цемент: мальцовский, вольский, себряковский, белгородский; 2, 28, 120 – возраст бетона в момент испытаний, сут; МЗБ – зависимость по результатам испытаний 36 серий МЗБ в 2006 г. на цементах «Пролетарий» и «Осколцемент» с добавками СП-1, Melment F10 и др.

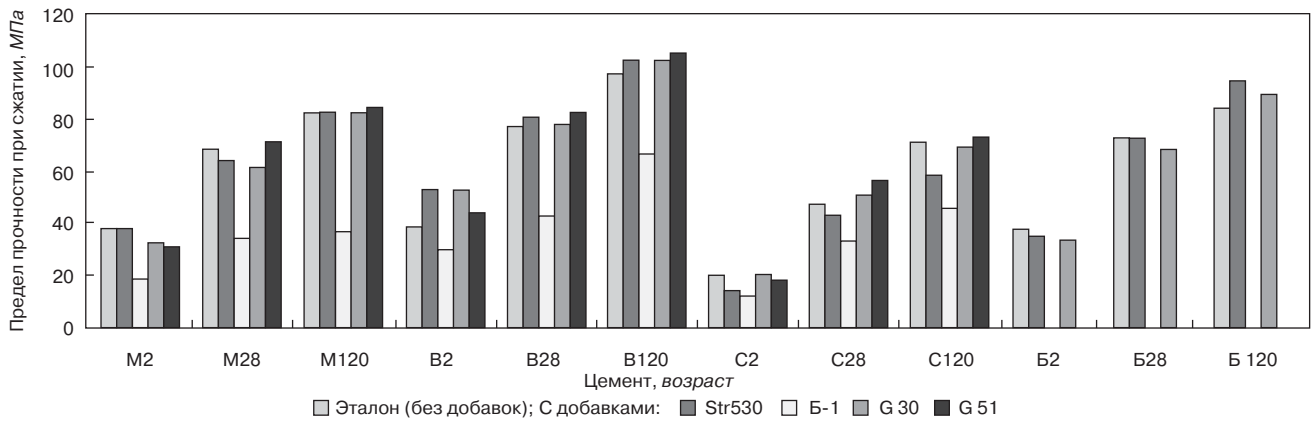


Рис. 4. Кинетика прочности бетона в зависимости от вида цемента и СП (ГП). М, В, С, Б – соответственно цемент: мальковский, вольский, себряковский, белгородский; 2, 28, 120 – возраст бетона в момент испытаний; Str530 – Structuro 530, Б1 – Бином-1, G30 – Glentium30, G51 – Glentium51

Таблица 2

СП	Соотношение пределов прочности R_t/R_{28} для цемента							
	Мальковский		Вольский		Себряковский		Белгородский	
	в возрасте, сут							
	2	120	2	120	2	120	2	120
Без добавки	0,56	1,21	0,5	1,27	0,42	1,49	0,51	1,16
Structuro 530	0,59	1,29	0,65	1,27	0,32	1,37	0,48	1,3
Бином-1	0,55	1,09	0,69	1,55	0,36	1,39	–	–
Glentium 30	0,52	1,34	0,68	1,31	0,4	1,35	0,49	1,31
Glentium 51	0,43	1,19	0,53	1,27	0,33	1,29	–	–

Таблица 3

СП	Соотношение R_{sp}/R_{Ω} для цемента											
	Мальковский			Вольский			Себряковский			Белгородский		
	в возрасте, сут											
	2	28	120	2	28	120	2	28	120	2	28	120
Structuro 530	0,99	0,94	1	1,36	1,05	1,05	0,69	0,9	0,83	0,93	1	1,12
Бином-1	0,49	0,5	0,45	0,77	0,55	0,68	0,6	0,69	0,65	–	–	–
Glentium 30	0,84	0,9	1	1,38	1,01	1,05	1,01	1,01	0,97	0,88	0,94	1,06
Glentium 51	0,8	1,05	1,02	1,14	1,07	1,08	0,92	0,92	1,03	–	–	–

* R_{sp} , R_{Ω} – соответственно предел прочности бетона с добавкой и без добавки.

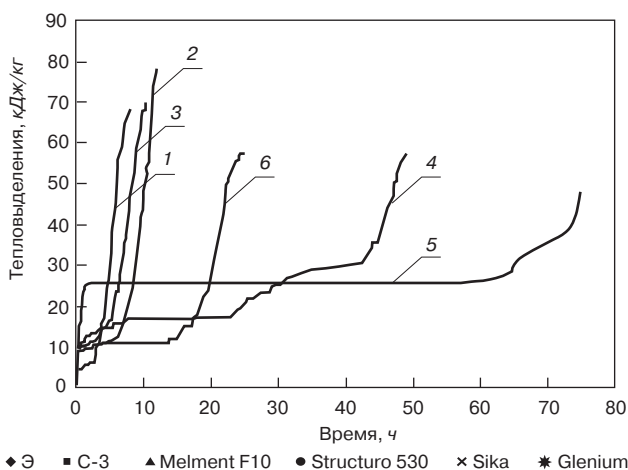


Рис. 5. Тепловыделение вольского цемента с добавками в ранний период гидратации; Э – эталон (вольский цемент без добавок)

сколькo затруднительно, поскольку в этом случае значения коэффициента k существенно зависят от возраста бетона. Представленные данные о соотношении пределов прочности R_t/R_{28} в различные сроки твердения в табл. 2 позволяют сделать вывод, что в возрасте 2 сут предел прочности может превышать 40 и даже 50% проектной, но возможны и более низкие значения в зависимости от индивидуальной совместимости цемент-добавка.

Представленные на рис. 5 данные свидетельствуют о существенном влиянии некоторых добавок на кинетику тепловыделения цемента в ранний период гидратации, что можно рассматривать как с отрицательной стороны – торможение процесса твердения в ранний период, так и с положительной – снижение опасности раннего трещинообразования массивных конструкций в ранний период вследствие высокой экзотермии.

Оценка соотношения пределов прочности цементного камня с добавками к пределу прочности эталона в различные сроки твердения позволяет ответить на вопрос о причине возможного снижения прочности при

равном значении В/Ц в присутствии добавок, проявляется ли блокирующее действие добавки на процесс гидратации или снижение прочности связано с дополнительным воздухововлечением. Как следует из данных табл. 3 и рис. 4, СП (ГП) могут:

- вызывать ускорение твердения в ранний период например Вольский ПЦ + Structuro 530 (Glenium 30);
- вызывать некоторое замедление твердения в ранний период с последующей нормализацией темпа твердения например Мальцовский ПЦ + Glenium 51; Белгородский ПЦ + Glenium 30 или Structuro 530;
- практически не влиять на кинетику твердения во все сроки например Мальцовский ПЦ + Structuro 530;
- блокировать формирование прочности во все сроки твердения например, Мальцовский ПЦ + Бином-1.

Такое влияние СП (ГП) на формирование прочности бетона позволяет сделать вывод, что в случае снижения прочности цементного камня в присутствии СП (ГП) определяющим фактором является, как правило, влияние добавки на процесс гидратации (структурообразования); снижение прочности вследствие воздухововлечения менее выражено. В благоприятных условиях твердения нарастание прочности в постпроектный период подчиняется закономерности по формуле (11) и в возрасте 120 сут составляет примерно 120–130% проектной прочности.

Список литературы

1. Баженов Ю.М., Демьянова В.С., Калашиников В.И. Модифицированные высококачественные бетоны. М.: Издательство АСВ, 2006. 368 с.
2. Несветаев Г.В. Технология самоуплотняющихся бетонов // Строит. материалы. 2008. № 3. С. 24–28.
3. Несветаев Г.В. Эффективность применения суперпластификаторов в бетонах // Строит. материалы. 2006. № 10. С. 23–25.
4. Несветаев Г.В., Давидюк А.Н., Хетагуров Б.А. Самоуплотняющиеся бетоны: некоторые факторы, определяющие текучесть смеси // Строит. материалы. 2009. № 2. С. 54–57.
5. A. Ajdukiewicz, A. Kliszczewicz, M. Wegiorz. Wplyw modyfikacji forwowania powierzchni betonu na rysoodpornosc elementow zelbetowych: «Krynica 2004»: Warszawa-Krynica, t. 3, p.p. 11–18.
6. A. Czkwianianc, J. Pawlica, D. Ulanska. Wlasciwosci mechaniczne I reologiczne betonow samozageszczalnych: «Krynica 2004»: Warszawa-Krynica, t. 3, p.p. 109–116.
7. T. Yen, K.S. Pann, S.K. Lin. Strength development of high strength high-ptformance concrete at early ages // Бетон и железобетон – пути развития: науч. тр. конф. М. 2005. т. 3. С. 81–87.
8. Житкевич Р.К., Шейнфельд А.В., Ферджулян А.Г., Пригоженко О.В. Опыт приготовления, применения и контроля высокопрочных модифицированных бетонов на объектах ЗАО «Моспромстрой» // Бетон и железобетон – пути развития: науч. тр. конф. М. 2005. Т. 3. С. 92–100.
9. Каприелов С.С., Шейнфельд А.В., Кардунян Г.С., Киселева Ю.А., Пригоженко О.В. Уникальные бетоны и технологии в практике современного строительства России // Проблемы современного бетона и железобетона. Минск: НП ООО «Стринко», 2007. Т. 2. С. 105–120.
10. Каприелов С.С., Травуш В.И., Карпенко Н.И., Шейнфельд А.В., Кардунян Г.С., Киселева Ю.А., Пригоженко А.В. Модифицированные бетоны нового поколения в сооружениях ММДЦ «Москва-Сити» // Строит. материалы. 2006. № 10. С. 13–17.



Открытое акционерное общество со 100% государственным капиталом «Конструкторско-технологическое бюро бетона и железобетона» (ОАО «КТБ ЖБ»)

ОАО «КТБ ЖБ» осуществляет свою деятельность в области строительного инжиниринга, проектирования, обследования и научно-технического сопровождения строительства. Специалисты ОАО «КТБ ЖБ» являются авторами и соавторами нормативных документов различного уровня. В нашей компании вы можете приобрести:

- ◆ МРДС 02-08 «Пособие по научно-техническому сопровождению и мониторингу строящихся зданий и сооружений, в том числе большепролетных, высотных и уникальных» – методический документ федерального значения, предназначенный для использования участниками строительного процесса в соответствии с положениями закона «О техническом регулировании» для обеспечения надлежащего качества и безопасности строительных объектов за счет применения прогрессивных технических решений, научных методов осуществления мониторинга и решения технических вопросов на всех стадиях строительства.
- ◆ РД-15.01.2007 «Сборник расценок на основные виды работ, осуществляемых при научно-техническом сопровождении строительства».

Стандарты организации:

- ◆ СТО «Бетоны. Правила контроля и оценки прочности бетона монолитных конструкций неразрушающими методами с учетом однородности».
- ◆ СТО «Бетоны. Метод определения прочности статическим вдавливанием конуса в пробы бетона».
- ◆ СТО «Бетоны. Определение прочности методом отрыва со скалыванием».
- ◆ СТО «Контроль качества арматурно-сварочных работ в железобетонных конструкциях».
- ◆ СТО «Сварные соединения арматурных стержней в монолитных железобетонных колоннах зданий и сооружений».
- ◆ СТО «Ультразвуковой контроль сварных соединений арматуры в железобетонных конструкциях».

В 1-м полугодии 2009 г. ОАО «КТБ ЖБ» выпустит

«Инструкцию по проектированию состава и определению свойств высокопрочных бетонов из самоуплотняющихся бетонных смесей»

По вопросам приобретения нормативно-технической литературы обращайтесь по адресу:

109428, Москва, 2-я Институтская ул., д.6, корп. 15а, Тел./Факс: (499) 170-00-65 Тел.: (499) 171-09-01
E-mail: ktb@ktbbeton.ru, marketing@ktbbeton.ru www.ktbbeton.ru

Реклама

В.В. ЗИМИЧ, инженер (vita2020@mail.ru),
Л.Я. КРАМАР, Б.Я. ТРОФИМОВ, доктора техн. наук, Т.Н. ЧЕРНЫХ, канд. техн. наук,
Южно-Уральский государственный университет (Челябинск)

Снижение гигроскопичности и повышение водостойкости хлормagneзиального камня путем введения трехвалентного железа

При производстве изделий на основе магнезиального вяжущего большую роль в структурообразовании искусственного камня играют растворы солей затворителей. В строительной практике в основном в качестве затворителя используют водный раствор хлорида магния. Изделия на основе хлормagneзиального вяжущего обладают рядом уникальных свойств — беспыльностью, негорючестью, низкой истираемостью и теплопроводностью, а также высокой прочностью при сжатии и изгибе. Твердение материалов на магнезиальном вяжущем протекает в естественных условиях, и уже через сутки они набирают прочность до 15–30 МПа. Но в производстве теплоизоляционных и отделочных изделий использование этих материалов ограничено вследствие низкой водостойкости и повышенной гигроскопичности.

Над улучшением этих характеристик магнезиальных материалов работали многие исследователи. Практически все работы в этом направлении связаны с использованием модифицирующих добавок: тонкомолотого кварцевого песка, цемянки, латексов, кремнийорганических жидкостей, ортофосфорной кислоты, микрокремнезема в сочетании с тальком и др. [1, 2, 3]. Большая часть работ направлена на повышение прочности, водостойкости, трещиностойкости магнезиальных материалов, в то время как их высокая гигроскопичность остается без внимания. Использование в строительстве материалов с высокой гигроскопичностью значительно снижает их эффективность, так как при эксплуатации за счет гигроскопичности повышается влажность, звуко- и теплопроводность, снижается прочность.

Гигроскопичность строительных материалов зависит от многих факторов — структуры, фазового состава камня; количества и структуры пор; температуры, относительной влажности окружающей среды и т. д.

Традиционно снижение гигроскопичности строительных материалов достигается методом окрашивания, введением гидрофобизаторов, использованием затворителей — сульфатов магния и железа, применением различных модифицирующих добавок.

Известно также, что введение в портландцемент добавок двух- и особенно трехвалентных металлов в виде солей сильной кислоты или слабого основания, таких как железо, алюминий, цинк и т. д., способствует повышению пластической прочности растворной смеси, увеличению кислотности жидкой фазы в твердеющем портландцементе и ускорению гидратационных процессов [4, 5]. Накопление некоторого количества гидроксидов железа при твердении цементного камня в присутствии железосодержащих добавок приводит к уплотнению

структуры за счет коагуляции пор и повышению водонепроницаемости. Кроме того, катионы железа, образующиеся при гидролизе железосодержащей добавки, внедряются в структуру гидратных фаз и способствуют повышению прочности камня за счет увеличения числа контактных связей [6]. Исследования магнезиальных материалов показало, что введение в состав хлормagneзиального вяжущего трехвалентного железа в виде добавки колошниковой пыли или пиритных огарков повышает подвижность магнезиальной растворной смеси, а также прочность и водостойкость камня [7, 8].

Учитывая влияние трехвалентного железа на свойства портландцемента и некоторый опыт применения его в магнезиальном вяжущем, можно предположить, что в составе хлормagneзиального камня эта добавка будет способствовать: увеличению кислотности среды и ускорению гидратации MgO вследствие активной диссоциации в растворах хлорида магния добавки трехвалентного железа; уплотнению структуры камня коагулированием пор за счет накопления в них гидроксида железа в процессе гидратации вяжущего; повышению прочности композиций за счет увеличения числа контактных связей в структуре формирующихся оксигидрохлоридов и гидроксида магния при замене в них двухвалентного Mg^{2+} на трехвалентный катион железа Fe^{3+} ; снижению влияния отрицательного заряда хлора в результате его нейтрализации катионами Fe^{3+} , что может привести к уменьшению гигроскопичности магнезиального камня.

Для проведения исследований использовали водный раствор хлорида магния плотностью 1,2–1,24 г/см³; вяжущее — порошок каустический магнезитовый ПМК–75 в соответствии с ГОСТ 1216–87, с насыпной плотностью в вибрированном состоянии 1,35 г/см³ согласно ТУ 5745-004-70828456–2005 ОАО «Уралбоксит».

При выборе железосодержащей добавки учитывали, что она должна быть в виде оксида или основания. Это обусловлено тем, что добавка оксида железа в хлормagneзиальное вяжущее, например колошниковой пыли, приводит на первой стадии гидратации к диссоциации Fe_2O_3 с образованием $Fe(OH)_3 + 3H^+$, что вызывает дополнительное повышение кислотности жидкой фазы камня и ускоряет гидратацию вяжущего. Образовавшийся $Fe(OH)_3$ диссоциирует на $Fe^{3+} + 3OH^-$, далее катионы Fe^{3+} внедряются в структуру формирующихся новообразований и изменяют свойства магнезиального камня.

На этом основании в качестве добавки выбрали железную руду (ОАО «Бакальские рудники», г. Бакал), которая состоит на 65% из Fe_2O_3 , остальная часть (35%)

включает FeO, Cr₂O₄, MnO₄, MgO и др. По данным рентгенофазового анализа, используемая в качестве добавки руда включает: гематит (Fe₂O₃), магнетит (FeFe₂O₄) с примесями магнезиоферрита (MgFe₂O₄) и хромита железа (FeCr₂O₄), купрум ферромарганцевый оксид (CuFeMnO₄) и оксид марганца (Mn₂O₃).

Для уточнения влияния выбранной железосодержащей добавки на свойства магнезиального камня и выявления ее оптимальной дозировки был спланирован и реализован двухфакторный эксперимент. В качестве значимых варьируемых факторов приняты: x – плотность водного раствора хлорида магния от 1,2 до 1,24 г/см³; y – количество добавки железной руды, изменяющееся от 0 до 20% от массы вяжущего.

Откликами служили прочность при сжатии образцов магнезиального камня в возрасте 1, 3, 14 и 28 сут твердения, гигроскопичность при 100% влажности воздуха, водостойкость в возрасте 28 сут и водопоглощение.

Для проведения исследований из теста нормальной густоты готовили образцы-балочки размером 40×40×160 мм, твердевшие при 20±5°C и относительной влажности воздуха 70±5%.

Количество измерений в серии N и коэффициент вариации V_m для разных откликов следующие:

прочность	–	N = 3, $V_m = 2,2–3,8$;
гигроскопичность	–	N = 2, $V_m = 0,1–0,2$;
водопоглощение	–	N = 3, $V_m = 3,5–3,8$;
водостойкость	–	N = 3, $V_m = 0,1–0,3$.

Результаты двухфакторного эксперимента представлены в таблице.

Математическая обработка полученных результатов позволила построить зависимости физико-механических свойств магнезиального камня от количества вводимой добавки и плотности используемого затворителя.

На рис. 1, а видно, что прочность магнезиального камня в начальные сроки твердения мало зависит от плотности затворителя и составляет 13–16 МПа. Введение в состав хлормагнезиального вяжущего добавки железной руды в количестве 5–15% приводит к значительному повышению прочности до 18–30 МПа, что можно объяснить увеличением скорости гидратации MgO и кристаллизацией структуры предпочтительно из пентооксигидрохлоридных фаз, измененных внедрением трехвалентного железа (Fe³⁺). Увеличение в составе хлормагнезиального вяжущего добавки железной руды до 20% снижает прочность камня до 25,5 МПа.

С увеличением возраста хлормагнезиального камня от 3 до 14 сут (табл. 1) происходит его упрочнение за счет

дальнейшей гидратации, кристаллизации гидратных образований и уплотнения структуры, что подтверждается ранними исследованиями [10].

Повышение прочности магнезиального камня в 28-сут возрасте при введении железосодержащей добавки и увеличении плотности затворителя связано с внедрением трехвалентного железа (Fe³⁺) в структуру пентооксигидрохлорида и гидроксида магния. Упрочнение камня происходит за счет образования в структуре гидратов дополнительных связей, с одной стороны, и уплотнения камня гидроксидом железа, образовавшимся при гидролизе добавки – с другой.

Это предположение подтверждается результатами рентгенофазового анализа.

Структура хлормагнезиального камня, модифицированного добавкой трехвалентного железа, в отличие от бездобавочного камня включает кроме пентооксигидрохлорида магния (5MgO·MgCl₂·13H₂O) оксигидроферрит магния (Mg·7Fe₃O₁₃·10H₂O), межплоскостные расстояния которых очень близки.

Расшифровка рентгенограмм показывает, что в структуре камня кроме пентооксигидрохлорида и оксигидроферрита магния присутствуют гидроксиды железа типа лепидокрокита (γ -FeO(OH)) и смешанный минерал – амакинит (MgFe(OH)₂). Кроме того, в камне, затворенном MgCl₂·6H₂O плотностью 1,2 г/см³, практически отсутствует гидроксид магния (Mg(OH)₂), хотя в бездобавочных составах его количество достигает 20–25% [10]. Из этого следует, что образование амакинита связано с внедрением катионов железа в структуру гидроксида магния.

На рентгенограммах хлормагнезиального камня с железосодержащей добавкой также отмечено снижение интенсивности отражений MgO, что говорит об ускорении гидратации вяжущего в присутствии этой добавки. Повышение степени гидратации вяжущего и дополнительное внедрение в формирующуюся структуру гидроксидов железа уплотняет магнезиальный камень и способствует повышению его водостойкости.

Анализ полученных результатов показывает (рис. 2, а), что при содержании добавки железной руды до 12,5% коэффициент размягчения повышается. Дальнейшее увеличение добавки приводит к снижению водостойкости камня, что, вероятно, связано с разрушением структуры излишним количеством гидроксида железа.

Водопоглощение магнезиального камня, характеризующее его пористость, зависит от плотности, с увеличением которой оно снижается (см. табл.).

На снижение гигроскопичности магнезиального камня в большей степени влияет железосодержащая

Плотность (x), г/см ³		Количество железной руды (y), %		Прочность при сжатии, МПа				Гигроскопичность %	Водопоглощение, %	Коэффициент размягчения
код	значение	код	значение	1 сут	3 сут	14 сут	28 сут			
–1	1,2	–1	0	13,1	38,7	42,9	43,5	7	6,7	0,56
–1	1,2	0	10	19,5	30,3	40,3	41,9	4,8	9,3	0,7
–1	1,2	+1	20	20,2	29,3	36,1	38,5	4,2	10,8	0,62
0	1,22	+1	20	24,2	30,4	40,4	48,9	5,8	4,6	0,65
+1	1,24	+1	20	25,5	34	48,9	70,4	4,5	4,7	0,7
+1	1,24	0	10	29,9	34,4	48,6	76,2	1,73	3,53	0,78
+1	1,24	–1	0	14,4	43	47,2	57,5	8	3,2	0,6
0	1,22	–1	0	13,7	42,2	45,6	50,1	8	4,8	0,58
0	1,22	0	10	33,6	40,4	49	63	1,92	4,93	0,7

добавка. Из полученной зависимости видно (рис. 2, б), что для бездобавочного камня гигроскопичность составляет 7–8 %, а введение добавки снижает ее до 1,73%. Этот эффект можно объяснить снижением отрицательного заряда оксигидрохлоридов за счет нейтрализации в них ионов хлора Cl^- катионами железа Fe^{3+} .

Частицы пентаоксигидрохлорида магния имеют отрицательный заряд, что вызывает притяжение к ним воды с образованием оболочки из диполей H_2O , ориентированных к частице положительным катионом H^+ . В результате происходит повышение гигроскопичности хлормagneзиального камня (рис. 3, а).

Введение в магнезиальное вяжущее оптимального количества трехвалентных катионов Fe^{3+} (железной руды) способствует образованию на поверхности формирующихся в процессе гидратации кристаллов новообразований мономолекулярного слоя из этих катионов. В результате отрицательный заряд частиц новообразований гасится положительным зарядом Fe^{3+} , что снижает электростатическое притяжение диполей воды и, следовательно, уменьшает гигроскопичность магнезиального камня (рис. 3, б).

Если количество введенной добавки превышает оптимальное значение, то положительно заряженные катионы Fe^{3+} , находящиеся в структуре материала в свободном состоянии, притягивают дополнительное количество диполей воды (рис. 3, в), что и вызывает повышение гигроскопичности камня. Выявлено, что для снижения гигроскопичности хлормagneзиального камня оптимальное количество добавки составляет 5–10%.

Для уточнения особенностей влияния железосодержащей добавки на структуру хлормagneзиального камня использовали электронную микроскопию и получили следующие сведения.

Бездобавочный камень, затворенный водным раствором $\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ плотностью 1,2–1,24 г/см³, уже в начальные сроки твердения имеет хорошо закристаллизованную структуру и сформирован кристаллами призматического габитуса, столчатого облика (рис. 4). При плотности затворителя 1,2 г/см³ в камне кроме пентаок-

сигидрохлорида присутствует некоторое количество гидроксида магния, что подтверждается рентгенофазовым анализом и данными ранних работ [9]. Повышение плотности затворителя до 1,22–1,24 г/см³ способствует формированию структуры камня предпочтительно из пентаоксигидрохлорида магния, что приводит к увеличению его прочности.

Введение железосодержащей добавки в состав хлормagneзиального вяжущего в количестве 5–10% способствует снижению степени закристаллизованности структуры. Это подтверждается фотографиями поверхности сколов камня в возрасте 28 суток. Структура камня в присутствии железосодержащей добавки формируется новообразованиями пластинчатого габитуса (рис. 5). Пластинки имеют малую толщину и расположены плотно друг к другу.

Локальный спектральный анализ химического состава новообразований пластинчатого габитуса в исследуемом камне с 10% добавки железной руды выявил присутствие в нем железа, что подтверждает предположение о замещении в структуре пентаоксигидрохлорида и гидроксида магния части катионов магния трехвалентными катионами железа. Подтверждением этого является присутствие в модифицированном хлормagneзиальном камне оксигидроферрита магния и амакинита, обнаруженных на рентгенограммах.

Кроме того, отмечено, что существующие в камне поры и трещины в процессе твердения постепенно зарастают новообразованиями. Локальным рентгеноспектральным анализом выявлено, что эти кристаллогидраты представлены предпочтительно пентаоксигидрохлоридом магния, не включающим в структуру катионов железа. Этот факт позволяет утверждать, что внедрение катионов железа в структуру новообразований происходит в начальный период гидратации и твердения вяжущего, при переходе золь в гель, т. е. при формировании зародышей и росте кристаллов.

Проведенные исследования позволяют сделать следующие выводы:

– для повышения прочности и водостойкости хлормagneзиального камня при одновременном снижении

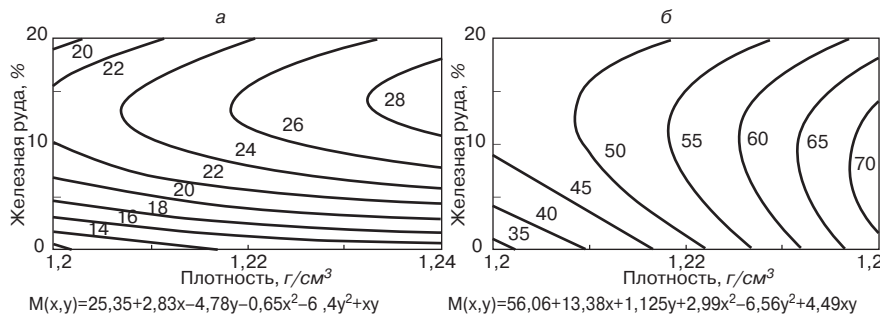


Рис. 1. Влияние плотности затворителя и количества вводимой добавки на прочность магнезиального камня: а – прочность камня в 1-е сутки; б – прочность камня в 28-е сутки

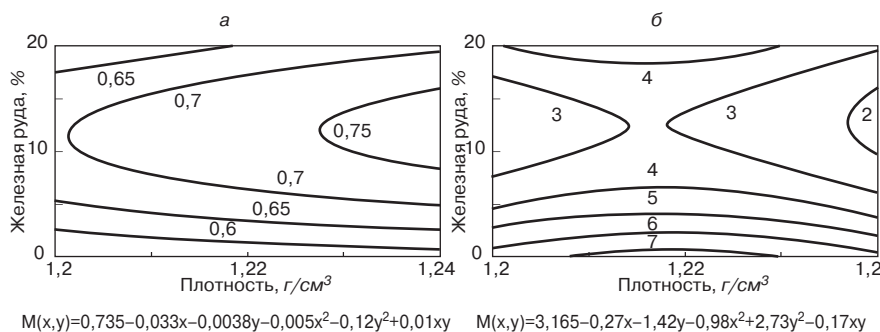


Рис. 2. Влияние плотности затворителя и количества вводимой добавки на водостойкость и гигроскопичность магнезиального камня: а – коэффициент размягчения; б – гигроскопичность

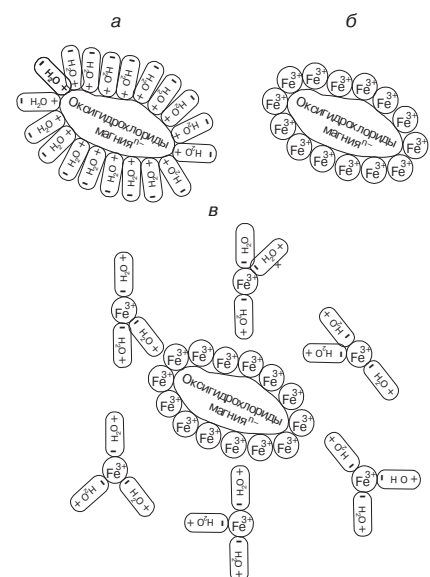


Рис. 3. Влияние добавки железной руды на гигроскопичность хлормagneзиального камня: а – образование молекулярных слоев вокруг сольватов гидроксидов; б – образование мономолекулярного слоя при оптимальном содержании добавки железной руды; в – образование мономолекулярного слоя при избыточном содержании добавки железной руды

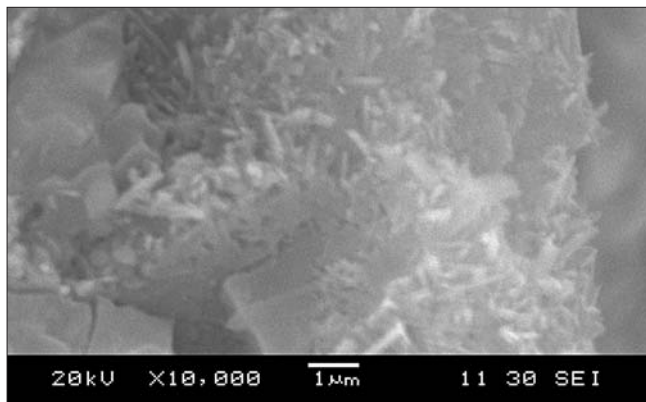


Рис. 4. Электронная микроскопия бездобавочного хлормagneзиального камня, полученного затворением магнезиального вяжущего водным раствором хлорида магния плотностью 1,24 г/см³

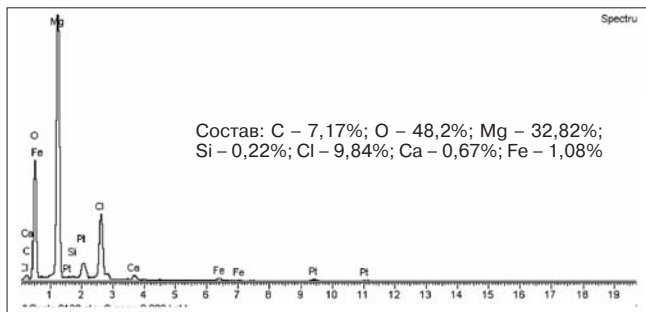
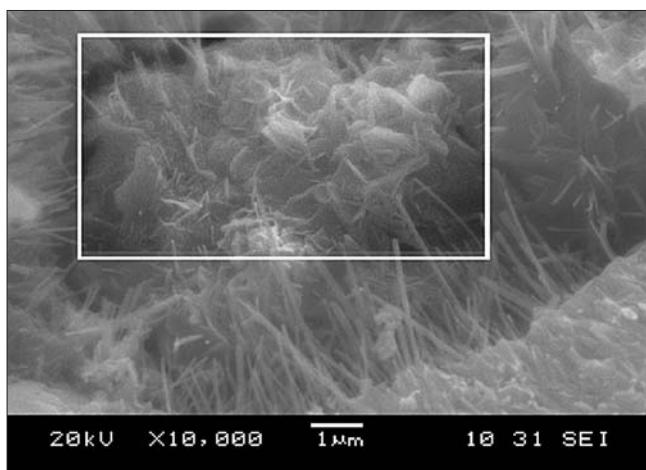


Рис. 5. Снимок скола хлормagneзиального камня с локальным спектральным анализом, содержащего добавку железной руды в количестве 10%, плотность затворителя 1,2 г/см³

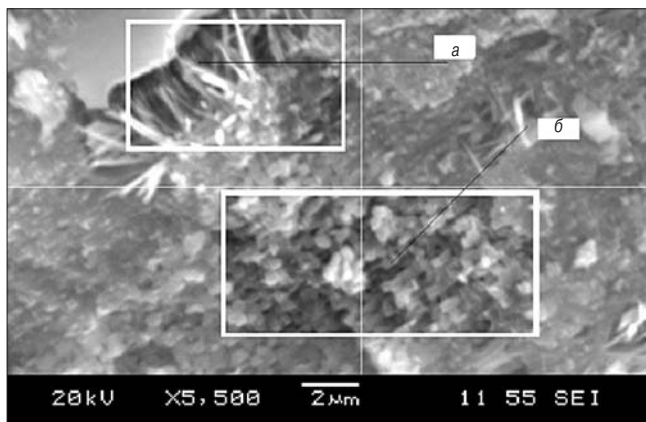


Рис. 6. Снимок скола хлормagneзиального камня, содержащего добавку железной руды в количестве 10% при плотности затворителя 1,22 г/см³ (а) и (б)

его гигроскопичности перспективно использование добавки трехвалентного железа в виде оксида;

– для хлормagneзиального вяжущего при использовании затворителя с плотностью 1,22–1,24 г/см³, оптимальным количеством добавки трехвалентного железа является 5–10% от массы MgO, в этом случае формируется камень с гигроскопичностью не выше 2%, водопоглощением не более 4% при прочности не менее 75 МПа и водостойкости до 0,78;

– структура хлормagneзиального камня в присутствии добавки трехвалентного железа Fe³⁺ формируется пентаоксигидрохлоридом, оксигидроферритом магния, гидроксидом железа (лепидокрокитом) и железомagneзиевым гидроксидом (амакинитом), при этом встраивание в новообразования катионов железа происходит в начальный период твердения, на стадии перехода растворной смеси из золя в гель;

– значительный рост прочности хлормagneзиального камня, содержащего оптимальное количество добавки железной руды, в 1-е сутки твердения объясняется увеличением скорости гидратации вяжущего и изменением его структуры;

– внедрение катионов Fe³⁺ в кристаллы пентаоксигидрохлорида магния изменяет структуру камня и приводит к повышению прочности в возрасте 28 сут твердения с 57 до 76 МПа;

– структура бездобавочного хлормagneзиального камня хорошо кристаллизована и представлена в основном кристаллами призматического габитуса; введение Fe₂O₃ приводит к снижению закристаллизованности новообразований и формированию более плотной структуры в виде тонких пластин, прилегающих друг к другу;

– значительное снижение гигроскопичности хлормagneзиального камня, содержащего катионы трехвалентного железа, происходит за счет нейтрализации отрицательного заряда оксигидрохлоридов магния положительным зарядом Fe³⁺, а также благодаря снижению электростатического притяжения диполей воды.

Список литературы

1. Килессо С.И., Иванова М.И. Пеномагнезит, его свойства и технология производства. М.: Изд. коммунального хозяйства РСФСР, 1974. 30 с.
2. Верещагин В.И., Сиренькая В.Н., Филина С.В. Поиск и оценка физико-химических критериев, определяющих создание водостойких композиций цемента Сореля с силикатными компонентами // Известия вузов. Строительство. 1994. № 11. С. 70–75.
3. Нурджин С.В., Крамар Л.Я., Трофимов Б.Я. Эффективные бетоны на модифицированном магнезиальном вяжущем: Сб. научн. трудов международной конференции. Пенза, 2003. С. 356.
4. Ратинов В.Б., Розенберг Т.И., Алимов Ш.С. Исследование механизма действия гидролизующихся солей в качестве добавок в бетон // Строительные материалы и силикатная промышленность. НРБ. 1968. С. 3–9.
5. Розенберг Т.И., Алимов Ш.С. и др. Исследование трехвалентных солей железа в качестве добавок – ускорителей твердения бетона // Тр. Междунар. симпозиума по добавкам в раствор и бетон РИЛЕМ, 1967. С. 171–180.
6. Ратинов В.Б., Розенберг Т.И. Добавки в бетон. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Стройиздат, 1989. 188 с.
7. Горбачева М.И. Сырьевая смесь. А. с. 2130437 РФ // Опубл. 06.04.1998, кл. С 04В 9/00.
8. Усов М.В. Способ изготовления строительных изделий на магнезиальном вяжущем. А. с. 734160 РФ // Опубл. 1980, кл. С 04В 28/30.
9. Крамар Л.Я., Черных Т.Н., Трофимов Б.Я. Особенности твердения магнезиального вяжущего // Цемент и его применение. 2006. № 5–6. С. 21–24.

В.В. РУСИНА, канд. техн. наук, Е.О. ГРЫЗЛОВА, инженер (smit@brstu.ru),
Братский государственный университет (Иркутская обл.)

Особенности состава и свойств отвальной золошлаковой смеси

На территории России основным источником тепловой энергии являются ТЭЦ, в результате работы которых ежегодно образуется более 50 млн т зол и шлаков, а в золоотвалах уже скопилось около 1,5 млрд т золошлаковых отходов (ЗШО). Иркутская энергосистема – одна из крупнейших в стране. За 50 лет работы тринадцати ТЭЦ ОАО «Иркутскэнерго» на территории площадью около 2 тыс. га накоплено более 76 млн т ЗШО. При этом на подавляющем большинстве предприятий применяется система совместного гидроудаления золы и шлака в отвал в виде золошлаковой смеси (ЗШС), что существенно осложняет задачу дальнейшего использования ЗШО. Объем реализации ЗШО «Иркутскэнерго» в качестве вторичного сырья составляет не более 6–10%, что не может привести к заметному сокращению накопленных отходов. Целью работы являлось исследование отвальной ЗШС ОАО «Иркутскэнерго» (на примере ТЭЦ-6 г. Братска) для производства вяжущих и бетонов.

На ТЭЦ-6 при сжигании бурого угля КАТЭК, преимущественно Ирша-Бородинского угольного разреза, образуются зола-унос и топливный шлак, которые затем совместно удаляются гидравлическим способом в отвал, образуя ЗШС, ежегодный выход которой достигает 70–110 тыс. т. Естественная влажность ЗШС 15–40%, что позволяет перевозить ее автомобильным транспортом к объектам потребления.

Отвальная ЗШС – это сыпучий дисперсно-кусковой материал серого цвета с желто-зеленым оттенком, с включением зерен темного, почти черного цвета. Размер частиц, преимущественно, до 10 мм. Однако встречаются куски размером до 40 мм, имеющие тусклый серый цвет с желтым оттенком и представляющие собой слежавшиеся и скомковавшиеся в отвале зольные частицы размером менее 0,315 мм.

Шлаковая составляющая ЗШС – плотные, неправильной формы темного, иногда даже черного цвета, гранулы размером 0,315–10 мм. Гранулометрический состав ЗШС, %: 0–0,315–2,1; 0,315–0,63–16,6; 0,63–1,25–38,2; 1,25–2,5–22,6; 2,5–5–10,4; 5–10–10,1. По результатам проверки зернового состава установлено, что полный остаток на сите 063 78–92%, а модуль крупности 3,7–4,1, что позволяет отнести ЗШС (фракции 2,5–0,315 мм) к пескам повышенной крупности. Марка шлакового щебня по прочности в зависимости от потерь массы при определении дробимости ($D_r=15\%$) составляет 80 МПа (ГОСТ 8267–93 «Щебень и гравий из плотных горных пород для строительных работ»).

Удельная активность естественных радионуклидов ЗШС составляет в среднем 113 Бк/кг и не превышает 142 Бк/кг, что подтверждает возможность ее применения во всех видах строительства в неограниченном количестве.

Комплексное изучение ЗШС проводилось с помощью химического, рентгенофазового (РФА) и дифференциально-термического анализов (ДТА).

По результатам РФА, выполненного на установке ДРОН-3, в ЗШС преобладающей является рентгеноаморфная фаза. Кристаллическая фаза представлена не-

большим количеством кварца, кальцита, глинистых и клинкерных минералов, CaO_{cb} . В некоторых случаях отмечалось присутствие окерманита, пироксена, муллита и магнетита. ДТА, выполненный на дериватографе Q-1500Д, подтвердил полученные данные. Однако, поскольку свойства ЗШС, прежде всего, зависят от соотношения зольной и шлаковой составляющих, то для более детальных исследований были выполнены РФА и ДТА отдельно взятых составляющих ЗШС (золы и шлака). На рентгенограмме золы отмечены четкие дифракционные отражения, соответствующие кварцу, кальциту, CaO_{cb} , клинкерным минералам и дегидратированным остаткам глины. Шлаковая составляющая ЗШС представлена в основном шлаковым стеклом.

В табл. 1 приведен химический состав ЗШС и ее составляющих. Как видно, исследуемая ЗШС характеризуется высоким содержанием CaO , в том числе – CaO_{cb} , который сосредоточен в золе. Однако в целом по химическому составу ЗШС и отдельные ее составляющие представляют собой кислое алюмосиликатное сырье. Порошки проб ЗШО слабо гидратируются водой и самостоятельно не твердеют.

Таким образом, все выполненные исследования позволяют отметить некоторые характерные особенности ЗШС. Первая особенность заключается в том, что в отличие от зол и шлаков, ЗШС – это более сложный, комплексный полидисперсно-кусковой материал, состоящий сразу из двух (различных по составу и свойствам) компонентов. Вторая особенность – способ удаления и место хранения отхода: исследуемая ЗШС отвальная и следовательно, частично уже гидратирована и карбонизирована, а также загрязнена глинистыми примесями. Третья особенность – химический состав: с одной стороны, этот отход относится к высококальциевому (по содержанию CaO), а с другой стороны, ЗШС (по модулю основности) – кислое сырье.

Особенности состава и свойств отвальной ЗШС существенно осложняют, а иногда и делают невозможным без дополнительной обработки применение этого отхода в производстве строительных материалов и изделий. Для более полной гидратации алюмосиликатного сырья необходимо введение щелочного компонента. Причем для кислых ЗШО наиболее целесообразным является использование жидкого стекла. В этом случае формируется камень повышенной плотности, образуются более низкоосновные, чем в вяжущих на несиликатных щелочных компонентах, гидратные фазы, а вяжущие отличаются повышенной скоростью набора прочности и высокой конечной прочностью [1].

При использовании зол и ЗШС от сжигания углей КАТЭК, применение жидкого стекла малоэффективно. Это связано с тем, что отечественная промышленность производит жидкое стекло (ГОСТ 13078-81 «Стекло натриево-жидкое. Технические условия») с высокими значениями силикатного модуля ($n=2,3-3,6$) и сравнительно узким диапазоном свойств ($\rho > 1300 \text{ кг/м}^3$, $pH=11-12$). Поэтому при использовании такого жидкого стекла совместно с высококальциевыми золами или

Таблица 1

Вид золошлаковых отходов	Массовое содержание компонентов, %								Модуль основности
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	R ₂ O	CaO _{общ}	CaO _{св}	MgO	SO ₃	
ЗШС	47,96	8,57	6,72	0,57	26,42	6,4	2,92	0,44	0,59
Зольная составляющая ЗШС	40,31	8,64	6,46	0,83	29,63	9,4	3,80	0,93	0,68
Шлаковая составляющая ЗШС	66,25	7,92	5,28	3,82	13,95	–	2,12	0,66	0,27

ЗШС из-за коагуляции коллоидного SiO₂ жидкого стекла катионами-коагулянтами Ca²⁺, содержащимися в ЗШО, вяжущие характеризуются чрезвычайно короткими сроками схватывания: начало схватывания наступает через 3–7 мин. Перспективным можно считать использование жидкого стекла, синтезируемого из многотоннажного отхода ферросплавного или кремниевое производство – микрокремнезема [2].

Микрокремнезем Братского завода ферросплавов представляет собой тончайшую пыль, улавливаемую при газоочистке плавильных печей. Отход состоит из аморфного SiO₂ (80–95%) и кристаллических примесей в форме графита и карбида кремния (5–20%), характеризуется небольшой насыпной плотностью (120–420 кг/м³), высокой удельной поверхностью (2500–3500 м²/кг) и малым размером частиц (до 200 мкм). Синтез жидкого стекла осуществляется по авторской методике путем прямого растворения микрокремнезема в щелочном растворе при температуре 85–95°С и атмосферном давлении [2].

Полученное жидкое натриевое стекло (вязкая сиропообразная жидкость черного цвета) отличается от промышленного жидкого стекла из силикат-глыбы не только более широким спектром свойств (n=1–4, ρ=1200–1500 кг/м³, pH=11,21–14), но и наличием равномерно распределенных по всему объему кристаллических примесей – высокодисперсных частиц графита и карбида кремния.

При затворении жидким стеклом из микрокремнезема молотой ЗШС или ее зольной составляющей, получены золошлакощелочное вяжущее (ЗШЩВ) и золощелочное вяжущее (ЗЩВ) соответственно. Для определения сроков схватывания вяжущих готовили тесто нормальной густоты из жидкого стекла (n=1–3; ρ=1280–1450 кг/м³) и молотой ЗШС или ее зольной составляющей. Расход жидкого стекла для достижения нормальной густоты – 40–78% от массы алюмосиликатного компонента. Начало схватывания ЗШЩВ и ЗЩВ – 35–45 мин.

Активность и водостойкость исследуемых вяжущих определяли на образцах-балочках размером 4×4×16 см при соотношении Зольная составляющая ЗШС (или тонкомолотая ЗШС) : кварцевый песок = 1 : 3. Расход жидкого стекла был различным в зависимости от силикатного модуля и плотности жидкого стекла для достижения постоянной консистенции растворной смеси (по распылу конуса на встряхивающем столике 106–115 мм). При этом установлена активность ЗШЩВ до 55 МПа, а ЗЩВ – до 30 МПа, а водостойкость (по коэффициенту размягчения) соответственно – 1,1–1,3 и 0,9–1,1.

Морозостойкость ЗЩВ и ЗШЩВ, оцениваемая в мелкозернистых бетонах на образцах-балочках размером 4×4×16 см состава Зольная составляющая ЗШС (или ЗШС) : кварцевый песок = 1 : 3 при расходе жидкого стекла (n=1, ρ=1350–1400 кг/м³) 0,6 или 0,55 массовых частей, составила более 200 и 300 циклов соответственно.

Коррозионная стойкость исследуемых вяжущих, устанавливаемая в мелкозернистых бетонах, имеющих состав Зольная составляющая ЗШС (или тонкомолотая ЗШС) : кварцевый песок = 1 : 3, при расходе жидкого стекла 0,7; 0,8; 0,9; и 1,0 массовых частей (n=1,

ρ=1260–1450 кг/м³), составляет более 0,8 (по коэффициенту стойкости).

Жаростойкость ЗЩВ и ЗШЩВ изучалась на мелкозернистых бетонах, в которых в качестве заполнителя использовался отсев от дробления диабазов фр.<5мм (включая пылевидную часть). При приготовлении бетонной смеси соотношение «Тонкомолотая ЗШС (или ее зольная составляющая) : отсев диабазов» составляло 1:1; 1:2; 1:3. Расход жидкого стекла – 0,7; 0,8; 0,9 и 1 массовые части. Жаростойкость полученных бетонов составила до 1000°С.

Широкий спектр значений силикатного модуля (n=1–4) жидкого стекла из микрокремнезема позволяет полностью реализовать потенциальные возможности отвальной ЗШС. Результаты РФА, ДТА и электронно-микроскопического анализа показали, что при взаимодействии молотой отвальной ЗШС (или ее зольной составляющей) и жидкого стекла из микрокремнезема формируются низкоосновные гидросиликаты кальция группы CSH(V) и цеолитоподобные минералы, обуславливающие получение вяжущих с достаточно высокими физико-механическими и специальными свойствами. Однако для обеспечения прочности и долговечности бетонов необходимо не только более полное использование энергии гидравлических вяжущих веществ, но и упрочнение контактных зон цементного камня с заполнителем.

Для этого в качестве заполнителя использовали шлаковую составляющую отвальной ЗШС фракции 0,315–5 мм. За сравнительный вариант принимали бетон также на основе ЗШЩВ, но заполнителем в котором был кварцевый песок фр. 0,315–5 мм. Составы бетонных смесей и характеристики жидкого стекла были одинаковы. Из бетонной смеси изготавливали образцы-балочки размером 4×4×16 см, которые после пропаривания подвергали испытаниям на коррозионную стойкость. Одна часть образцов каждого вида (на кварцевом песке и на шлаковом песке) после ТВО убиралась в воду, а другая часть – в 5% раствор H₂SO₄. После выдерживания образцов в течение 30 сут в обеих средах производилось взвешивание и испытание на прочность. Коррозионная стойкость исследуемого материала устанавливалась по изменению массы и коэффициенту стойкости – изменению предела прочности при изгибе по формуле: Kс=R_{изг} (после кислоты)/R_{изг} (после воды).

Таблица 2

Свойства бетона	Вид заполнителя	
	Бетон на кварцевом песке	Бетон с использованием шлаковой составляющей ЗШС
Прочность при сжатии после ТВО, МПа	14,6	15,7
Прочность при сжатии после ТВО и выдержки в 5% растворе H ₂ SO ₄ , МПа	13,1	20,5
– изменение массы (Δm), %	–1,5	+0,9
– коэффициент стойкости (Kс)	0,93	1,2

Бетон на основе шлаковой составляющей ЗШС, характеризуется высокой стойкостью в растворе кислоты (табл. 2). Причем, после оптимизации зернового состава шлакового заполнителя получен бетон с более высокими показателями свойств: прочность 30–35 МПа, коэффициент стойкости до 1,25. Жидкое стекло не только взаимодействует с тонкодисперсной составляющей вяжущего, но и со шлаковой составляющей ЗШС (по поверхности частиц) с дополнительным образованием характерных для ЗШЩВ низкоосновных гидросиликатов кальция группы CSH(V) и цеолитоподобных минералов. В результате контактная зона, как таковая, отсутствует, а заполнитель становится составляющей цементной матрицы, что заметно снижает проницаемость бетона. Дополнительное формирование водо- и химически стойких новообразований способствует уплотнению структуры бетона. Кроме того, глинистые примеси, содержащиеся в ЗШС, способны вступать в химическое взаимодействие с компонентами ЗЩВ и ЗШЩВ с образованием цеолитоподобных минералов.

Аналогичные приемы применены и при получении жаростойких бетонов. Прежде всего, использовалась способность гидратных новообразований ЗШЩВ и ЗЩВ к перекристаллизации в безводные вещества без развития значительных напряжений в структуре обожженного цементного камня. Кроме того, шлаковая составляющая ЗШС, представляющая собой алюмосиликатное сырье, активно взаимодействует по поверхности частиц с жидким стеклом с дополнительным образованием цеолитоподобных минералов, обладающих высокой стойкостью к воздействию высоких температур. И наконец, использование в качестве заполнителя шлаковой составляющей отвалной ЗШС бла-

гоприятно сказывается на жаростойкости бетона, так как шлак уже в период своего образования прошел высокотемпературную обработку и поэтому мало подвержен температурным деформациям, а одна природа и близкие составы заполнителя и алюмосиликатного компонента вяжущего обуславливают близкие значения коэффициентов температурного расширения. Результаты выполненных исследований показывают, что использование шлаковой составляющей отвалной ЗШС в качестве заполнителя в бетоне эффективно, так как позволяет получить материал с остаточной прочностью (при T до 1000°C) 90–109%.

Таким образом, выполненные эксперименты показали, что отвалная ЗШС ОАО «Иркутскэнерго» может быть эффективно использована в качестве заполнителя (шлакового песка) в мелкозернистых кислото- и жаростойких бетонах, а в тонкомолотом состоянии – как алюмосиликатный компонент ЗШЩВ для бетонов различного назначения, что позволит решить не только экологические, но и экономические вопросы. На участке отдела капитального строительства ОАО «Братск-комплексхолдинг» была выпущена опытная партия плит размером 400×400×80 мм, которая в настоящее время успешно эксплуатируется на участке пола промышленного цеха.

Список литературы

1. Производство бетонов и конструкций на основе шлакощелочных вяжущих/Под ред. В.Д. Глуховского. Киев: Будівельник, 1988. 144 с.
2. Русина В.В. Жидкое стекло из микрокремнезема // Известия вузов. Строительство. 2004. № 9. С. 122–125.

Международная конференция

Повышение безопасности зданий и сооружений в процессе строительства и эксплуатации

9-10 июня 2009 г.

Москва

Организаторы конференции: Ассоциация строителей России, Всемирная Академия Наук Комплексной Безопасности, Союз проектировщиков России, Ассоциация предприятий архитектурно-строительного и жилищно-коммунального комплекса «АСКОМ», специализированная компания по безопасности в строительстве «ВЕЛД»

Программа конференции

Пленарное заседание по теме

- безопасность в строительном комплексе
 - законотворческая деятельность
 - создание центров управления кризисными ситуациями, прогнозирования и мониторинга рисков
 - деятельность надзорных органов
 - межрегиональная программа обеспечения безопасности

Круглые столы

- «Обследование, эксплуатация, мониторинг, паспортизация зданий и сооружений»
- «Высотное и сейсмостойкое строительство. Повышение безопасности зданий и сооружений»
- «Спортивные сооружения и курортные зоны»
- «Проблемы саморегулирования в проектировании»

Оргкомитет

АСКОМ, тел./факс: (495) 708-25-79, 708-25-41, E-mail: rom-askom@mail.ru
 ВАН КБ, тел.: (495) 225-50-42, 437-91-49, E-mail: info@vankb.ru
 Союз проектировщиков, тел.: (495) 744-03-74, 744-03-79, E-mail: iso@pi2.ru
 Компания «ВЕЛД», тел. (495) 646-98-22, 984-25-12, E-mail: moscow@weld.su



К 70-летию А.К. Гончарова

Анатолий Константинович Гончаров родился 3 июня 1939 г. в городе Ростов-на-Дону. В 1961 г. закончил Куйбышевский инженерно-строительный институт им. А.И. Микояна. В 1963 г. поступил в аспирантуру в Институт строительной физики, где защитил диссертацию и работал под руководством д. т. н. проф. О.Е. Власова. Занимался разработкой расчетных реологических моделей по долговечности наружных стен зданий, исследовал процессы теплопередачи через фрагменты стен в термобарокамере.

С 1979 г. А.К. Гончаров — ведущий научный сотрудник ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко, затем руководитель отдела мониторинга в конструкторском и технологическом бюро по железобетону. Занимается несущими и ограждающими конструкциями высотных зданий и сооружений, экспертизой строительного-монтажных работ с применением приборов и методов неразрушающего контроля.

Анатолий Константинович — исполнительный директор оргкомитетов двух международных конгрессов и выставок, автор более 50 опубликованных работ.

Проводил исследования, способствующие внедрению ячеистого бетона в районы Крайнего Севера, разработке, исследованию и внедрению индустриальных каменных конструкций и грунтоблоков.

В последние годы при его участии созданы нормативные документы по научно-техническому сопровождению строительства высотных зданий и сооружений.

В настоящее время является генеральным директором ЗАО «КТБ ЖБ» и осуществляет мониторинг строительства высотных зданий и уникальных сооружений (высотное здание Триумф-Палас, комплекс высотных зданий Воробьевы Горы, концертный зал в Барвихе, всепогодный горнолыжный спуск в г. Красногорске и др.), оказывает научно-техническую помощь в процессе их строительства.

Редакция и редакционный совет журнала, коллеги поздравляют Анатолия Константиновича Гончарова с юбилеем и желают ему крепкого здоровья и дальнейших творческих успехов.

УДК 624.9

А.К. ГОНЧАРОВ, канд. техн. наук, генеральный директор ЗАО «КТБ ЖБ»;
 В.А. КОЗЕЙЧУК, советник Мосгосстройнадзора;
 Д.А. НАРЫШКИН, инженер, ОАО «КТБ ЖБ» (Москва)

Опыт наблюдений за строительством высотных зданий

Массовое строительство высотных зданий в России, в том числе в Москве, началось несколько позже, чем в технически развитых США и странах Европы, а также в развивающихся странах, в основном Юго-Восточной Азии, Японии и Китае. Хотя в Советском Союзе возводили культовые и высотные здания (так называемые «сталинские высотки» в Москве), это единичные сооружения, которые были знаком времени. Основной задачей в XX в. в Советском Союзе было обеспечение людей отдельными квартирами.

Современному строительству высотных зданий в Москве предшествовал ряд разработок в следующей исторической последовательности.

Первые небоскребы появились в США в конце XIX в. Одно из первых зданий-небоскребов Equitable Life Building было построено в Нью-Йорке в 1870 г., но оно погибло от пожара в 1912 г.

В 1880 г. был изобретен электрический лифт, в эти же годы были разработаны каркасные схемы из металлоконструкций для многоэтажных домов, что способствовало развитию высотных зданий, которое было бы невозможно при старых конструктивных схемах зданий из каменной кладки, хотя культовые христианские сооружения из каменной кладки имеют внушительную высоту. Например, колокольня Ивана Великого на территории Московского Кремля — 81 м, высота готического собора в г. Ульме, Германия, 161 м.

С развитием науки и техники развивалась и культура строительного производства, а также применение новейших разработок инженерных систем, вызванное повышением требований к уровню качества бытовых удобств. Возникли более совершенные методы очистки воды, подъемные механизмы, кондиционирование, системы отопления и воздухообмена, современные информационные сети и множество других удобств и технических решений, способствующих повышению комфортабельности и капитальности высотных зданий.

В качестве фундаментов высотных зданий теперь используют фундаментные плиты, а также свайно-плитные фундаменты, фундаменты коробчатого типа, способные выдерживать большие нагрузки от вертикальных несущих конструкций и имеющие повышенную изгибную жесткость.

В середине XX в. при проектировании и строительстве нового района Дефанс в Париже была принята схема несущего каркаса из железобетона, а подземная часть застройки была выполнена в виде многоярусной этажерки. Следует отметить, что наиболее существенным научно-техническим достижением явилось проектирование и строительство в Японии сейсмостойких высотных зданий.

За рубежом для облегчения нагрузки на фундаменты в перекрытиях высотных зданий стали применять

конструкционные легкие бетоны прочностью до В60 с повышенной на 300–500°C температурой огнестойкости и повышенной маркой водонепроницаемости. Вертикальные железобетонные несущие конструкции стали изготавливать из тяжелых бетонов высокой прочности (до В80).

В настоящее время центрами возведения высотных зданий являются Гонконг, Сингапур, Куала-Лумпур, Абу-Даби, Дубай и др.

Необходимо отметить, что высотные здания являются дорогостоящими и поэтому требования к их архитектуре должны быть повышенными. В качестве примера новаторского решения можно привести высотное здание Бурж-аль-Араб.

Бесспорно, что оригинальность и архитектурная выразительность проектов увеличивает количество сторонников строительства высотных зданий в Москве.

Для проектирования и строительства высотных зданий получили распространение модульные и структурно-модульные фасадные конструкции, состоящие из светопрозрачных и непрозрачных модулей (рис. 1).

Воздействия ветра и дождя на высоте более 100 м могут быть очень значительными. Так, по данным австрийских норм DIN 1055 T4, максимальные усилия отрыва ограждающих конструкций в угловых местах высотного здания должны быть предусмотрены при проектировании со значением 260 кг/м². Известно, что светопрозрачные ограждающие конструкции на башне Федерация испытывают в стендовых условиях при одностороннем давлении воздуха до 375 кг/м². И если сертифицированных значений прочности стекла и герметичности соединений достигают в заводских условиях, то надежность крепления ограждающих конструкций на объекте обеспечивается специалистами монтажных организаций. Однако выполнение анкерных креплений в натуральных условиях является довольно сложной задачей для специалистов-монтажников, так как внешний контур железобетонного каркаса здания, к которому крепятся светопрозрачные заводские конструкции, иногда имеет существенные отклонения от предусмотренного проектом. Расчетные характеристики элементов светопрозрачных конструкций вентилируемого фасада, требования технических свидетельств на эти системы, определение фактических нагрузок на крепежные элементы, химические и прочностные характеристики примененных изделий – вот краткий перечень технических требований, которые должны проверяться при строительном контроле. Однако технический надзор заказчика зачастую не имеет специальных навыков, а срок выполнения работ субподрядной организацией ограничен сроками строительства. Таким образом, недоработки строительного контроля могут также способствовать снижению качества выполненных работ и впоследствии привести к судебным искам.

Особенностями проектирования и строительства высотных зданий в Москве являются учет продолжительного зимнего периода и отсутствие скальных пород в основании, что вызывает необходимость разработки новых методов расчета и технических решений в области строительных материалов и конструкций. Рекомендаций СНиПов и ГОСТов, отражающих старый опыт строительства в СССР, уже недостаточно. Возникает необходимость привлечения научных подразделений и высококвалифицированных специалистов, способных оказать научно-техническую помощь и сопровождение проектирования и строительства высотных зданий.

Высотное строительство в Москве связано с определенным риском из-за насыщенности действующих инженерных коммуникаций и ветхости близлежащих

зданий. В таких условиях строительство с глубокими котлованами требует особого, тщательно обоснованного подхода к устройству подземной части здания. Стандартная система распорок ограждающих конструкций котлована иногда просто неприемлема. Метод по устройству конструкций подземной части, основанный на технологии Up&Down, которая позволяет параллельно вести возведение надземной части – оказался актуальным не только с точки зрения безопасности, – но и с точки зрения сокращения сроков строительства (строительство отеля «Ритц-Карлтон де люкс»).

Московские городские строительные нормы («Основания, фундаменты и подземные сооружения» МГСН 2.07–01) предусматривают требования по креплению стенок котлована с целью обезопасить окружающую застройку. Радиус зоны влияния на нее котлована глубиной, например, $H = 20$ м составит $5H = 100$ м при использовании для ограждения котлована «стены в грунте» с креплением ее анкерами; а при варианте без анкеров, но с верхним железобетонным перекрытием радиус влияния составит $2H = 40$ м. Таким образом, при строительстве в стесненных условиях возникла новая технология Up&Down – строительство подземной части в глубоких котлованах, которая предусматривает возведение нулевого цикла под защитой перекрытия, так как перекрытие в данном случае выполняется в виде дисков с огромными проемами, распираемыми по контуру «стену в грунте» и поддерживаемыми промежуточными стальными колоннами. При этом часть земляных работ выполняют открытым способом, а часть – при помощи экскаваторов под защитой перекрытия, которое повышает устойчивость ограждения котлована к давлению грунта и окружающих зданий и сооружений. На рис. 2, 3 показано в качестве примера строительство подземной



Рис. 1. Светопрозрачные фасадные конструкции на высотном здании по адресу Хорошевское шоссе, блок В (Москва)



Рис. 2. Общий вид строительства подземной части высотного здания методом Up&Down по адресу Олимпийский проезд, вл. 1



Рис. 3. Земляные работы под защитой перекрытия при строительстве подземной части высотного здания методом Up&Down по адресу Олимпийский проезд, вл. 1

части высотного здания этим методом по адресу Олимпийский проезд, вл. 1.

Высокая стоимость земли в Москве вызывает стремление увеличить полезную площадь здания за счет повышения этажности и глубины котлована, что приводит к возрастанию нагрузок на основание, несущие и ограждающие конструкции. Это вызывает необходимость разработки и применения новых технических решений при строительстве в том числе многоэтажной подземной части с различными способами гидроизоляции и к разработке методов статического и динамического расчетов высотных зданий совместно с деформацией основания фундаментов, а также методов оценки долговечности наружных ограждающих конструкций, расчета воздухообмена внутри высотного здания и тепломассопереноса в наружных и ограждающих конструкциях в зимний период.

Для ограждающих наружных стен подземной части зданий стали применять специальные бетоны с расширяющимися цементами и добавками к портландцементу. Следует отметить, что увеличение при этом оксидов серы и алюминия сверх нормируемых значений приводит к техническим преимуществам (увеличению прочности и водонепроницаемости железобетонных конструкций) за счет образования кристаллогидратов трехсульфоалюмината кальция (этtringита), который, однако, при изменении необходимых условий его образования может терять кристаллизационную влагу и ухудшать свойства бетона. Управлять этим процессом в настоящее время могут только специалисты в рамках научно-технического сопровождения.

Высотные многоэтажные многофункциональные жилые комплексы с развитой инфраструктурой, так же как административно-офисные и гостиничные сооружения, в наше время становятся рядовым явлением. Но типичной является ситуация, когда высокая долговечность несущего каркаса не совпадает с долговечностью наружных стен и фасадных систем. Поэтому в проектах целесообразно более полно решать вопросы ремонтоспособности этих систем или повышать их долговечность. При разработке проекта в него должны быть заложены конструктивные решения, учитывающие требования не только по контролю качества работ, но и по надежности и устойчивости здания в период строительства и эксплуатации. Заказчи-

ку следует создавать техническую службу из квалифицированных инженеров и более активно влиять на состав инженерных изысканий и качества проектной документации, а также внедрять в свою практику разработку детальной программы научно-технического сопровождения строительства, так как проектировщики нередко применяют новые технические решения, не имеющие свидетельств. Инспекционный опыт наблюдений авторов статьи за строительством высотных зданий свидетельствует о недостаточной требовательности технического надзора заказчика, что в ряде случаев приводит к необходимости дополнительного обследования и усиления выполненных несущих конструкций.

В своей профессиональной работе каждый из авторов статьи связан с контролем за технологическим процессом строительства высотных зданий и встречается с целым рядом недостатков и издержек при строительстве таких зданий. В данной статье преследовали только одну цель – показать на отдельных примерах и обратить внимание на необходимость привлечения ученых и специалистов к научно-техническому сопровождению при проектировании и строительстве высотных зданий в Москве. Суть и задача научно-технического сопровождения строительства высотных зданий уже определены и опубликованы [1, 2, 3, 4 и др.].

Список литературы

1. Давидюк А.Н., Гончаров А.К. Научно-техническое сопровождение высотного и уникального строительства // Строит. материалы. 2005. № 4. С. 5–7.
2. Научно-техническое сопровождение и мониторинг высотных зданий на стадии строительства. Временные рекомендации по технологии и организации строительства многофункциональных высотных зданий и зданий-комплексов в Москве // МДС. Раздел X. 2006. С. 128.
3. Гончаров А.К. Мониторинг железобетонных технически сложных зданий // Столичное качество строительства. 2007. № 3. С. 48–53.
4. Пособие по научно-техническому сопровождению и мониторингу строящихся зданий и сооружений, в том числе большепролетных, высотных и уникальных. МРДС 02-08. Росстрой, 2008. 76 с.



Группе компаний «Единая торговая система» 15 лет!



Генеральный директор ГК ЕТС А.А. Школа



2004 год. Начало строительства офиса

Совместное российско-шведское предприятие «Единая торговая система» 15 лет назад начало поставки очень специфического химического сырья для производства арамидных волокон. Несколько лет это был единственный химический бизнес будущей группы компаний ЕТС. В начале 1998 г. в ассортименте появились первые продукты для выпуска водных красок – акрилат-стирольная дисперсия и диоксид титана.

Кризис 1998 г. компания ЕТС пережила достаточно легко. Более того, условия, сложившиеся в начале 1999 г., позволили многим отечественным предприятиям освоить те или иные виды производственной деятельности. Тогда стали появляться многочисленные производители строительных материалов, а специалисты компании ЕТС поняли, что для производства современных строительных материалов необходимо много абсолютно новых видов химического сырья, которых не производили в России.

Последующие 10 лет стали для компании очень успешными. Мы много работали, внимательно смотрели по сторонам, учились, думали, искали. Развивались разные направления, осваивался широчайший ассортимент материалов для производства лакокрасочных материалов, сухих строительных смесей, композиционных материалов, конструкционных пластиков и многое другое.

Когда спустя несколько лет внимательно обследовали ассортимент, который компания ЕТС предлагала на рынке, то неожиданно для себя обнаружили, что более 70% – это химическое сырье для производства строительных материалов. Это было неожиданным открытием, но ведь и кирпич, и бетон, и сухие смеси делают с использованием «нашей химии», пол покрывают финишным покрытием, сделанным нашими клиентами, в оконные и дверные проемы вставляют изделия из ПВХ-профиля, где помимо смолы ПВХ содержится большой перечень специальных модификаторов. К дому прокладывают канализационные коммуникации, например из композиционных труб; вода и газ подаются по полиэтиленовым трубам; огромные площади стен оштукатурены и покрашены, а кровля может быть выполнена из специальной мембраны. И все материалы содержат химические добавки от ГК ЕТС.

При устройстве дорог используется геотекстиль, скорее всего нетканый материал со специальными пропитками, а покрытие дороги выполнено из модифицированной асфальтобитумной системы. Свет включается выключателем, сделанным из специального полимера. И даже если предпочтение отдается натуральным материалам и используется отличная высококачественная древесина, то чаще всего она пропитана огне- и биозащитными системами, для которых компания ЕТС поставляет химическое сырье. При производстве мебели используется много компонентов, поставляемых компанией ЕТС, книга напечатана типографской краской, сделанной из материалов, которые поставляет компания ЕТС.

В продуктах питания также много специальных химических компонентов, которые поставляются в Россию. Из водопроводного крана польется питьевая вода, очищенная и подготовленная с помощью специальных химических технологий, которыми также занимаемся компания ЕТС.

В автомобиле также сотни изделий из полимеров, а современный бензин и смазочные материалы невозможны без многих видов специальных присадок, которые есть в прайс-листе компании ЕТС. И конечно, почти никто не знает, что специалисты компании сами разработали и испытали уникальные связующие, которые можно использовать в производстве железорудных окатышей, чтобы потом плавить сталь, в том числе и для автомобилей.

Химия вокруг нас – это часть жизни группы компаний ЕТС, это незаметные составляющие, которые делают ее не просто современной и комфортной, но подчас просто отвечают на вопросы: «Да или нет?», «Быть или не быть?».

Но вернемся к строительной химии.

В далеком 1999 г. ЕТС уже имела солидный пакет сырья для производства ЛКМ и пыталась начать работу в других областях. В начале августа 1999 г. раздался телефонный звонок. Дружелюбный голос на другом конце провода представился: «Андрей Онищенко, звоню из Челябинска. Я частный предприниматель и хочу на-

чать выпускать обойный клей. Слышал, чтобы сделать хороший клей, в КМЦ надо добавить немного продукта, который по своему виду является белым порошком, а делают его в Германии и начинается название на букву «В». К сожалению, ничего более конкретного сказать не могу. Но я хочу купить тонну такого продукта. Сколько это будет стоить?»

Безусловно, каждая компания выбирает свой путь развития. Мы всегда пытаемся выжать максимум из возможностей, которые случайно мелькают перед всеми. Я понятия не имел в августе 1999 г. о немецком белом порошке на букву «В». Тем не менее покопался в Интернете и быстро выяснил, что в Германии есть фирма Wacker, а среди многих ее продуктов есть латексный (белый) порошок с названием Vinparas.

Компания Wacker уже имела партнера в России, и нам пришлось искать других производителей похожих продуктов. За пару дней мы нашли несколько компаний, а еще через неделю французская компания Rhodia согласилась нам продать тонну продукта Rhoximat PA050. В сентябре 1999 г. мы продали первую тонну латексного порошка. К тому времени я уже почитал соответствующую литературу и знал, что латексный порошок используется также в производстве сухих строительных смесей. Мы стали работать на рынке строительной химии. Нашим первым клиентом стала компания из Санкт-Петербурга «Петромикс», с которой все эти годы сохраняются дружественные отношения. Что же касается господина Онищенко из Челябинска, то он купил у нас 2–3 т редиispersируемого порошка за три года, а потом следы его затерялись. Но я очень благодарен этому человеку.

А еще помню телефонный разговор с одним производителем ЖБИ в начале 2000-х годов. Мы пытались продвинуть современные пластификаторы и прочие добавки в бетон. Наш разговор выглядел примерно так:

- Использует ли ваш завод пластификаторы?
- Конечно, мы же современное предприятие.
- Отлично! У нас есть замечательные продукты Pegamin. Пластификатор Pegamin F стоит 70 рублей за килограмм.
- Вы знаете, на соседнем пищевом комбинате мы берем продукт по цене 1 рубль. Нас он устраивает.
- Досадно, но у нас есть отличный ускоритель. Он стоит 60 рублей.
- Мы покупаем ускоритель по 1,5 рубля.
- Простите, а где?
- На соседнем пищевом комбинате. Это их отходы, а нам они подходят...

Прошло 8 лет. Сегодня тысячи тонн высокотехнологичных и дорогих модифицирующих добавок используется в России. Хотя не потеряли свою актуальность и такие вопросы: можно ли использовать отходы для производства строительных материалов, которые применяются в жилищном строительстве? Можно ли получать высокотехнологичные продукты на базе отходов? Что такое модные ныне нанотехнологии в строительной индустрии? Как сделать, чтобы информация о новых продуктах и технологиях доходила до промышленной реализации?

15 лет мы пытаемся предлагать рынку наши варианты ответов на эти вопросы. Правы мы или нет? Наверное, в большей мере правы. Мы растем и развиваемся, мы вкладываем свои ресурсы в развитие клиентов, в развитие рынков. Мы уже два года пропагандируем технологию бесцементных систем. У нас есть все, чтобы российские производители не отставали от ведущих мировых лидеров. Мы разработали технологию строительных компаундов, чтобы частично заменить сухие строительные смеси, чтобы не возить через всю страну песок и цемент, чтобы дешевые и высокотехнологичные строительные материалы можно было готовить прямо на объекте. Вы хотите делать неавтоклавный газобетон – обращайтесь, будем учиться вместе. Вам нужны эффективные современные технологические решения в создании строительных материалов – обращайтесь. У нас есть много идей, материалов, технологий. Обращайтесь. Мы всегда рядом!

*На правах давнего сотрудника и участника многочисленных интересных и поучительных событий, на которые так щедро жизнь ГК ЕТС, хочу поздравить с пятидесятилетием деятельности фирмы основателя и владельца ГК ЕТС **Андрея Анатольевича Школу** – человека, который своим упорным трудом не просто создал компанию и руководит ею все эти годы, но и позволяет своим сотрудникам организовывать свою команду и расти всем вместе. Согласитесь, это очень редко бывает в наше время.*

Очень сложно заметить и осознать, что, заставляя себя и других людей работать и делать больше, чем хочется, больше, чем делают другие, больше, чем принято, таким людям дается шанс преодолеть себя и победить обстоятельства. Наш шеф всегда идет по этому пути. Не все принимают этот путь, иногда мы расстаемся с теми, кто не смог или не захотел увидеть и реализовать свой шанс. Но число разделяющих наши взгляды растет, расширяется горизонт, проясняется перспектива. То что было почти невозможным вчера, становится простым и обыденным сегодня, но об этом никто не будет вспоминать, потому что хорошо, когда понятно и просто, а еще лучше, когда новая задача сложнее старой, но ты веришь и знаешь, что новая задача тоже будет решена.

С юбилеем Вас, Андрей Анатольевич Школа!

Г.Ф. БАЛМАСОВ, канд. химических наук,
управляющий химическим бизнесом группы компаний «Единая торговая система» (Санкт-Петербург)



Трудовые будни в офисе



Типовой логистический центр ГК ЕТС



Итоги I квартала 2009 г. подведены

Промышленность нерудных строительных материалов и дорожное строительство

Дорожное строительство является крупнейшим потребителем нерудных строительных материалов (НСМ). Промышленность НСМ до конца 2008 г. года увеличивала объем производства (табл. 1) и была в состоянии обеспечивать возрастающий спрос на этот вид продукции. Объем производства НСМ в России достиг в 2008 г. 416 млн м³ (около 600 млн т). Однако эта величина составляет лишь 56% от уровня 1989 г. По душевому потреблению НСМ Россия почти в два раза отстает от развитых стран. Например, в европейских странах потребляется в среднем 7 т/чел, в России — 4 т/чел.

Минерально-сырьевая база промышленности представлена 5 тыс. крупных и средних месторождений, из которых на долю месторождений песка и гравия приходится 2/3. Половина числящихся на государственном балансе месторождений разрабатывается. Средний объем запасов месторождения строительного камня составляет 16 млн м³, песчано-гравийных — 5,3 млн м³ [1].

Требования потребителей к номенклатуре и характеристикам НСМ претерпевают существенные изменения. В настоящее время зарубежные предприятия выпускают десятки фракций щебня, гравия, песка и их смеси в соответствии со стандартом EN-12620. Размеры фракций щебня и гравия обычно находятся в пределах 2–56 мм. Некоторые отечественные карьеры также расширили диапазон продукции (табл. 2).

В России установилась тенденция увеличения доли щебня. В 2002 г. доля щебня в общем объеме выпускаемых НСМ достигла 56%. Затем доля щебня, несмотря на увеличение объема выпуска, упала до 45%, в основном за счет роста доли песка (до 37%). Эти соотношения не остаются постоянными. В развитых странах доля щебня, как правило, составляет более половины выпускае-

мой продукции. Увеличение доли песка и гравия характерно для периода спада производства, что сейчас проявляется, например, в промышленности США.

Строители автодорог предъявляют наиболее жесткие по сравнению с другими потребителями требования к характеристикам продукции. Это не всегда оправданно. Так, возник ажиотажный спрос на «гранитный» щебень, под которым подразумевают щебень из прочных изверженных пород. Хотя в нормативных документах (ГОСТ 25607–94) предусматривается использование щебня не только из изверженных пород, но и из метаморфических, скальных осадочных, щебня из гравия.

В зарубежной практике карбонатные породы широко используются не только для строительства зданий, но и в дорожном строительстве, и для балластирования железнодорожных путей. В табл. 3 приведены данные об использовании известняков и доломитов, добываемых в штате Огайо, США. (В описанный период в этом штате производилось более 130 млн т НСМ.)

Неоправданным следует считать увлечение так называемым кубовидным щебнем, то есть щебнем 1–2-й групп по ГОСТ 8267–92, изменение № 3. Изменение, принятое по настоянию дорожных служб, установило более низкий порог содержания в щебне частиц пластинчатой и игловатой форм, соответственно 10% и 15% вместо прежних 15% и 25%. Для выпуска щебня с такими характеристиками нужно изменять технологию переработки горной массы. Это приводит к значительным потерям сырья в отсевах дробления и в итоге к увеличению стоимости продукции.

Нашла распространение порочная практика, когда дорожные предприятия повторно перерабатывают щебень с целью сокращения количества зерен пластинча-

Таблица 1

Показатели	Годы				
	2000	2005	2006	2007	2008
Валовой внутренний продукт	110*	106,4	107,4	108,1	106,1
Нерудные строительные материалы	114	117	116	127	106

* в процентах к предыдущему году.

Таблица 2

Предприятие	Полезное ископаемое	Фракции продукции, мм			
		Песок	Щебень	Материалы из отсевов дробления	Другая продукция
ООО «Орское карьероуправление»	Габбродиабаз	0–5	5–10, 5–15, 10–20, 5–20 (1–4 групп), 20–40, 20–70, 25–60	Нет	Бутовый камень 0–700 мм
ЗАО «Мансуровское карьероуправление»	ПГС	0,1–0,5, 0,5–1, 0–2, 0–3, 2,5–3, 3–5, 1–3, 1–5	Щебень из гравия 5–20	Нет	Сухие строительные смеси
ОАО «Гранит-Кузнечное»	Гранитогнейс	–	5–10, 10–20, 5–20, 20–40, 25–60, 20–70, 40–70	0–5	Щебеночно-песчаная смесь 0–20 мм
ОАО «Пятовское карьероуправление»	Известняк	–	3–10, 5–20, 10–20, 5–40, 20–40, 40–70, 80–150	0–10	Карбонатные породы по ТУ, известняковая мука

Таблица 3

Породы и материалы	Доля в общем объеме производства НСМ США		
	Строительство автодорог		Строительство зданий
	Асфальтобетон	Дорожное полотно	
Карбонатные породы	7	28,2	35,2
Песок	7,6	4,5	23
Гравий	6,2	5,4	18,7

Примечание. Указаны не все направления использования НСМ, поэтому итог не равен 100%.

Таблица 4

Предприятие	Полезное ископаемое	Проектная мощность, тыс. м ³	Произведено продукции в I кв. 2009 г., тыс. м ³	Использование проектной мощности, %	Остатки продукции на складе, тыс. м ³	Убытки, млн р.	Средняя зарплата, тыс. р.
ООО «Адонит», Архангельская обл.	ПГС	360	41	45	45 щебня 700 песка	10	15
ЗАО «Петровский карьер», Ярославская обл.	ПГС	80	6	30	–	4	9
ОАО «Прогресс», Ивановская обл.	ПГС	200	16	32	3	2	18
ОАО «Азовско-Донская нерудная компания», Ростовская обл.	Песчаник	900	0	0	–	11	2/3 тарифа
ОАО «Замчаловское к/у», Ростовская обл.	Песчаник	415	20	19	50	4	4
ОАО «Пятовское к/у», Калужская обл.	Известняк	725	32	18	59	15	7
ОАО «Полотняно- заводское к/у», Калужская обл.	Известняк	400	10	10	41	18	11
ЗАО «Сокское к/у», Самарская обл.	Известняк	2300	200	35	250	–	17
ООО ПГ «Диабаз», Республика Карелия	Габбродиабаз	240	4	7	17	12	20
ОАО «Питкяранское к/у», Республика Карелия	Гранит	1000	179	72	270	20 долги	–
ОАО «Орское к/у», Оренбургская обл.	Гранит	5300	918	69	42	–	10
Предприятия Ленинградской обл.	Гранит	5000	199	16	60	58	16

той и игловатой форм, то есть создают дополнительный технологический цикл. Таким образом заводы ЖБИ в 1950-х гг., когда промышленность НСМ только создавалась, обеспечивали себя НСМ требуемых характеристик. Как известно, эта практика себя изжила, поскольку промышленность НСМ начала поставлять заводам ЖБИ продукцию заданного качества.

Предприятия НСМ способны производить готовые смеси для строительства оснований и дополнительных слоев оснований и покрытий дорог. ГОСТ 25607–94 предусматривает возможность выпуска 13 наименований таких смесей, отличающихся содержанием фракций 0,05–120 мм. Однако пока заказов на этот вид продукции на карьеры не поступает.

Проведенная в ноябре 2007 г. конференция, организованная ассоциацией «Недра», позволила выявить главное направление совершенствования технологии выпуска НСМ и роста производственных мощностей. Таким направлением участники конференции признали создание технологических линий, основанных на применении модульных передвижных и самоходных перерабатывающих комплексов. Эти комплексы широко распространены на карьерах во всем мире. Успешно

применяются они и на отечественных предприятиях, в том числе в качестве дополнительных технологических линий на крупнейших предприятиях страны.

Для условий притрассовых карьеров следует сформулировать задачу: создать технологии и организовать производство отечественного оборудования, обеспечивающих выпуск конкурентоспособной продукции предприятиями небольшой мощности на основе передвижных комплексов. Пока отечественная машиностроительная промышленность в этом направлении отстает, и ей успешно «помогают» зарубежные производители оборудования.

Каково нынешнее состояние промышленности НСМ? Основные фонды предприятий, особенно их активная часть, изношены. На многих предприятиях применяются неэффективные технологии. Этот фактор предопределяет низкие технико-экономические показатели, особенно производительность труда. А доля оплаты труда в себестоимости продукции занимает не менее 1/3. В наибольшей степени нуждается в реконструкции складское хозяйство. Устаревшая конструкция складов и технология складирования приводят к ухудшению качества продукции.

2009 г. начался с резкого спада производства. Многие предприятия в январе не работали. Почти все предприятия сократили число рабочих смен. Типичен переход на 4-дневную рабочую неделю, организацию работ вместо трех в две или одну смену. Некоторые предприятия вообще прекратили работу, готовятся к банкротству. Склады предприятий заполняются продукцией, которая не находит платежеспособного сбыта (табл. 4).

Производственные мощности предприятий недогружены. До сих пор нет сведений о строительных программах, федеральных и местных, сроках и объемах выделенных финансовых средств. По этой причине руководство предприятий не может планировать работу предприятия, что негативно отражается на состоянии промышленности, особенно на финансовом состоянии предприятий. Поскольку горные предприятия обычно являются градообразующими, складывающаяся ситуация вызывает тревогу.

Открытое письмо

Экономическая ситуация, сложившаяся в промышленности строительных материалов и строительстве в настоящее время, приобретает признаки всеобщей стагнации: заводы переходят на сокращенную рабочую неделю или вовсе останавливают производства, замораживаются строительные объекты, сокращается численность работников. Все это заставляет некоммерческие профессиональные объединения предприятий искать выходы из кризиса и обращаться со своими предложениями к Правительству Российской Федерации.

От редакции

Некоммерческое Партнерство Производителей Извести



Союз
Производителей
Извести

394016, Россия, г. Воронеж, пр-т Революции, д. 1А
Тел./факс: (4732) 39-84-93, 39-84-95
soyuzizvest@intercon.ru
www.soyuzizvest.ru

ОТКРЫТОЕ ПИСЬМО

ПЕРВОМУ ЗАМЕСТИТЕЛЮ ПРЕДСЕДАТЕЛЯ ПРАВИТЕЛЬСТВА РФ И.И. ШУВАЛОВУ

Уважаемый Игорь Иванович!

Данное открытое письмо не является очередной просьбой о материальной помощи или слезной историей о том, как трудно выжить в условиях очередного кризиса. Конечно, именно непростая экономическая ситуация, сложившаяся на данный момент в отрасли производства стройматериалов, побудила нас обратиться с этим посланием к Вам, так как без правительственной поддержки реализация наших предложений по поддержанию отечественных производителей извести невозможна.

К началу 2000 года в России практически не существовало свободного рынка извести, многие предприятия прекратили свое существование. Объем производства у оставшихся предприятий едва составлял 50% от имеющихся мощностей. Только благодаря интенсивному росту темпов строительства в России за последние годы к началу 2008 года наши предприятия смогли восстановить объемы производства и сформировать свободный, немонополизированный рынок извести в здоровой конкурентной среде.

Однако развивающийся финансовый и экономический кризис привел к тому, что в настоящее время речь идет о сохранении производства как такового. К ноябрю 2008 года спрос на известь упал на 50% по сравнению с 2007 годом. Многие предприятия уже сейчас работают только 3–4 дня в неделю, пытаются сохранить рабочие коллективы.

У нас есть конкретные предложения по мерам, которые позволят поддержать всех производителей и помочь им при выходе из кризисного состояния.

Мы обращаемся к Вам за поддержкой предлагаемых мер!

Считаем, что необходимо:

1. Отменить Постановление Правительства РФ № 294 от 04.04.2000 «Об утверждении порядка расчетов за электрическую, тепловую энергию и природный газ»;
2. Внести изменения в п. 2 ст. 541 ГК РФ, обязывающие поставщиков энергоносителей промышленным предприятиям обосновывать размер штрафных санкций за недобор и перебор энергоносителей от заявленных объемов и законодательно установить максимальный размер подобных штрафов;
3. Отменить 100% предоплату за железнодорожные тарифы;
4. Уменьшить НДС для предприятий строительной отрасли на 6%;
5. Принять Указ о государственной поддержке строительной отрасли.

Так как все наши предложения связаны с взаимоотношениями с государственными монополиями и являются антикризисными, считаем данное обращение именно к Вам вполне логичным и закономерным. Без правительственной поддержки решение этих вопросов невозможно.

С уважением,
от имени всех членов НППИ
Президент НППИ

Прокин Валерий Алексеевич
25 марта 2009 г.

О.Е. ХАРО, канд. техн. наук, первый зам. генерального директора,
Н.С. ЛЕВКОВА, канд. техн. наук, зав. отделом исследований нерудных строительных материалов и стандартизации, ФГУП «ВНИПИИстромсырье» (Москва)

Некоторые направления применения отходов производства нерудных материалов

Вопросы комплексного освоения недр, в том числе и в промышленности нерудных строительных материалов (НСМ), ставились рядом ученых, и в первую очередь академиком Николаем Васильевичем Мельниковым, неоднократно еще с советских времен. Однако в связи с ведомственной разобщенностью предприятий и отсутствием финансовых стимулов заинтересованность в использовании побочных продуктов производства была ничтожно мала.

Необходимо отметить, что промышленность строительных материалов является наиболее перспективной для использования отходов горно-перерабатывающих предприятий. В первую очередь отходы могут быть применены в качестве НСМ.

Промышленность НСМ по объему добываемого минерального сырья опережает все горнодобывающие отрасли РФ, что характерно и для других развитых стран. В 2008 г. было произведено более 416 млн м³. Согласно докризисной стратегии выпуск НСМ должен был достичь к 2020 г. более 1,3 млрд м³/год.

В РФ, по экспертным оценкам, работает около 10 тыс. предприятий, производящих НСМ. При этом с сожалением следует отметить, что подотрасль мало использует собственные отходы: отсева дробления пород на щебень, отходы исходной горной породы на первой стадии переработки и производства гравия и щебня из гравия. В отвалы ежегодно уходит более 50 млн м³.

По оценкам ФГУП «ВНИПИИстромсырье» ежегодный объем текущих отходов на карьерах НСМ составляет при производстве щебня из изверженных пород более 25%, щебня из карбонатных пород более 45% от объема производства. По имеющимся данным, в отвалах скопилось более 1 млрд м³, а суммарный с другими горнодобывающими отраслями объем отходов – свыше 5 млрд м³ горных пород, значительная часть которых пригодна для производства различных строительных материалов.

Проведенные исследования отходов производства НСМ показали перспективность их использования во многих отраслях промышленности при сравнительно небольших затратах на доработку материалов, необходимых для обеспечения федеральных проектов по всем видам строительства (жилищного, дорожного, железнодорожного). Использование техногенного сырья, не требующего нарушения недр, приведет к заметному улучшению экологического состояния регионов и страны в целом за счет высвобождения земель, занятых под складирование отходов, и ликвидации загрязнения воздушной и водной среды. Стоимость дополнительно получаемой продукции при условии использования хотя бы 20% текущих отсевов дробления составит 3–4 млрд р. и может позволить предприятиям решать задачи выживания в период кризиса, а регионам получить дополнительные объемы дешевой продукции для различных производств.

Отвалы предприятий формировались в течение десятилетий, тем не менее минеральное сырье, подвергшееся многократной переработке, сохраняет строительно-технические свойства исходных горных пород. До начала их эксплуатации требуется разведка и разработка технологии для получения НСМ и других строительных

материалов. Это перспективное направление увеличения сырьевой базы страны не требует строительства новых предприятий, необходимые финансовые вложения при этом окупятся относительно быстро.

С целью привлечения инвесторов необходимо провести районирование территории РФ по характеру обеспеченности сырьем для производства НСМ. Эти функции должно взять на себя государство. Отметим также, что наиболее востребованными для дорожного, железнодорожного и гражданского строительства являются НСМ из изверженных пород, которые в Европейской части РФ сосредоточены в Северо-Западном регионе, а наименее обеспеченным НСМ является Дальневосточный регион. Использование техногенного сырья позволит расширить сырьевую базу и сократить транспортные расходы за счет поставок полученных материалов в смежные регионы, испытывающие дефицит в НСМ.

Накоплению отсевов, которые можно было бы реализовать, способствовал также постоянный рост железнодорожных тарифов, которые для отдельных видов материалов превышает их стоимость в 1,5 раза и более, дефицит подвижного состава и низкие цены на эту продукцию. По экспертной оценке, около 40% перевозок по железной дороге составляют перевозки строительных материалов, при этом 70% перевозок всех видов строительной продукции приходится на долю НСМ. Таким образом, назрела необходимость в изменении тарифной политики, которая приводит к резкому удорожанию строительства в целом, что особенно остро ощущается в период кризиса.

Необходимость реализации федеральных программ по объемам строительства повлечет за собой расширение ассортимента выпуска различных строительных материалов, требования к их качеству будут постоянно расти. Поэтому переработка текущих отсевов и сырья техногенных месторождений является одним из важнейших направлений расширения номенклатуры продукции высокого качества, востребованной различными потребителями. Особенно это заметно в кризисный период, когда спрос на основную продукцию (щебень, гравий, песок) резко упал и только разнообразие ассортимента из отсевов дробления позволяет держаться на плаву многим предприятиям.

В зависимости от вида предприятий, находящихся в разных регионах, и эксплуатируемых месторождений целесообразно определение требований потенциальных потребителей к необходимым размерам фракций песков из отсевов, которые заменяют мелкие пески и наполнители и сократят дефицит фракций щебня, извлекаемых из отсевов. Потенциальные области использования материалов из отсевов дробления зависят от их состава и наличия примесей и вредных веществ, прочности, эффективной удельной активности естественных радионуклидов и других показателей.

Фракционированные отсева дробления щебня из изверженных пород могут быть использованы в бетонах различного назначения, растворах строительных и штукатурных, сухих строительных смесях, в дорожном и железнодорожном строительстве, в асфальтобетонах, в керамических изделиях, фильтрующих и кровельных материалах.

Отсевы дробления щебня из карбонатных пород используются также в бетонах и растворах различного назначения, в дорожном строительстве, при производстве цемента, извести и стекла, а в качестве наполнителей могут быть использованы в резинотехнической, лакокрасочной и полимерной промышленности.

Пылевидная составляющая — каменная мука известняковая или кварцевая, базальтовая и др. может быть успешно использована в бетонах с микрокремнеземом и супербетонов М1000—М2000. Например, добавка в бетон муки до 30–60% обеспечивает снижение В/Ц до 0,24–0,28, позволяет уменьшить расход щебня и цемента [1]. Опыт Литвы подтверждает эти данные: дополнительная обработка в шаровых мельницах улучшает качество муки аспирационных систем, которая идет в бетоны, в том числе пресованные и вибропресованные. Эффективно используются отсеивы различных видов горных пород в выпускаемых растворах разного назначения, имитирующие дорогие виды отделки природным камнем.

Институтом ВНИПИИстромсырье разработаны ТУ на отсеивы дробления карбонатных и изверженных пород, в которых определены потенциальные потребители, даны требования к поставляемой продукции. При этом следует учесть и наличие в отсеивах от 10 до 20% фракции щебня свыше 5(3) до 10 мм, которая востребована в производстве бетонов и растворов.

Экономическая эффективность выпуска новых видов продукции определяется использованием дешевого минерального сырья (стоимость отсеивов дробления щебня из различных видов горных пород колеблется в пределах от 70 до 150 р. за 1 м³). Себестоимость фракционированных материалов, а также посыпок и наполнителей будет в 1,5–2 раза ниже, чем на предприятиях, использующих горную массу для получения аналогичной продукции. Кризисная ситуация должна научить нас экономии, а реализация отсеивов и отходов является одним из наиболее важных направлений эффективного использования сырья.

В настоящее время остро ощущается необходимость корректировки нормативно-законодательной документации (Закон «О недрах», Положение о порядке лицензирования права пользования недрами, Закон «Об отходах производства и потребления», соответствующие разделы Налогового кодекса РФ и др.) с целью вовлечения в промышленную переработку техногенного сырья горнодобывающих предприятий и отходов производства НСМ. Предприятия нуждаются также в разработке нормативно-технической документации для реализации новых видов продукции, которая определит области их применения.

Работа по комплексному использованию недр должна осуществляться с привлечением инвестиций для проведения технологических исследований техногенного сырья и текущих отходов горных предприятий.

В комплексе мер по развитию промышленности строительных материалов предусматривался проект федерального закона, вносящего изменения в Налоговый кодекс РФ в части освобождения от налога на прибыль сумм, инвестируемых предприятиями в развитие производства, а также освобождения их от уплаты земельного налога и налога с имущества на период строительства и реконструкции. В частности, п. 6.4 проекта федерального закона предусматривает изменение Налогового кодекса РФ в части стимулирования использования отходов производства при производстве строительных материалов (снижение налогов для перерабатывающих отходов предприятий).

В течение многих лет институт проводил исследования качества сырья техногенных месторождений, на основании которых был разработан ГОСТ 23254–78 «Щебень для строительных работ из попутно добываемых пород и отходов горно-обогатительных предприятий». После

его отмены требования, указанные в ГОСТе, были включены в межгосударственные стандарты на щебень и песок. Согласно им на продукцию техногенных месторождений необходима разработка нормативных документов (отраслевых или региональных стандартов предприятий или технических условий), в которых должны быть указаны средняя и насыпная плотность реализуемых материалов, а также содержание пород, минералов и относимых к вредным примесей. Кроме того, в нормативных документах должны быть установлены допустимые области применения щебня и песка из этих видов пород, в противном случае разрушение изделий, конструкций и сооружений неизбежны.

Государственное финансирование разработок нормативных материалов самое дешевое из всех предложенных для антикризисной программы мер, но крайне полезное. Это сразу же даст стимул для широкого привлечения техногенного сырья в строительной индустрии.

В заключение следует отметить, что вопросы комплексного использования сырья и переработки техногенных запасов и текущих отходов не являются простой задачей. Необходимо проведение разведки отвалов, изучение вещественного состава сырья, разработка технологии по их переработке и в ряде случаев подготовка нормативных документов. Однако в целом эта работа является крайне перспективной, а для многих регионов уже назревшей и высокоэффективной. Здесь важно не опоздать, поскольку с уверенностью можно сказать, что в обозримый период все эти источники сырья приобретут новые владельцы.

Литература

1. Калашиков В.И. Расчет составов высокопрочных самоуплотняющихся бетонов // Строит. материалы. 2008. № 10. С. 4–6.

22 – 25 ОКТЯБРЯ 2009, г. СОЧИ

SOCHI BUILD

SOCHI BUILD

VI МЕЖДУНАРОДНЫЙ СТРОИТЕЛЬНЫЙ ФОРУМ

- АРХИТЕКТУРА. СТРОИТЕЛЬСТВО. БЛАГОУСТРОЙСТВО
- СПОРТИВНЫЕ ОБЪЕКТЫ -
ПРОЕКТИРОВАНИЕ, СТРОИТЕЛЬСТВО, ОСНАЩЕНИЕ
- КЛИМАТИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ. ТЕПЛО-, ГАЗО-, ВОДОСНАБЖЕНИЕ
- ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЕ И ЭЛЕКТРОТЕХНИКА
- СТРОЙСПЕЦТЕХНИКА. ДОРОГА. ТОННЕЛЬ
- ЗАГОРОДНОЕ ДОМОСТРОЕНИЕ. ЛАНДШАФТНЫЙ ДИЗАЙН
- ЭКОЛОГИЯ. БЕЗОПАСНОСТЬ

При поддержке:

- Администрации г. Сочи
- Союза Строителей (работодателей) Кубани
- Торгово-промышленной палаты

Выставочная компания «Сочи-Экспо ТПП г. Сочи»
Тел./факс: (8622) 648-700, 642-333, 647-555, (495) 745-77-09
e-mail: stroyka@sochi-expo.ru; www.sochi-expo.ru

В.А. МАРТЫНЕНКО, канд. техн. наук, зав. лабораторией ячеистых бетонов,
Н.В. МОРОЗОВА, научный сотрудник,
Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры
(Днепропетровск, Украина)

Перспективы производства и применения газобетонных изделий в Украине

В СССР в 90-е гг. прошлого столетия годовой объем производства изделий из ячеистого бетона составлял примерно 6 млн м³. Украина производила 1,2 млн м³ в год. После распада Союза по ряду экономических причин производство изделий из газобетона в Украине сократилось и в 2000 г. составило примерно 100 тыс. м³. За это время был остановлен и ликвидирован ряд заводов. Кроме того, на действующих предприятиях технологическое оборудование выработало свой ресурс и, самое главное, технологически морально устарело.

Время показало, что газобетон автоклавного твердения является энергоэффективным конструкционно-теплоизоляционным стеновым материалом, который можно использовать в однослойных ограждающих конструкциях практически во всех климатических зонах Украины. По теплотехническим показателям такие наружные стены соответствуют новым нормативным требованиям энергосбережения во вновь возводимых зданиях. Для его производства используются экологически чистые материалы, и благодаря своей высокой пористости газобетон в шкале комфортности строительных материалов занимает второе место после дерева [1, 2].

С 2001 г. в Украине наблюдался рост объема производства газобетонных изделий автоклавного твердения [3–5]. Однако в сравнении с западноевропейскими и некоторыми странами СНГ Украина все еще отстает по уровню выпуска газобетонных изделий. Даже в самый эффективный 2007 год удельное производство газобетонных изделий на 1 тыс. чел. находилось на низком уровне (рис. 1).

С 2001 по 2007 гг. среднегодовой прирост объемов производства изделий из газобетона автоклавного твердения составил более 90 тыс. м³, а в 2007 г. — более 180 тыс. м³. Однако в 2008 г., вместо ожидаемого объема производства более 1 млн м³, было произведено 756 тыс. м³.

Основная причина снижения производства газобетонных изделий в Украине связана с уменьшением объ-

емов строительства в 2008 г. С 2000 — 2007 гг. в Украине наблюдался подъем строительной отрасли. Ежегодные объемы строительно-монтажных работ возрастали на 10–15%, увеличивался объем инвестиций в отрасль стройиндустрии. Инвестиционные потребности застройщиков обеспечивались в основном украинскими средствами. В 2006–2007 гг. строительство было в числе трех отраслей экономики Украины, которые давали самые высокие темпы роста ВВП. К сожалению, в 2008 г. экономический кризис затронул и строительную отрасль, которая за эти годы развивалась согласно рыночным законам. Заказчики, не имея кредитных ресурсов, оказались неплатежеспособными. В итоге в 2008 г. объем строительно-монтажных работ был выполнен на 64 млрд грн, что на 16% меньше, чем в 2007 г. Уменьшилось потребление газобетонных изделий автоклавного твердения и, как следствие, их производство. Производство газобетонных изделий в целом в Украине снизилось на 3,2% по сравнению с 2007 г.

Анализ производства газобетонных изделий по основным производителям (рис. 2) показал, что примерно половину объема произведенных газобетонных изделий в прошлом году изготовили два предприятия: ЧП «Будтехнология-Н» (Купянский силикатный завод) и ООО «АЭРОК-Обухов» (бывшее ОАО «Обуховский ЗПИ»). Причем по абсолютному объему лидером является ЧП «Будтехнология-Н». Коэффициент использования производительности линии «Универсал-60» на Обуховском предприятии составляет 1,9, на Купянском — 1,3. Незначительно меньше использование производительности такой же линии на Житомирском КСМ. Примерно равное использование производительности на ОАО «Белгород-Днестровский ЗЯБИ» и ОАО «Силикатобетон». Все эти линии типа «Универсал-60» — наиболее распространенные в Украине. Они технически устарели и имеют большой физический износ. На таких линиях невозможно достиг-

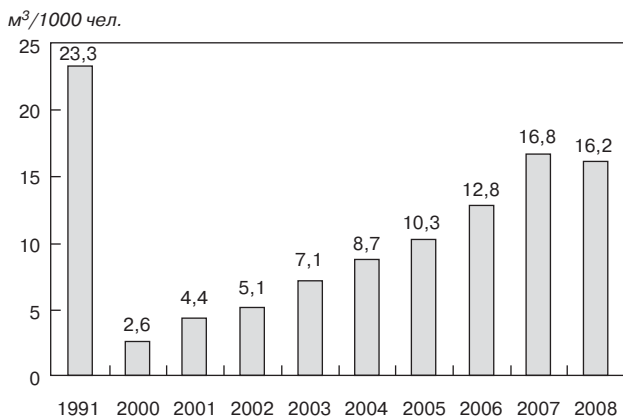


Рис. 1. Примерное удельное производство газобетонных изделий

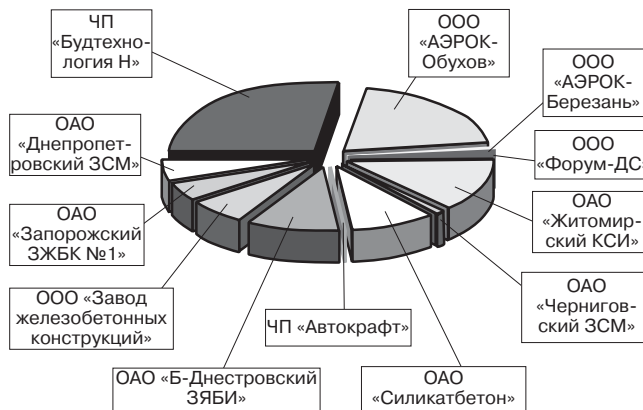


Рис. 2. Производство газобетонных изделий автоклавного твердения по предприятиям Украины в 2008 г.

нута изготовления газобетонных изделий точных размеров ($1 \pm 0,5$ мм).

Не в полную силу работают и линии относительно нового поколения на ОАО «Запорожский ЗЖБК №1» и ОАО «Днепропетровский ЗСМ». Это линии малой производительности (50–60 тыс. м³/год), которые первыми могли производить газобетонные изделия точных размеров. В настоящий момент они также требуют реконструкции, так как в их проектах не заложен прогрессивный способ вибровспучивания газобетонного массива и последующего его кантования; смесители не обеспечивают выпуск газобетонной смеси с высокой однородностью. Это очень важные технические вопросы для подобных линий, так как высота вспучивания массива составляет 0,85–0,95 м.

Малый коэффициент использования производительности имеют и недавно построенные линии: ООО «Завод железобетонных конструкций» (г. Харьков) установлено оборудование фирмы «Хеттен» китайского производства, в которой коэффициент загрузки автоклавов всего 0,26; ООО «Форум ДС» (г. Киев), где использовано бывшее в эксплуатации в Турции оборудование первых образцов фирмы «Верхан». Линия установлена без внесения современных технических и технологических решений. Хотя эти линии технически могут производить газобетонные изделия точных размеров, по физико-техническим показателям самого газобетона они уступают бетону, изготовленному на линиях «Универсал–60», так как само оборудование и его компоновочные и технологические решения морально устарели.

Эстонско-российская компания «Aeroc International AS» реализовала свой проект по строительству завода газобетонных изделий «АЭРОК–Березань» в г. Березань Киевской обл. (рис. 3). В октябре 2008 г. состоялся торжественный пуск завода, в строительство которого инвестировано около 43 млн евро. В планах нового предприятия поэтапное наращивание производительности завода и выход на плановую мощность 400 тыс. м³/год. Кроме того, «Aeroc International AS» завершает реконструкцию завода, находящегося в его собственности, ОАО «АЭРОК–Обухов». Ведется монтаж формовочно-резательного оборудования на второй новой технологической линии. При ее пуске производительность завода будет доведена до 340 тыс. м³/год. Таким образом, годовая производительность линий ООО «АЭРОК» может достигнуть 740 тыс. м³ газобетонных изделий.

В Северном регионе Украины в этом году ожидается окончание реконструкции Черниговского завода строительных материалов. Это новые линии с производством газобетонных изделий точных размеров и увеличенной производительности.

В Центральном регионе Украины успешно реализован украинский проект с использованием только ук-

раинского технологического оборудования. ЧП «Автокрафт» в 2008 г. закончило монтаж первой очереди основного оборудования для линии производства газобетонных изделий в г. Бершадь (Винницкая обл.). Проектом предусматривается поэтапное освоение производительности завода. Производительность первой очереди завода составляет 135 тыс. м³/год. На втором этапе для освоения производительности (180 тыс. м³/год) вводится дополнительное технологическое оборудование. Такой поэтапный подход позволил в инвестиционном проекте снизить первоначальные капитальные затраты.

Стоит отметить, что это второй реализованный украинский проект с использованием только отечественного технологического оборудования (рис. 4). Консультации по проектно-технологическим работам сопровождали специалисты научно-исследовательской лаборатории ячеистых бетонов Приднепровской государственной академии строительства и архитектуры. Разработку первого украинского основного технологического оборудования выполнило ЧП «ИНТЕРБУДМА». В проекте заложены энергосберегающие решения, которые по уровню не уступают аналогичным решениям в проектах немецких заводов например коэффициент загрузки отечественных автоклавов составляет 0,45. Поэтапная реализация технических и энергосберегающих решений позволяет достигнуть самых минимальных энергетических затрат на тепловлажную обработку газобетонных изделий. Соответственно, удельные инвестиционные затраты в этом проекте меньше, чем в проектах с использованием зарубежного основного технологического оборудования.

Таким образом, в Украине уже есть своя технология и основное технологическое оборудование для строительства линий газобетонных изделий малой (200–300 м³/сут) и средней (600–800 м³/сут) производительности.

Предприятие с иностранными инвестициями ООО «Indor Capital LTD» (Днепропетровск) строит завод газобетонных изделий производительностью около 1000 м³ в сутки. В настоящее время осуществляется поставка и монтаж импортного оборудования. Пробный запуск линии намечен на сентябрь 2009 г.

В Южном регионе Украины в этом году намечается реализация проектов сразу двух заводов газобетонных изделий автоклавного твердения. ООО «Завод строительных материалов» (г. Новая Каховка Херсонской обл.) заканчивает поставку и монтаж технологического оборудования с годовой проектной производительностью 440 тыс. м³. В проекте этого завода на одном из этапов освоения планируется начать изготовление армированных газобетонных изделий (перемычки и плиты перекрытия). Это позволит вести малоэтажное строительство с максимальным коэффициентом использования



Рис. 3. Делительная установка на линии завода «АЭРОК–Березань»



Рис. 4. Резательное оборудование отечественного производства

газобетонных изделий. Запуск линии ожидается в сентябре—октябре 2009 г. Строительная корпорация «Консоль—бетон» (г. Симферополь, АР Крым) заканчивает комплектную поставку импортного технологического оборудования для строительства завода годовой производительностью 300 тыс м³. В настоящее время ведется строительство производственного корпуса, фундаментов под технологическое оборудование, инженерных сетей, коммуникаций и т. п. Пуск завода запланирован на конец 2009 г.

ЗАО «Бахчисарайский комбинат «Стройиндустрия» (г. Бахчисарай, АР Крым) ведет проектирование завода автоклавных газобетонных изделий мощностью 300 тыс. м³ в год. Срок реализации проекта три года.

Таким образом, в 2009 г. в Украине планируется ввод четырех заводов по производству газобетонных изделий. При этом значительно увеличится доля газобетонных изделий точных размеров. Это позволит сооружать наружные стены с толщиной кладочного шва 1–3 мм, что обеспечивает эффективную и энергосберегающую эксплуатацию отапливаемых зданий и сооружений, и достигнуть того минимального удельного объема производства газобетонных изделий, который необходим для строительства энергосберегающих домов. По мнению многих специалистов, оптимальный объем производства газобетонных изделий в общем объеме стеновых материалов должен составлять примерно 30–35%. За счет увеличения объема использования газобетона в массовом строительстве индивидуальных энергосберегающих малоэтажных домов можно решить проблему строительства дешевого и доступного жилья в Украине.

К сожалению, отстает развитие производственной базы газобетонных изделий в Восточном и Западном регионах Украины. Хотя здесь имеются уникальные возможности. Незначительная по продолжительности года загрузка сахарных заводов позволяет совмещать эти производства и использовать их энергетическую и инженерную инфраструктуру (это шахтные печи для производства комовой извести, паровые котельные и электростанции, теплосети и т.п.), а также обеспечить занятость рабочих этих предприятий. Планируемые проекты в Западной Украине практически не продвинулись в реализации со стадий предпроектных работ. А это значит, что этот регион будет использовать завозные газобетонные изделия из Польши, Республики Беларусь и Турции.

Немаловажным толчком в развитии данной отрасли строительной индустрии и строительства жилых домов с использованием газобетонных изделий стали международные научно-практические семинары, организуемые ПГАСА. Так, после первого семинара (Днепропетровск, 2003 г.) началась первая и единственная в Украине реконструкция Днепропетровского силикатного завода [5, 6,

7]. После второго семинара (г. Днепропетровск, 2005 г.) появились реальные заказчики строительства заводов по новым современным технологиям с использованием украинского технологического оборудования. Третий семинар (г. Севастополь, 2007 г.) дал толчок использованию газобетонных изделий в строительных объектах Крыма, кроме того, началось проектирование и строительство двух заводов [5, 7].

На четвертом семинаре, проводимом в этом году, основными вопросами будут энергосбережение при производстве газобетонных изделий, строительстве, эксплуатации зданий из газобетона. Также планируется привлечь специалистов с докладами по новым темам:

– использование сухих строительных смесей при возведении стен из газобетонных изделий в современном строительстве;

– использование современных строительных материалов для внутренней и наружной отделки стен из газобетонных изделий;

– проектные системы и материалы для фасадной облицовки наружных стен малоэтажных и многоэтажных домов из газобетонных изделий.

К началу этого семинара, как и ранее [1, 6, 7], планируется издание сборника трудов, а также специальной технической литературы.

Список литературы

1. Теория и практика производства и применения ячеистого бетона в строительстве: Сб. науч. трудов. Вып. 1. – Днепропетровск: ПГАСА, 2003. 306 с.
2. Мартыненко В.А., Запрудин В.Ф., Гупало О.С., Мисиненко А.А. Оценка радиоактивности автоклавного газобетона // Современное состояние строительной науки. Полтава: Полтавский ЦНТЭИ, 2008. С. 43–50.
3. Большаков В.И., Мартыненко В.А., Ястребцов В.В. Производство автоклавного газобетона в Украине // Строительные материалы и изделия. 2006. № 4. С. 30–33.
4. Мартыненко В.А. Производство изделий из автоклавного газобетона в Украине // Теория и практика производства и применения ячеистого бетона в строительстве: Сб. науч. трудов. Вып. 3. Днепропетровск: ПГАСА, 2007. С. 8–12.
5. Мартыненко В.А. Производство автоклавного газобетона в Украине // Строит. материалы. 2008. №1. С. 12–13.
6. Теория и практика производства и применения ячеистого бетона в строительстве: Сб. науч. трудов. Вып. 2. Днепропетровск: ПГАСА, 2005. –216 с.
7. Теория и практика производства и применения ячеистого бетона в строительстве. Сб. науч. трудов. Вып. 3. – Днепропетровск: ПГАСА, 2007. 287 с.

Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры
IV МЕЖДУНАРОДНЫЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ СЕМИНАР

ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА ПРОИЗВОДСТВА И ПРИМЕНЕНИЯ ЯЧЕИСТОГО БЕТОНА В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

(МИСХОР-2009)

Украина, АР Крым, г. Ялта, п.г.т. Гаспра, 15–20 сентября 2009 г.

Секретарь семинара (г. Днепропетровск): Мартыненко В.А., зав. лаб. ячеистых бетонов
т/ф. +38-(0562) 47-16-44; т.м. +38-(063)-11 66 844, +38-(063)-66 82 935, +38-(067)-404 99 88
E-mail: labconcrete@mail.pgasa.dp.ua; www: pgasa.dp.ua/labconcrete

СПЕЦИАЛЬНОЕ КОНСТРУКТОРСКОЕ БЮРО
СКБ СТРОЙПРИБОР
ПРИБОРЫ НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ



РЕКЛАМА
 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

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


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


ПСО-10МГ4 КЛ
 испытание прочности сцепления в каменной кладке
 предельное усилие отрыва 15 кН


ДИНАМОМЕТРЫ
 сжатия / растяжения
 предельная нагрузка 1...1000 кН



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




АДГЕЗИМЕТРЫ
 испытание прочности сцепления покрытия с основанием
 предельная нагрузка 1 / 2,5 / 5 / 10 кН


ИЗМЕРИТЕЛИ ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ

АНЕМОМЕТРЫ, ГИГРОМЕТРЫ

ИЗМЕРИТЕЛИ ПЛОТНОСТИ ТЕПЛОВЫХ ПОТОКОВ И ТЕМПЕРАТУРЫ

ИЗМЕРИТЕЛИ ПЛОТНОСТИ ТЕПЛОВЫХ ПОТОКОВ И ТЕМПЕРАТУРЫ
 стационарный и зондовый режимы
 диапазон 0,02...1,5 Вт/м·К


МОМ-МГ4 / МОМ-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 СИЛЫ НАТЯЖЕНИЯ АРМАТУРЫ
 3...5, 10 и 100-канальные регистраторы
 диапазон 10...999 Вт/м²
 -40...+70 °С


ИЗМЕРИТЕЛИ ВЛАЖНОСТИ

ТЕРМОМЕТРЫ

ИЗМЕРИТЕЛИ СИЛЫ НАТЯЖЕНИЯ АРМАТУРЫ

ВЛАГОМЕР-МГ4
 для измерения влажности бетона, сыпучих, древесины
 диапазон 1...45 %

ИЗМЕРИТЕЛИ ТОЛЩИНЫ ЗАЩИТНОГО СЛОЯ БЕТОНА


ТМР-МГ4
 модульные регистрирующие для зимнего бетонирования и пропарочных камер
 до 20 модулей в комплекте
 диапазон -40...+100 / 250 °С


ДО-40 / 60 / 80МГ4
 метод поперечной оттяжки
 диапазон контролируемых усилий 2...120 кН
 диаметр арматуры 3...12 мм

ИЗМЕРИТЕЛИ НАПРЯЖЕНИЯ В АРМАТУРЕ

ИЗМЕРИТЕЛИ НАПРЯЖЕНИЯ В АРМАТУРЕ
 диаметр контролируемой арматуры 3...40 мм
 диапазон измерения защитного слоя 3...140 мм


ИЗМЕРИТЕЛИ НАПРЯЖЕНИЯ В АРМАТУРЕ
 зондовые / контактные 1...2-канальные
 диапазон -40...+250 °С


ИЗМЕРИТЕЛИ НАПРЯЖЕНИЯ В АРМАТУРЕ
 диаметр арматуры 3...32 мм
 диапазон 100...1800 МПа


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



Академические чтения РААСН

Наносистемы

В СТРОИТЕЛЬНОМ МАТЕРИАЛОВЕДЕНИИ

В Белгороде 7–9 апреля 2009 г. на базе Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова состоялась IV Академические чтения РААСН «Наносистемы в строительном материаловедении». Организаторами конференции выступили Российская академия архитектуры и строительных наук, Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, НИИ Наносистемы в строительном материаловедении БГТУ им. В.Г. Шухова, некоммерческое партнерство «Межрегиональное объединение ученых и специалистов в области строительного материаловедения» при поддержке Федерального агентства по образованию и администрации Белгородской области. В рамках Академических чтений была проведена телеконференция-связь и интернет-трансляция с участием ведущих зарубежных специалистов.

Параллельно с Академическими чтениями проходили курсы повышения квалификации заведующих кафедрами строительных материалов. Несколько последних лет все словосочетания с приставкой «нано» весьма волнуют умы ученых, бизнесменов и даже политиков. Практически в каждом регионе Российской Федерации созданы или создаются центры нанотехнологий, образована государственная корпорация Роснано. В СМИ количество публикаций растет в геометрической прогрессии, издаются специализированные журналы. Однако за прошедшие годы вопросов не стало меньше. Но уже появились первые результаты. Совершенно ясно, что основная черта нанотехнологий – их междисциплинарность, а вернее, наддисциплинарность. Выделить нанотехнологическую область в чистом виде в принципе невозможно. Предметная область нанотехнологий и nanoиндустрии пока не имеет четких границ из-за отсутствия системы критериев, слабости ее понятийного аппарата и классификационных основ. Наличие малого размера – около или менее 100 нм не является достаточным основанием для отнесения той или иной технологии к разряду современных высокотехнологических областей. Так, размеры частиц золы, применяемой при изготовлении резины, вполне соответствует такому «нанокритерию», однако производство резины отнестись к нанотехнологии не может.

В научном сообществе предлагаются различные определения области nanoисследований и соответствующей классификации:

- первое направление связано с получением дополнительных свойств или улучшением качества уже существующих технологических объектов, например для создания специальных прочностных, термических, поверхностных характеристик материалов; в его рамках отчетливо прослеживаются такие области, как нанопорошки и нанокompозиты, нанопленки, наноматериалы, конструкционные материалы. Технологически этот класс нанотехнологий считается специалистами наиболее «простым». Он базируется на относительно развитых достижениях nanoисследований и nanoиндустрии;
- второе направление определяется более глубоким использованием свойств материи в наномасштабе и созданием принципиально новых свойств, основанных на квантовых эффектах. Оно дает возможность не только совершенствовать уже имеющиеся качества, но и добиваться принципиально новых;
- третье направление связано с созданием инфраструктуры, обеспечивающей развитие нанотехнологий – манипулирования nanoобъектами и микромеханики; метрологии, реализации процессов, обеспечивающих качество и стандарты (включая численное моделирование nanoпроцессов) и др. Его развитие очень важно, поскольку позволяет разделить собственно технологии (возможности) и их практическое внедрение, т. е. nanoиндустрию;
- четвертое направление нацелено на создание наномеханизмов, работающих на nano- и микроуровнях и базирующихся на nanoпринципах. Оно



Рис. 1. Первый проректор БГТУ им. В.Г. Шухова д-р техн. наук, член-корр. РААСН В.С. Лесовик руководил интерактивным взаимодействием с коллегами из различных стран и регионов РФ



Рис. 2. На важность учета процессов, происходящих при остывании бетона после тепло-влажностной обработки, обратил внимание ректор ИГАСУ д-р техн. наук, член-корр. РААСН С.В. Федосов



Рис. 3. О возможностях экспериментальной геологии рассказал заведующий лабораторией синтеза и минералов Института экспериментальной минералогии РАН д-р геол.-минер. наук В.С. Балицкий



Рис. 4. О применении наномодификаторов для производства некоторых видов бетона рассказал в своем докладе д-р техн. наук Ю.В. Пухаренко (ПГУПС)



Рис. 5. Важность технико-экономического обоснования применения «нано» в стройиндустрии подчеркнул в докладе проректор по науке ПГУАС д-р техн. наук Е.В. Королев



Рис. 6. Проблемы сырья при производстве строительных материалов обсуждают (слева направо): д-р техн. наук Ш.М. Рахимбаев (БГТУ им. В.Г. Шухова) и д-р геол.-минер. наук В.В. Наседкин (ИГЕМ РАН)



Рис. 7. Нано- и строительное материаловедение – проблемы и возможности обсуждают (слева направо): заведующий кафедрой «Строительство, строительные материалы и конструкции» ТГУ д-р техн. наук А.А. Трещев, канд. техн. наук Л.А. Урханова (ВГСТУ) и академик РААСН, д-р техн. наук Е.М. Чернышев (ВГАСУ)



Рис. 8. Участники чтений посетили НИИ Наносистемы в строительном материаловедении БГТУ им. В.Г. Шухова. Слева направо: академик РААСН П.Г. Комохов (ПГУПС), директор НИИ д-р техн. наук В.В. Строкова, академик РААСН Ю.М. Баженов (МГСУ), академик РААСН Е.М. Чернышев

включает такие области, как биосенсоры, наносенсоры, наноинструменты, наноактюаторы и нанодатчики.

Именно по первым трем направлениям работают ученые-материаловеды, отметил в своем докладе академик РААСН Ю.М. Баженов. Для того чтобы добиться заметных результатов, необходимо изменить способ мышления, систему подготовки кадров. Какие же приоритеты сложились в строительном материаловедении в связи с возможностями наноиндустрии:

- вовлечение в производство новых видов сырья;
- создание новых видов вяжущего;
- разработка специальных покрытий.

В своем докладе «Повышение эффективности научно-образовательной деятельности высшей школы» член-корр. РААСН В.С. Лесовик подчеркнул, что подготовка кадров для наноиндустрии требует реинжиниринга системы образования – перехода к новым целям, методам, инструментам на базе достигнутых знаний и умений. Новая система подготовки кадров, разработанная и внедренная в БГТУ им. В.Г. Шухова, включает:

- мультимедийное интерактивное обучение;
- лаборатории удаленного доступа;
- дистанционные курсы обучения и повышения квалификации и др.

Основной проблемой в наноиндустрии является управляемый механосинтез, т. е. составление молекул из атомов с помощью механосинтеза приближения до тех пор, пока не вступят в действие соответствующие химические законы. Для обеспечения механосинтеза необходим наноманипулятор, способный захватывать отдельные атомы и молекулы и манипулировать ими в радиусе до 100 нм. Пока такой манипулятор, позволяющий вывести управляемый механосинтез на промышленный уровень производства, не создан. Поэтому стоит обратить внимание на возможность управления синтезом в существующих технологических процессах. Например, при тепловлажностной обработке бетона традиционно важными этапами технологической обработки считается нагрев и выдержка изделия. Однако что происходит в материале при охлаждении изделия, детально не исследовано, несмотря на то что в этот период протекают процессы тепло- и массопереноса, которые играют важную роль в структурообразовании и формировании наноструктурной составляющей бетона, отметил член-корр. РААСН С.В. Федосов. Поэтому с точки зрения повышения качества изделия и управления свойствами материала необходимо провести исследования в этом направлении.

Наноструктурная составляющая цементных и силикатных бетонов, подчеркнул академик РААСН Е.М. Чернышев, несмотря на то что ее доля в структуре всего 5–10%, играет очень важную роль в механике свойств материалов. Наноструктурная составляющая строительных композитов – это составляющая композитного материала, структура которой имеет наноразмерный масштаб слагающих ее элементов твердой фазы и порового пространства.

С этой точки зрения – влияния наноструктурной составляющей на свойства композита важно оценить природное и техногенное сырье. Как отметил в своем докладе д-р геол.-минерал. наук В.В. Наседкин, в природе существуют минералы и породы, являющиеся наносистемами. В частности, смектиты, пальгорскиты, хризотил – это те природные минералы и группы минералов, которые уже обладают наноразмерной структурой.

Заведующий лабораторией синтеза и минералов Института экспериментальной минералогии РАН д-р геол.-минер. наук В.С. Балицкий в докладе «Синтетический малахит – перспективный облицовочный материал современной строительной индустрии» рассказал, что знаменитые уральские месторождения оказались исчерпаны 30–40 лет назад. Ученые лаборатории создали синтетический малахит, который по своим физико-химическим свойствам не уступает природному и может служить его полной заменой.

Однако при проведении исследований или разработки технологии, связанных с нано-, необходимо провести технико-экономическую оценку эффективности, считает д-р техн. наук Е.В. Королев. Действительно ли наноиграет революционную роль в создании новых материалов? Современная нормативная база не способствует развитию нанотехнологий в строительстве. Производство должно основываться на базе старого производства, без изменения технологических принципов. Гармонизация нормативной базы с современными тенденциями развития технологии обеспечит ее прогресс.

Теплая, дружеская и творческая атмосфера, созданная коллективом университета, позволила участникам академических чтений обсудить различные аспекты развития и внедрения нано- в строительном материаловедении и стройиндустрии.

И.В. Козлова,
канд. физ.-мат. наук

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ АРХИТЕКТУРЫ И СТРОИТЕЛЬНЫХ НАУК ПОДВЕЛА ИТОГИ РАБОТЫ ЗА ПЯТЬ ЛЕТ

22–24 апреля 2009 г. в Москве состоялось отчетно-выборное Общее собрание Российской академии архитектуры и строительных наук. В собрании приняли участие 114 академиков и членов-корреспондентов РААСН, 15 почетных и иностранных членов, 160 советников РААСН и сотрудников академических НИИ.

С докладом об основных итогах деятельности академии за истекшие 5 лет выступил президент РААСН **А.П. Кудрявцев**. Было отмечено, что в настоящее время существенно вырос авторитет архитектуры в современной отечественной науке. Это подтверждается тем, что архитектура вошла в систему государственных академий наук в дополнение к ФЗ «О науке и государственной научно-технической политике». За последние годы разработана ведомственная целевая программа «Формирование архитектурно-градостроительной среды и жизнедеятельности биосферно-совместимой и благоприятной для человека и общества». Эта программа является частью сквозной программы фундаментальных исследований Российской академии наук.

Академия принимает активное участие в реализации национального проекта «Доступное и комфортное жилье – гражданам России». В государственные органы направлены: предложения по реализации научных разработок об освоении подземного пространства; концепции строительства на вечномёрзлых грунтах; реконструкции жилой застройки массовых серий зданий с использованием местных материалов, снижающих потребление цемента. В 2007 г. выпущен альбом инновационных предложений.

Было отмечено, что в настоящее время обострился дефицит специалистов-градостроителей. Примерно для 110 городов РФ необходимо более 50 тыс. специалистов в области градостроительства, а первые выпуски градостроителей предполагаются только в 2012 г. Поэтому необходимо создание системы переподготовки существующих кадров на базе магистратур вузов.

В 2007 г. Председателю Правительства РФ направлялись предложения по разработке документов территориального развития. В настоящее время из 89 регионов только 20 подготовили планы территориального планирования, хотя к 1 января 2010 г. такие планы должны быть в каждом регионе.

Основными задачами Академии в сфере градостроительной деятельности являются:

- корректировка градостроительной доктрины на долгосрочный период;
- взаимосвязанное рассмотрение национальных проектов на основе градостроительной политики;
- формирование целостной системы органов управления градостроительством и профессиональная подготовка их руководителей;



Общее собрание открывает президент РААСН А.П. Кудрявцев

- участие в разработке градостроительных законов «Об агломерациях», «О пригородных зонах», «Об исторических городах»;
- экспертиза градостроительных проектов Олимпийского комплекса в Сочи.

РААСН проводит постоянную работу по сохранению историко-культурного наследия. Не редки случаи, когда членам академии приходится вступать в борьбу с администрациями городов за сохранение архитектурного наследия. Большинство исторических городов находится в критическом состоянии. Необходимость разработки ФЗ об исторических городах очевидна.

Важнейшей проблемой является реконструкция жилищного фонда: в стране более 60% жилья – дома старше 30 лет, в которых проживает более 90 млн человек. Мировой опыт показывает, что реконструкция ветхого жилого фонда в экономическом отношении выгоднее сноса и последующего нового строительства. Долгосрочная программа реконструкции жилищного фонда должна включать модернизацию инженерной инфраструктуры, эффективное использование материальных и энергетических ресурсов. Такая программа под руководством академика В.И. Колчунова реализуется в Орле.

В области строительных наук академией накоплен уникальный опыт строительства сложных сооружений в экстремальных условиях. Разрабатывается современная теория живучести зданий, включающая вопросы потери устойчивости металлокаркаса, изменения формы железобетонной оболочки ввиду повышенной ползучести бетона, коррозионной деструкции связей, подрыва несущих стен зданий.

Ресурсо- и энергомимимизация строительной отрасли – приоритетное направление научных исследований академии. В современных условиях при строительстве и эксплуатации зданий потребляется около 500 млн т условного топлива. Потенциал энергосбережения оценивается в 100–150 млн т.

Академия обладает эксклюзивными исследованиями, позволяющими оценить объем резерва отходов в зависимости от региона РФ, а также экономический эффект. В настоящее время в России не более 5% заполнителей и вяжущих производится с использованием техногенных отходов, в то время как в мире 45% таких материалов производится из отходов.

Формирование архитектурно-градостроительной среды жизнедеятельности биосферно-совместимой и благоприятной для



С пленарным докладом выступает академик В.А. Ильичев



Директор НИИСФ РААСН И.Л. Шубин



Академики Е.М. Чернышев (слева) и В.И. Колчунов



развития человека и общества является актуальной проблемой современности. Первый вице-президент РААСН **В.А. Ильичев** отметил, что на планете Земля за последние 100 лет температура повысилась на 0,8°C, а уровень мирового океана поднялся на 0,1–0,2 м. В северных районах России среднегодовая температура повысилась на 1–1,5°C. К 2030 г. прогнозируется подъем уровня Мирового океана на 0,6 м. Число природных катастроф увеличилось. Вырублено 40% лесов и осушено 50% болот. Популяция людей поглощает 40% от глобальной биологической продукции, лишая пищи все другие организмы, обрекая их на вымирание: под угрозой уничтожения 24% видов млекопитающих, 12% птиц. Энергоемкость ВВП в России в 11 раз больше, чем в Германии, в 6 раз больше, чем в Канаде, в 4 раза больше, чем в Польше. В связи с этим необходимо внедрение программ энерго-, водо-, воздушно-защиты.

Главный научный секретарь **Г.В. Есаулов** рассказал о результатах научно-исследовательских работ РААСН в 2004–2009 гг. Он отметил, что было выполнено 1249 научно-исследовательских разработок: из них по отделению архитектуры 434, по отделению градостроительства 415, по отделению строительных наук 400. Стратегическая цель научных исследований РААСН – формирование архитектурно и градостроительной среды жизнедеятельности биосферно-совместимой и благоприятной для человека и общества и направлена на увеличение продолжительности жизни человека. Впервые в истории российской академической науки предпринята попытка объединения усилий ученых всех государственных академий.

В рамках Общего собрания состоялись круглые столы по подразделениям на темы: «Образование и практика. Стандарты третьего поколения в архитектурно-строительном образовании» (ведущий – вице-президент **А.В. Степанов**), «Градостроительные проблемы Олимпийского Сочи» (ведущий академик-секретарь **Ю.А. Сдобнов**), «Актуальные проблемы строительной науки в условиях экономического кризиса» (ведущий – вице-президент **В.И. Травуш**). Итоги обсуждения на «круглых столах» ведущие доложили на пленарном заседании Общего собрания.

Докладывая о результатах обсуждения темы, академик **В.И. Травуш** сделал акцент на основной проблеме строительной отрасли. Он отметил, что база строительной индустрии устарела: модернизации не проводилось много лет, ряд производств прекратил свое существование. Например, металлопроизводители сократили сортамент металлопроката, не учитывая потребности строительной отрасли. В основном продают металл на зарубежные рынки. А отечественным строителям приходится покупать готовые металлоконструкции у иностранных фирм. Практически прекратила существование отрасль производств деревянных клееных конструкций. Целесообразно принять программу модернизации строительной индустрии с целью исключить зависимость от зарубежных поставок. Необходимо развивать машиностроительную отрасль для производства оборудования для промышленности строительных материалов и различной строительной техники.

Строительная индустрия потребляет мало научных разработок, так как снижать стоимость строительства не выгодно. Было отмечено, например, что в настоящее время разработаны и применяются высокопрочные бетоны класса В100, а оборудования для

испытаний конструкций нет. Предложено концентрировать науку в вузах, создавая крупные испытательные центры.

С содокладами и обсуждением проблем, затронутых в основных докладах выступили академики **Е.М. Чернышев**, **В.И. Колчунов**, **В.И. Теличенко**, **Ю.П. Панибратов**.

Директор НИИСФ **И.Л. Шубин** отметил, что в структуре академии находится пять государственных институтов, которые продолжают заниматься фундаментальными исследованиями: НИИ строительной физики, НИИ теории архитектуры и градостроительства, Дальневосточный научно-исследовательский, проектно-конструкторский и технологический институт по строительству, Уральский научно-исследовательский и проектно-конструкторский институт, ЦНИИП градостроительства. Такое количество научно-исследовательских институтов (в СССР их было более 100) не дает возможности проведения необходимых исследований для изучения фундаментальных проблем. Научная база в настоящее время практически потеряна. Многие НИИ бывшего Госстроя ликвидированы или неудачно приватизированы: ЦНИИОМТП, НИИЖБ, НИИСантехники, ЦНИИПСХ им. Н.П. Мельникова, НИИОСП им. Н.М. Герсеванова. В 1990-е годы у них еще была возможность самосохранения, в современных условиях экономического кризиса скорее всего они не выживут и уйдут с научно-технического рынка.

Отсутствие политики государства в строительстве привело к полнейшему анархизму во всех вопросах стройиндустрии. За техническое нормирование в строительстве никто не отвечает, технические регламенты не разработаны. С 2010 г. прекращают действие СНиПы, с начала 2009 г. прекращена выдача лицензий на проведение строительной деятельности. С саморегулированием нет полной ясности. В Минрегионразвития отсутствует структурное подразделение, занимающееся строительством, соответственно и специалисты, способные решать вопросы строительной индустрии. В Минобрнауки считают, что фундаментальной науки в области строительства не существует, поэтому добиться финансирования очень трудно: приходится придумывать тематические лазейки, для продвижения того или иного исследования. Большая заслуга РААСН, что даже при слабом бюджетном финансировании удается вести научные исследования и в области архитектуры, и градостроительства, и строительных наук.

На сессии прошли выборы руководящего состава Академии. Президентом РААСН избран академик **А.П. Кудрявцев**, первым вице-президентом – академик **В.А. Ильичев**, вице-президентами – академики **А.В. Кузьмин** (архитектура), **Ю.А. Сдобнов** (градостроительство) и **В.И. Травуш** (строительные науки), главным научным секретарем РААСН избран академик **Г.В. Есаулов**.

Состоялись выборы по конкурсам на вакансии членов РААСН. Действительными членами (академиками) РААСН избраны: **П.А. Аббасов** и **Ю.П. Панибратов** (отделение строительных наук), **Е.Н. Перчик** (отделение градостроительства). Иностранцами членами РААСН избраны **Михайло Митрович** (Сербия), **Ю.В. Чантурия** (Белоруссия), **А.А. Кусаинов** (Казахстан).

Новому составу президиума РААСН поручено определить тематику научных частей Общих собрания РААСН в 2010–2013 годах, время и место проведения очередного Общего собрания РААСН в 2010 году.

Тематические дайджесты серии «Совершенствование строительных материалов» – успешный проект издательства

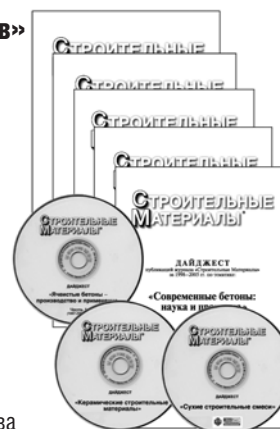
Дайджест «**Ячеистые бетоны – производство и применение**» (Часть 1). В настоящее время он выпущен на CD. В 2005 г. издана Часть 2. Представлены технологии и оборудование, опыт применения, результаты научных исследований.

Дайджест «**Кровельные и изоляционные материалы**» включает статьи по темам: битумные, битумно-полимерные, полимерные материалы, гидроизоляция сооружений, жесткие кровли и др.

Дайджесты «**Керамические строительные материалы**». Часть 1 выпущена на CD. В 2009 г. вышла Часть 2. Информация представлена по следующим направлениям: отраслевые проблемы, сырьевая база, оборудование и технология, контроль качества, ограждающие конструкции.

В дайджест «**Сухие строительные смеси**» вошли рубрики: технологии и оборудование, компоненты сухих строительных смесей, обзоры, нормативная база и критерии качества (на CD).

Дайджест «**Современные бетоны: наука и практика**» содержит более 100 статей по тематическим разделам: исследование составов и свойств бетонов, исследования технологических аспектов производства бетонов и др.



В издательстве «Стройматериалы» Вы можете приобрести специальную литературу

Учебное пособие «Практикум по технологии керамики»

Авторы – коллектив ученых РХТУ им. Д.И. Менделеева.

Рассмотрены основные методы отбора проб, испытаний сырьевых материалов, контроля и исследования технологических процессов, а также определения свойств готовой продукции, применяемые в керамической, огнеупорной и смежных отраслях промышленности. Пособие может быть использовано не только как учебное, но и в качестве полезного руководства для инженеров заводских и научно-исследовательских лабораторий.



Книга «Керамика вокруг нас»

Авторы Салахов А.М., Салахова Р.А.

Авторы представляют керамику как искусство и как продукт тонкой технологии. Показано, что свойства керамических изделий определяются химическим, минералогическим и гранулометрическим составом исходных компонентов. Множество иллюстраций наглядно демонстрируют возможности использования керамических материалов в строительстве и архитектуре.

Книга предназначена специалистам предприятий, производящих керамические материалы, ученым-материаловедам, преподавателям, аспирантам и студентам, всем заинтересованным лицам.



Книга «Керамические пигменты»

Масленникова Г.Н., Пищ И.В.

В монографии рассмотрены физико-химические основы синтеза пигментов, в том числе термодинамическое обоснование реакций, теория цветности, современные методы синтеза пигментов и их классификация, методы оценки качества. Приведены сведения по технологии пигментов и красок различных цветов и кристаллических структур. Описаны современные методы декорирования керамическими красками изделий из сортового стекла, фарфора, фаянса и майолики.

Книга предназначена для научных сотрудников, студентов, специализирующихся в области технологии керамики и стекла, а также для инженерно-технических работников, занятых в производстве керамических изделий и красок. Будет полезна для специалистов других отраслей промышленности, где применяются высокотемпературные пигменты.



Книга «Сырьевые материалы, шихта и стекловарение»

Авторы В.Е. Маневич, К.Ю. Субботин, В.В. Ефременков

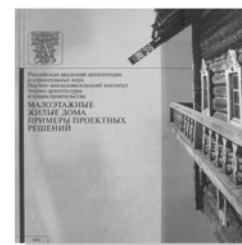
В книге подробно рассмотрены сырьевые материалы для производства стекла различного назначения, влияние технологических факторов на качество шихты и варку стекла, приведены последние разработки в области автоматизации производства стекольной шихты и других многокомпонентных смесей. Представлено различное оборудование, разработанное ЗАО «Стромизмеритель», которое успешно работает не только в России, но и других странах СНГ и дальнего зарубежья.



Альбом «Малозэтажные дома. Примеры проектных решений»

Авторы – академик РААСН Л.В. Хихлуха, канд. архитектуры Н.М. Согомонян, архитекторы Ю.В. Лопаткин, И.Л. Хихлуха.

Альбом включает разделы: «Односемейные жилые дома», «Многосемейные жилые дома», «Эстетические качества жилища», «Градостроительные группы». Предназначен для архитекторов, специалистов, занятых вопросами жилищного строительства, для органов исполнительной власти в области архитектуры и строительства, а также для частных застройщиков; может быть использован как методическое пособие для студентов вузов.



КОЛЛЕГИ



К 70-летию О.Н. Крашенинникова

Редакция и редакционный совет поздравляют Олега Николаевича Крашенинникова, доктора технических наук, профессора Анатитского филиала Мурманского государственного технического университета, с 70-летием.

Олег Николаевич Крашенинников родился 25 мая 1939 г. в Ленинграде. После окончания в 1961 г. Ленинградского инженерно-строительного института работал в тресте Ленмостострой, участвовал в строительстве и реконструкции мостов в Ленинграде.

С 1964 г. в течение 10 лет занимался научно-исследовательской и преподавательской деятельностью на кафедрах строительных материалов и технологии строительных изделий и конструкций ЛИСИ. В 1970 г. защитил кандидатскую диссертацию по теме «Мелкозернистые вермикулиты и их применение в строительстве».

В 1974 г. О.Н. Крашенинников приглашен на работу в отдел технологии строительных материалов ИХТРЭМС КНЦ РАН заведующим лабораторией технологии стеновых и облицовочных материалов, а в дальнейшем заведующим лабораторией бетонов, где работает в настоящее время.

Высокий профессионализм Олега Николаевича в области строительного материаловедения подтвержден в 270 научных трудах, в том числе 5 монографиях. В 2007 г. им защищена докторская диссертация «Научные основы получения плотных, пористых заполнителей и бетонов различного функционального назначения из природного и техногенного сырья Кольского полуострова». Олег Николаевич является членом ученого и диссертационного советов ИХТРЭМС КНЦ РАН, научным руководителем тематики, связанной с исследованием природного и техногенного сырья Кольского полуострова, и разработкой на их основе эффективных видов строительных материалов, преимущественно бетонов.

Ряд его научных разработок включен для практической реализации в «Стратегию развития строительного комплекса Мурманской области до 2015 года».

О.Н. Крашенинников является инициатором создания и руководителем (с декабря 1997 г.) Кольского испытательного центра строительных материалов и изделий, оказывающего помощь строительным организациям и промышленным предприятиям Мурманской области в оценке качества исходного сырья и строительной продукции, а также в обследовании технического состояния зданий и сооружений. Им проделана значительная работа по открытию в регионе новой специальности по подготовке инженерных кадров строительного профиля.

Выполненные под руководством О.Н. Крашенинникова разработки экспонировались на ВДНХ и получили серебряную медаль, а также на 5 международных выставках в области высоких технологий в 2001–2006 гг., где отмечены золотой и тремя серебряными медалями.

О.Н. Крашенинников – Почетный строитель России, награжден медалью «Ветеран труда», знаком «Житель блокадного Ленинграда», почетными грамотами Российской академии наук.

Редакция и редакционный совет желают Олегу Николаевичу крепкого здоровья и дальнейших творческих успехов.

НОВОСТИ КОМПАНИЙ

Огнезащита от ТехноНИКОЛЬ

Корпорация ТехноНИКОЛЬ приступила к производству плит для систем огнезащиты.

Специалистами корпорации разработана новая технология производства каменной ваты, которая позволяет выпускать плиты, способные выдерживать открытое действие огня в течение 4 ч, не разрушаясь и не изменяя своих геометрических размеров. Данная технология легла в основу двух систем огнезащиты: огнезащита железобетонных плит перекрытия и огнезащита стальных конструкций.

Система огнезащиты железобетонных плит перекрытия предназначена для повышения предела огнестойкости железобетонных плит перекрытий до 4 ч (REI 240). В состав системы входит огнезащитная плита для изоляции

конструкции из бетона ТЕХНОНИКОЛЬ (плотность 100 кг/м³) и крепеж – металлический анкер MUNGO.

Система огнезащиты стальных конструкций предназначена для повышения предела огнестойкости конструкций. Предел огнестойкости системы составляет от 60 до 240 мин (R60 – R240). В состав системы входит огнезащитная плита для изоляции конструкции из металла ТЕХНОНИКОЛЬ (плотность 145 кг/м³) и клей – Кнауф «Флексклебер».

Огнезащитные плиты для изоляции конструкции из бетона и металла ТЕХНОНИКОЛЬ – это негорючие, гидрофобизированные, тепло-, звукоизоляционные плиты из минеральной ваты на основе горных пород базальтовой группы, могут применяться в гражданском и промышленном строительстве и реконструкции зданий и сооружений.

По материалам Корпорации ТехноНИКОЛЬ

Новый завод во Владимирской области

Компания «Строительные Инновации» (г. Кольчугино, Владимирская область) приступила к реализации проекта в области индустриального малоэтажного крупнопанельного домостроения. Производственная площадка завода занимает 35 га, которые находятся в собственности предприятия.

Реализация проекта будет проходить в три этапа. Первым этапом стал запуск в апреле 2009 г. линии по производству плитного строительного материала из фибролита под торговой маркой Green Board® шириной 600 мм и длиной 3000 мм, с широким ассортиментом толщин, включая многослойные плиты. Производственная мощность линии 38 тыс. м³ в год плит марки GB3 или

160 тыс. м³ в год плит марки GB1. На втором этапе планируется выпуск плитного материала шириной 1200 мм. На третьем – выпуск комплектов домов высокой степени заводской готовности на базе стеновых панелей высотой 3000 мм, длиной 6000 мм, толщина стены 400 мм.

Полная проектная мощность завода 500 тыс. м² жилья в год. Объем инвестиций на весь проект составляет 220 млн евро. Оборудование поставила компания Elotomation (Нидерланды), специалисты которой выполняют пусконаладочные работы.

В настоящее время на заводе работает около 350 человек. Планируемая численность 1300–1600 работников.

По материалам компании «Строительные Инновации»

НОВОСТИ КОМПАНИЙ

На комбинате «Волна» закончилась реконструкция линии

На участке № 2 цеха асбестоцементных изделий комбината «Волна» (Красноярск) реконструировали линию по выпуску кровельного европейского шестиволнового листа профиля 51/177 (СЕ) с целью производства более востребованного восьмиволнового листа профиля 40/150 (СВ). Мощность новой линии 7882 листа шифера в сутки.

Специалисты предприятия, проводя анализ сбыта продукции, пришли к выводу о целесообразности введения новых мощностей для производства листа СВ.

До реконструкции на участке № 2 действовала одна линия по выпуску листа СЕ и одна по выпуску листа СВ,

на участке № 1 — одна технологическая линия по производству листа СВ. Новые прокладки закуплены в Бельгии, установлены и смонтированы изготовленные на Красномашзаводе форматный барабан и волнировщик. Механики и наладчики комбината практически полностью переделали транспортную систему. На каждый лист, который сходит с реконструированной производственной линии, электронным маркировщиком наносится своеобразный паспорт изделия, в котором указаны производитель, обозначение профиля листа, размер, номер партии и год изготовления.

По материалам пресс-службы
ОАО «Холдинговая компания «Сибирский цемент»

ИССЛЕДОВАНИЯ РЫНКОВ

Рынок щебня Башкирии в условиях кризиса

Республика Башкирия входит в двадцатку крупнейших российских регионов — производителей щебня. Несмотря на кризис, экономическая активность в Башкортостане достаточно высока: по итогам 2008 г. по показателю ввода жилых домов республика вышла на пятое место среди российских регионов. Среди крупнейших строительных рынков России в Башкирии прирост по показателю ввода жилых помещений был максимальным — на 26,6% (в среднем по России всего 4,5%). Причем активное строительство велось и в конце 2008 г., когда финансовый кризис вошел в период активизации. В IV квартале было построено на 60% больше жилья, чем за аналогичный период 2007 г. Несмотря на негативные тенденции в экономике, строительная деятельность в регионе достаточно стабильна и в 2009 г.

Так, в январе—феврале сокращение ввода жилья составило всего около 10% (по отношению к тому же периоду 2008 г.), тогда как в среднем по России этот показатель составил около 20%. Достаточно стабильным является и сегмент дорожного строительства.

Таким образом, рынки потребления в самой республике функционируют даже в сложных экономических условиях, хотя и менее успешно, чем в 2008 г. В то же время сбыт щебня и гравия в другие регионы сократился, что негативно сказалось на состоянии нерудной отрасли. Тем не менее в отличие от большинства других отраслей экономики рынок нерудной продукции более стабилен. Компании-производители в большей степени защищены от последствий кризиса, поскольку их поставки ориентированы не только на строительство жилых и коммерческих объектов, но и на инфраструктурные проекты, которые поддерживает государство.

Динамику рынка стройматериалов будут определять госинвестиции

В 2009—2010 гг. динамика рынка стройматериалов будет определяться главным образом строительством в рамках различных федеральных целевых программ — жилье, дороги, социальные объекты, инфраструктура (в зависимости от уровня финансирования запланированных проектов). В частности, в условиях общего спада возрастает значение проекта Сочи-2014 как одного из существенных факторов поддержания спроса на стройматериалы. Федеральные целевые программы примерно на 55% состоят из инвестиционных расходов. Сокращение ФЦП на 1 трлн р. приведет к снижению инвестиций в текущем году на 550 млрд р., или примерно на

1,5% ВВП. Согласно прогнозу РБК в 2009 г. по большинству видов строительных материалов произойдет «возврат» к объемам потребления начала 2007 г., а в 2010 г. — постепенный рост с выходом в 2011 г. на запланированный до кризиса уровень. В наибольшей степени может сократиться производство стеновых материалов, железобетонных изделий и товарного бетона (25%—35% в 2009 г.). В меньшей степени от кризиса пострадают подотрасли ПСМ, связанные с дорожным строительством и возведением объектов инфраструктуры (по щебню, гравию и песку возможно сокращение производства на 10—20%). Наибольшее падение на рынках кровельных, оконных конструкций и отделочных материалов ожидается в 2010 г., учитывая, что именно на этот год прогнозируется резкое уменьшение объемов ввода нового жилья.

ФАС намерена сделать рынок нерудных материалов «более прозрачным»

Согласно проекту постановления, подготовленного Федеральной антимонопольной службой (ФАС) при участии профильных ведомств — Минрегионразвития, Минэкономразвития и других, получателям бюджетных средств (при закупках для госнужд и компаниям, более чем на 25% принадлежащим государству) рекомендуется не менее 25% от объемов нерудных материалов закупать на товарных биржах. Запустить механизм биржевых закупок нерудных материалов предполагается с 2010 г. После одобрения проекта начнется создание механизма торговли нерудными материалами на товарных биржах. Предполагается, что закупать не менее четверти от объема нерудных материалов должны будут государ-

ственные организации, а также организации, работающие на госзаказ, и монополии, в первую очередь РЖД, которая потребляет огромные объемы щебня. Минрегионразвития определит номенклатуру, например стоит ли продавать на бирже песок или только щебень. ФАС по поручению правительства начала проверку ценообразования на рынке нерудных материалов. Цены на них по итогам 2008 г. повысились, по данным аналитиков, в среднем по стране на 20—30% (по данным Росстата, на 14—25%), тогда как цемент за год подешевел почти на четверть, а арматура — в 2 раза. Проверка находится на завершающем этапе. Предполагается, что с помощью биржи процесс определения стоимости станет более прозрачным.

По материалам «РБК. Исследования рынков»

Как подготовить к публикации научно-техническую статью (методическое пособие для начинающего автора)



Развитие стройиндустрии стимулировало развитие строительного материаловедения, что, в свою очередь, предопределило рост направляемых в редакцию статей. Статьи аспирантов и докторантов, как и в прежние годы, публикуются без оплаты за размещение в журнале.

За все годы существования журнала научные редакторы, члены редколлегии, редакционного совета и большая группа специалистов-рецензентов внимательно и терпеливо помогали росту научных кадров и специалистов отрасли. Однако в последнее время все чаще в редакцию для публикации представляют слабые в научном отношении, незавершенные, незрелые работы, которые в ряде случаев не доходят даже до рецензентов и забраковываются на этапе внутриредакционного рецензирования.

Начнем с определений. Наука – система знаний о закономерностях развития природы и общества и способах воздействия на окружающий мир. Статья – сочинение небольшого размера в сборнике, журнале, газете.

Таким образом, научность труда, исследования, работы характеризуется целью проникнуть, нащупать, определить, сформулировать какую-либо новую закономерность формирования вещества или протекания процесса для практического, унитарного использования в материаловедении, прикладной механике, теплотехнике и т. д.

В нашем случае 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 группы журналов «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 группы журналов «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 иллюстрации;
- 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); распечаткой, лично подписанной авторами; рефератом объемом до 500 знаков на русском и английском языке; подтверждением, что статья предназначена для публикации в группе журналов «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.

Подробнее можно ознакомиться с требованиями на сайте издательства www.rifsm.ru/avtoram.php

УДК 666:691

В.В. ЕФРЕМЕНКОВ, первый зам. директора, Д.Г. КОНДРАТЬЕВ, гл. инженер,
В.В. РУЧКИН, гл. конструктор, ЗАО «Стромизмеритель» (Нижний Новгород)

Разработка и изготовление технологического оборудования для производства строительных материалов

Большинство технологических процессов в производстве листового стекла, силикатного кирпича, керамических блоков, цемента, изделий из бетона и гипса, сухих строительных смесей и другой продукции стройиндустрии связано с транспортированием, загрузкой, разгрузкой, дозированием, смешиванием и обработкой сырьевых материалов. ЗАО «Стромизмеритель» разрабатывает и изготавливает широкую гамму технологического оборудования для выполнения этих операций.

Неотъемлемыми технологическими элементами в производстве строительных материалов являются ленточные элеваторы и конвейеры, составляющие основу поточно-транспортных линий. Производимые в ЗАО «Стромизмеритель» конвейеры, элеваторы и различные транспортные механизмы имеют широкий диапазон технических характеристик и предназначены не только для перемещения сыпучих и мелкокусковых насыпных грузов, но и для переключения транспортных потоков и перераспределения сырья по бункерам.

Конструкция стационарных конвейеров предусматривает полную герметизацию всего тракта прохождения материала, сетчатые ограждения движущихся частей и аварийные тросовые выключатели, обеспечивающие требуемую безопасность труда.

Возможно изготовление конвейеров в открытом или полукрытом исполнении, а также конвейеров с винтовым или грузовой натяжением ленты. Конвейеры поставляются заказчику в виде готовых станций и секций и комплектуются лентой с большим эксплуатационным ресурсом, малой величиной остаточного растяжения и повышенной стойкостью к абразивному износу. Приводные станции оснащаются мотор-редукторами итальянской фирмы Bonfiglioli, подшипниковыми узлами SKF и очистными устройствами различной конструкции.

Кроме стационарных ленточных конвейеров изготавливаются реверсивные конвейеры-челноки и поворотные конвейеры для подачи транспортируемого материала в группу из четырех или шести силосных банок.

При необходимости конвейеры комплектуются дополнительными очистными устройствами нерабочей поверхности ленты, сбрасывателями плужкового типа с пневматическими приводами, фильтрующими системами с автоматической регенерацией элементов и датчиками контроля движения ленты.

Основные технические характеристики стационарных ленточных конвейеров представлены ниже.

Производительность, м ³ /ч	50–350
Ширина ленты, мм	500–1000
Длина транспортирования, м	3–200
Скорость движения ленты, м/с	0,5–2
Установленная мощность электродвигателя, кВт	1,5–30

Ленточные ковшовые элеваторы выпускаются с шириной ковша 160 мм, 250 мм, 320 мм и 400 мм, произ-

водительностью от 13 до 95 м³/час и высотой подъема сыпучих и мелкокусковых материалов от 8 до 50 м. Элеваторы комплектуются мотор-редукторами, подшипниковыми узлами и лентой от ведущих мировых производителей. Натяжение тягового органа элеватора производится в приводной станции, что гарантирует минимальные «мертвые зоны» при огибании ковшами ведомого барабана, и уменьшает габаритные размеры нижней станции. Конструкция ведомого барабана, выполненного по типу беличьего колеса, предотвращает повреждение ленты при попадании абразивного материала между внутренней поверхностью ленты и барабаном. Конусообразная форма приводного барабана в сочетании с резиновой футеровкой обеспечивает повышенное сцепление и стабилизацию положения ленты при скорости ее движения 1,85 м/с.

Для ремонта и обслуживания элеваторов помимо люков и съемных панелей на верхних и нижних станциях предусмотрен доступ к рабочему органу с любой стороны по всей высоте шахты элеватора. Повышенная конструктивная жесткость шахты позволяет устанавливать на нее площадку обслуживания привода и минимизирует количество элементов, поддерживающих элеватор по вертикали.

В целом элеваторы и конвейеры отличаются быстрым монтажом, надежной и беспыльной работой. Все конвейеры производства ЗАО «Стромизмеритель» имеют высокое качество и хороший дизайн (рис. 1).

К другим распространенным механизмам поточно-транспортных и дозировочно-смесительных линий относятся ленточные, винтовые, вибрационные и качающиеся питатели, при помощи которых осуществляют равномерную регулируемую подачу сырьевых материалов из приемных воронок, бункеров и других емкостей в линии обработки сырья, в отдельные технологические аппараты и другие транспортные устройства.

Ленточные питатели являются небольшими конвейерами длиной от 2 до 6 м и шириной ленты 500–800 мм, в которых между двумя барабанами натягивается склеенная лента, скользящая по неподвижной поверхности или опорным роликам. Производительность ленточных питателей регулируется либо скоростью передвижения ленты, либо высотой слоя транспортируемого материала и составляет для разных моделей 20–200 м³/час.

Винтовые питатели и винтовые конвейеры производства ЗАО «Стромизмеритель» применяются для перемещения материалов с большими углами естественного откоса и склонностью к образованию сводов. Винтовые питатели используются в основном в качестве загрузочных или разгрузочных устройств весовых дозаторов (рис. 2), при заполнении пневмотранспортных насосов, а также при подаче материала в винтовые конвейеры. Специальные конструкции винтов, многоскоростной режим работы и наличие на выходе отсечной уплотненной заслонки позволяют обеспечить мини-



Рис. 1. Транспортно-технологическое оборудование



Рис. 2. Винтовой питатель дозатора

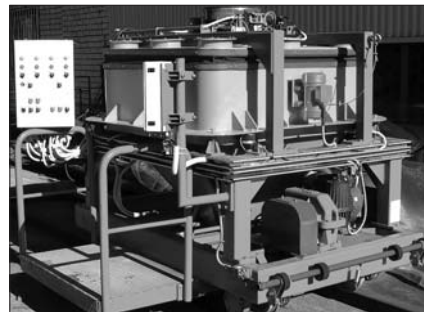


Рис. 3. Тензометрическая весовая тележка

мальные погрешности дозирования при высокой производительности. Для повышения точности дозирования разработаны специальные конструкции двухвинтовых питателей.

Винтовые конвейеры отличаются от винтовых питателей усиленной конструкцией шнека и комплектуются более мощными приводами с повышенной нагрузочной способностью.

Питатели и конвейеры выпускаются с диаметром винта от 28 до 500 мм, длиной транспортирования от 0,32 до 20 м и производительностью от 1 до 120 м³/час.

Вибрационные питатели с электромагнитными и дебалансными электровибраторами используются для дозирования и транспортирования различных сыпучих, мелкокусковых, в том числе образивных, материалов. Основными достоинствами вибрационных питателей является сравнительная простота конструкции, возможность полной герметизации рабочего лотка, отсутствие дорогостоящих изнашивающихся частей и простота обслуживания. Лотки вибрационных питателей оборудуются съемными футеровочными пластинами из материалов с различными свойствами, соответствующими характеристикам транспортируемого сырья. Отдельные модификации вибрационных питателей, производимых в ЗАО «Стромизмеритель», оснащаются классифицирующими решетками, заслонками и механизмами поворота. Производительность вибрационных питателей варьируется в пределах 2–90 м³/час и определяется шириной лотка или диаметром трубы (от 50 до

800 мм), длиной лотка или трубы (от 300 до 3000 мм), высотой слоя и скоростью движения перемещаемого продукта, а также насыпной плотностью и влажностью материала. При колебаниях влажности и размеров кусков материала наблюдается нестабильная по производительности работа вибрационных питателей, поэтому для материалов с изменяющимися физико-механическими характеристиками целесообразнее использовать качающиеся питатели.

Качающиеся питатели производства ЗАО «Стромизмеритель» аналогичны по конструкции питателям КТ5 Пермского завода горно-шахтного машиностроения и могут использоваться в линиях обработки песка, глины, кускового доломита, известняка, стеклобоя и других материалов.

Особый класс оборудования, производимого в ЗАО «Стромизмеритель», составляют тензометрические весовые дозаторы дискретного действия в диапазоне взвешивания от 0,1 до 3000 кг, непрерывного действия с диапазоном взвешивания от 5 до 25 т/ч и объемные дозаторы, работающие по принципу измерения расхода жидкостей.

Специалисты фирмы успешно решают вопросы дозирования хорошо сыпучих, комкующихся, плохосыпучих и высокогигроскопичных материалов, а также малых добавок и всевозможных красителей.

В отличие от фирм, которые предлагают весовые дозаторы, работающие только по принципу набора полной дозы по загрузке или дозирования по разгрузке с оста-



Рис. 4. Виброднище с шибберным затвором



Рис. 5. Цех по производству шихты

точным тарным весом, ЗАО «Стромизмеритель» изготавливает разнообразные весовые дозаторы, номенклатура которых насчитывает десятки моделей:

- малогабаритные дозаторы частичных доз (дозирование по загрузке);
- малогабаритные дозаторы полных доз (дозирование как по загрузке, так и по разгрузке);
- однокомпонентные дозаторы полных доз с весоприемным устройством на базе одного или трех тензодатчиков (дозирование как по загрузке, так и по разгрузке);
- многокомпонентные дозаторы с весоприемным устройством на базе трех тензодатчиков (дозирование по загрузке);
- непрерывные тензометрические пропорциональные дозаторы (встраиваются в ленточные конвейеры);
- непрерывные весовые дозаторы-расходомеры на базе ленточных питателей;
- передвижные тензометрические весовые дозаторы-тележки (рис. 3), работающие в ручном, полуавтоматическом и полностью автоматическом режимах управления;
- тензометрические весовые платформы;
- весовые бункерные устройства для измерения уровня заполнения бункера материалом;
- дозирочно-смесительные комплексы для дозирования малых компонентов и приготовления премиксов.

Точность дозирования колеблется от 0,1 до 0,2% в зависимости от физических параметров взвешиваемого материала.

Разнообразие выпускаемых в ЗАО «Стромизмеритель» дозаторов позволяет унифицировать процесс проектирования дозирочно-смесительных линий и расширяет технологические возможности при конкретной конструкторской или проектной привязке того или иного комплекса к объекту.

Постоянно расширяется и номенклатура оборудования, предназначенного для оснащения технологических линий и участков по производству строительных материалов:

- виброднища и виброактиваторы (рис. 4);
- шиберные затворы с ручным и пневматическим приводом;
- различные секторные и дисковые заслонки;
- двух- и трехпозиционные рукавные переключатели и плужковые сбрасыватели;
- системы увлажнения многокомпонентных смесей;
- протирочные устройства для высокогигроскопичных материалов;
- устройства затаривания и растаривания биг-бэгов;
- жалюзийные решетки для разгрузки железнодорожного и автомобильного транспорта;
- датчики, шиты, пульта, блоки управления и другие средства автоматизации;
- АСУ ТП на базе микропроцессорной техники и персональных компьютеров (включая программное обеспечение).

Оборудование, разработанное и изготовленное в ЗАО «Стромизмеритель», успешно эксплуатируется более чем на 200 предприятиях различных отраслей промышленности России и стран СНГ, и география его поставок постоянно расширяется.

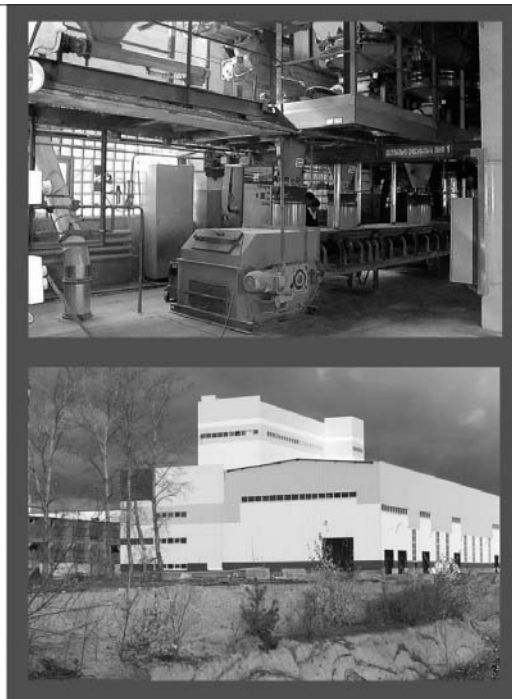
Наличие в составе организации нескольких проектных отделов и хорошо оснащенной производственной базы позволяет в комплексе решать вопросы от технологического и строительного проектирования цехов и участков по производству стекольной шихты (рис. 5) и различных строительных материалов до разработки и изготовления нестандартного оборудования, а также комплексной поставки технологических линий, их шеф-монтажа и пусконаладочных работ.

СТРОМИ

ЗАО «СТРОМИЗМЕРИТЕЛЬ»

предлагает

- Технично-исследования промышленных объектов.
- Проектирование современных составных цехов с вертикальной, вертикально-горизонтальной компоновкой оборудования.
- Изготовление весодозирующего оборудования для сыпучих, комкующихся, гигроскопичных, вязких материалов и различных жидкостей.
- Разработка и изготовление нестандартного оборудования (переключатели потоков сырья, виброднища, вибропитатели, установки затаривания и растаривания биг-бэгов и многое другое).
- Разработка и изготовление ленточных конвейеров и элеваторов.
- Комплексная поставка технологического оборудования составного цеха.
- Разработка программного обеспечения.
- Разработка и изготовление автоматизированных систем управления и различных средств автоматизации.
- Шеф-монтаж и монтаж оборудования.
- Пусконаладочные работы, ввод объекта в эксплуатацию и обучение персонала.
- Сервисное гарантийное и постгарантийное обслуживание.
- Поставка запчастей.
- Модернизация оборудования.



наш адрес: 603116, Россия, г. Нижний Новгород,
ул. Гордеевская, д. 59-Е; тел./факс (8312)43-12-28,
43-15-82, 77-20-90, 77-20-60, 77-20-88.

E-MAIL: stromi@nts.nnov.ru; stromizmeritel@rambler.ru;
www.stromi.nnov.ru

Реклама

УДК 691.327

И.А. КСЕНОФОНТОВ, генеральный директор ООО «Строммашкомплект» — ТД завода ООО «Строммашина-Щит» (Самара)

Оборудование для производства минерального порошка

В последние годы в связи с увеличением объемов дорожного строительства ощутимо вырос спрос на продукцию асфальтобетонных заводов — асфальтобетон и товарный бетон. Это не могло не сказаться на росте потребности в минеральном порошке для асфальтобетона и асфальта.

Производство минерального порошка основано на дроблении и тонком измельчении известняков и доломитов, а также твердых отходов промышленного производства. Основная область его применения — изготовление асфальта, где минпорошок служит в качестве заполнителя. Благодаря адсорбирующей поверхности минеральный порошок поглощает существенную часть нефтяного битума, придавая асфальтобетону прочность и устойчивость к деформациям. Благодаря этому качество получаемого асфальтобетона и всего будущего дорожного покрытия существенно повышается.

Минеральные порошки делятся на неактивированные и активированные. В последние вводится смесь поверхностно-активных веществ, включающих нефтяной битум. В зависимости от применяемого сырья и проектных характеристик минеральные порошки подразделяют на две основные марки МП-1 и МП-2.

Минеральный порошок МП-1 может быть активированным или неактивированным и получается помолом карбонатных пород, а также битуминозного сырья.

Минеральный порошок МП-2 производится из некарбонатных пород, а также из вторичных отходов промышленного производства — металлургических шлаков, золы уноса ТЭЦ, цементной пыли уноса и др.

Помимо марки минеральные порошки отличаются зерновым составом, гидрофобностью, пористостью и начальной влажностью, набуханием образцов из смеси с битумом, удельной эффективной активностью и др. Выбор того или иного вида порошка зависит от марки и типа асфальтобетона, в котором он будет применяться.

Основное назначение минерального порошка состоит в переводе битума в тонкопленочное состояние. В таком состоянии битум характеризуется повышенной вязкостью, прочностью и теплостойкостью. Совместно с битумом минеральный порошок образует структурированную дисперсную систему, которая выполняет роль связующего материала в асфальтобетоне. Другое назначение минерального порошка — заполнение мелких пор между более крупными частицами. Таким образом, присутствие необходимого количества минерального порошка способствует повышению плотности минерального остова, а следовательно, и асфальтобетона. При недостаточном количестве минерального порошка возникает необходимость увеличения количества битума для заполнения пор в дорожном органоминеральном композите, а также возрастает вероятность получения некачественного материала.

Компания «Строммашкомплект» предлагает комплект оборудования по производству активированного минерального порошка производительностью 5–15 т/ч для асфальтобетонных смесей, удовлетворяющего ГОСТ Р 52129–2003 «Порошок минеральный для ас-

фальтобетонных и органоминеральных смесей. Технические условия».

Как пример представляем описание комплекта оборудования производительностью 10 т/ч.

Технические характеристики комплекта оборудования

Производительность, т/ч	10
Фракционный состав исходного материала, мм	0–20
Фракционный состав готового материала — остаток на сите 071, %	20
Расход активирующей добавки, кг/ч	300
Емкость котла битума, м ³	20
Емкость котла ПАВ, м ³	20
Емкость смесительного котла, м ³	5
Емкость расходного котла, м ³	5
Емкость склада готовой продукции, м ³	360
Запыленность отходящего воздуха на выходе из установки, мг/м ³	30
Масса комплекта оборудования, т	170
Установленная мощность электродвигателей, кВт	500
Установленная мощность электронагревателей, кВт	300
Площадь, занимаемая комплектом оборудования, м ²	1050

Активированный минеральный порошок состоит из смеси тонкомолотого минерального материала и активирующей добавки. Возможна комплектация оборудования без узла приготовления активирующей добавки.

Исходным сырьем для производства минерального порошка на данной установке служит известняк и другие карбонатные горные породы влажностью не более 8–10%, предварительно измельченные до фракции 20 мм.

В качестве активирующей добавки используется смесь подогретого битума и ПАВ в соотношении 1:1.

Технологический процесс получения активированного минерального порошка состоит из трех основных переделов — сушки исходного сырья, измельчения и сепарации материала и смешивания его с активирующей добавкой.

Сырье с открытого склада подается в расходный бункер, а затем ленточным питателем дозируется и попадает в загрузочную камеру сушильного барабана. Сушка известняка с начальной влажности 8–10% до конечной влажности 1% происходит в прямоточном сушильном барабане дымовыми газами при прямом контакте материала и теплоносителя. Сжигание топлива происходит в теплогенераторе.

Карбонатные породы поступают в сушильный барабан через загрузочную камеру, разгрузка происходит через разгрузочную камеру и элеватором подается в расходные бункеры шаровых мельниц.

Отходящие дымовые газы проходят двухступенчатую очистку циклонами и рукавными фильтрами. Если исходный материал имеет влажность не более 2%, то сушка материала исключается.

Технологический процесс измельчения начинается с равномерного дозирования материала в шаровые мельницы ленточными питателями, подвешенными к бункерам запаса. В шаровых мельницах непрерывного действия кроме помола происходит смешивание минерального материала с активирующей смесью.

Из мельниц материал подается в сепаратор, где происходит отделение готового минерального порошка в воздушном потоке от крупки. Минеральный порошок должен соответствовать условию: остаток на сите 071—20%. Крупка направляется на дополнительное измельчение в шаровые мельницы.

Готовый порошок в виде пылевоздушной смеси из сепаратора выносится в циклоны, где осажается. Очищенный воздух вновь направляется вентилятором через систему воздухопроводов в сепаратор, а присосы воздуха по сепарационному тракту и аспирационный воздух шаровых мельниц направляются для тонкой очистки в рукавные фильтры.

Мельницы шаровые аспирируются для устранения выброса пыли из корпуса, а также для интенсификации процесса помола за счет выноса из корпуса наиболее мелких частиц, создающих пылевую подушку, уменьшающих эффект истирания материала шарами и футеровкой мельницы.

Уловленный в циклонах и фильтрах готовый минеральный порошок подается элеватором и винтовыми конвейерами на склад готовой продукции (силосные банки).

Представленное технологическое оборудование отличается надежностью и хорошо зарекомендовало себя при производстве минерального порошка в различных регионах России.

Специалисты компании «Строммашкомплект» предлагают проектирование линии по производству минерального порошка и поставку оборудования полного комплекта или поставку основного оборудования требуемой производительности. Готовы обсудить и ответить на ваши вопросы.

СтройМатериалы

Готовится к переизданию
учебное пособие для вузов
«Химическая технология керамики»
под ред. Проф. И.Я. Гузмана.

Пособие рассчитано на студентов вузов,
обучающихся по специальности
«Химическая технология тугоплавких
неметаллических и силикатных
материалов», а также будет полезно
специалистам, работающим в области
керамики и огнеупоров.

Заявки направлять:
по тел./факсу: (495) 976-22-08, 976-20-36
по e-mail: mail@rifsm.ru,
rifsm@mail.ru



**МЕЛЬНИЦЫ ШАРОВЫЕ,
СТЕРЖНЕВЫЕ, СУШИЛЬНЫЕ БАРАБАНЫ,
ПЕЧИ ВРАЩАЮЩИЕСЯ, ФИЛЬТРЫ РУКАВНЫЕ,
БЕТОНОУКЛАДЧИКИ, БЕТОНОРАЗДАТЧИКИ**

СТРОММАШКОМПЛЕКТ
ТОРГОВЫЙ ДОМ ЗАВОДА «СТРОММАШИНА»

**ГОМОГЕНИЗАТОРЫ, ЭЛЕВАТОРЫ,
КОНВЕЙЕРЫ, ЦИКЛОНЫ, СЕПАРАТОРЫ,
ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА
КЕРАМЗИТА, МИНЕРАЛЬНОГО ПОРОШКА,
МИНЕРАЛЬНОЙ ВАТЫ, ВНВ.**

Россия, 443022, г. Самара, ул. 22 Партсъезда, 10А
Тел./факс: (846) 992 10 55, 279 29 04, 992 05 79, 279 26 31, 279 28 04
E-mail: strommash@samtel.ru
www.strommash.ru

Реклама

УДК 681.584'57

В.В. БРАВОВ, начальник цеха,
ООО «Орешкинский комбинат нерудных строительных материалов» (Московская обл.)

Преимущества внедрения частотных преобразователей

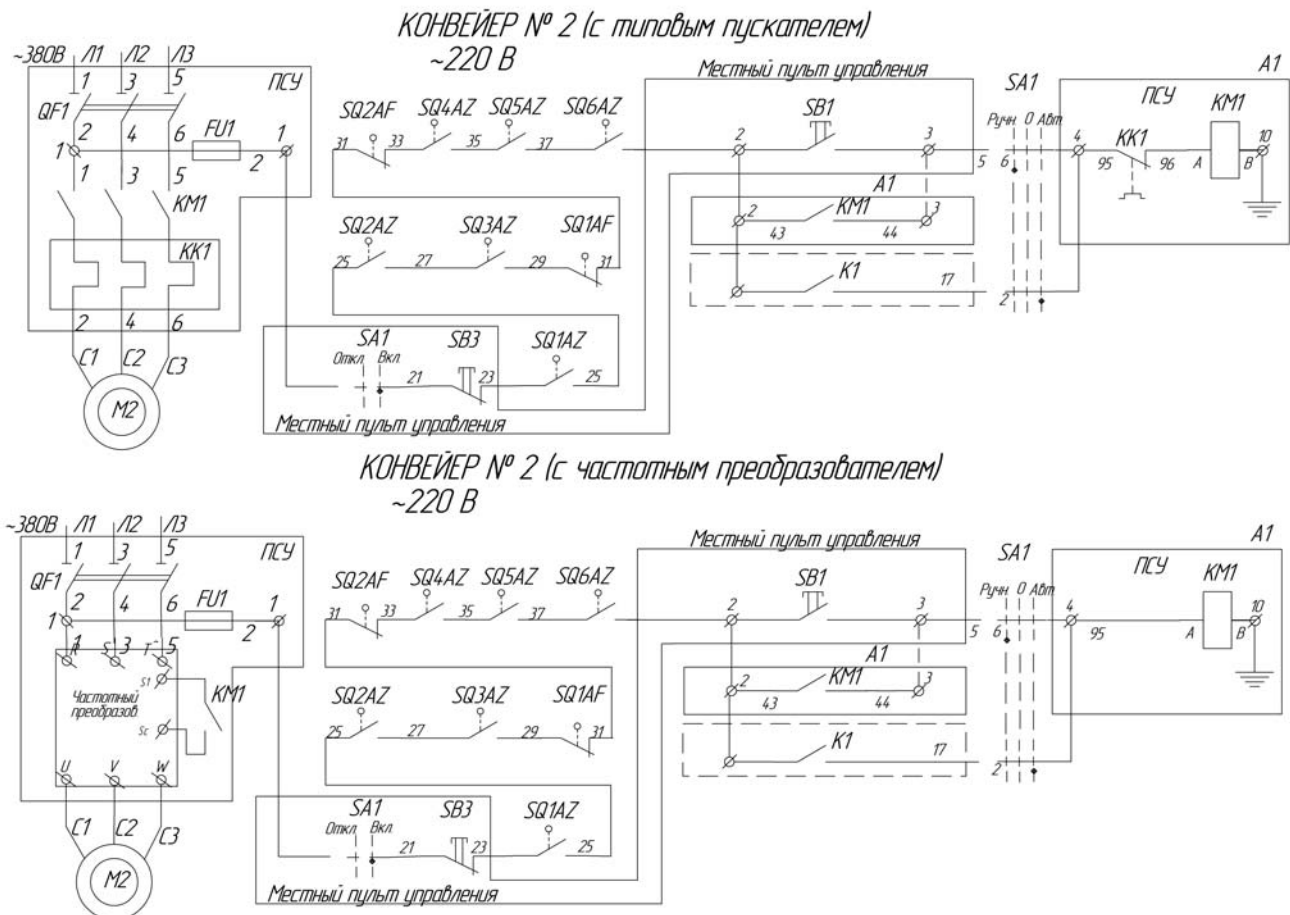
Орешкинский комбинат нерудных строительных материалов в отличие от большинства предприятий отрасли сравнительно молод. Он сдан в эксплуатацию в 1992 г. ДСФ (дробильно-сортировочная фабрика) по переработке песчано-гравийной смеси спроектирована на основании знаний 70-х гг. прошлого столетия. Хотя оборудование ДСФ запускается при нажатии одной кнопки, система автоматики и силовая схема работают на основе традиционных для того времени электромагнитных реле и магнитных пускателей.

Контактные коммутаторы, несмотря на такие достоинства, как простота в эксплуатации и довольно высокая надежность, благодаря чему их может обслуживать персонал невысокой квалификации, имеют ряд недостатков. Например, скорость срабатывания у контактных коммутаторов сравнительно невысока. Они не обеспечивают одновременного замыкания и размыкания всей группы контактов, из-за чего при снятии нагрузки возрастает продолжительность горения дуги, что приводит к выходу из строя контактных площадок. Поскольку при изготовлении контактных площадок перестали использовать серебро, увеличилось переходное сопротивление, которое вызывает нагрев и может привести к разрушению контактов.

Особенно большие неудобства возникают из-за того, что перед запуском электродвигателя визуально нельзя проконтролировать, в каком состоянии находятся контакты пускателя, их работоспособность. Если при пуске одна из фаз не включается, электродвигатель сгорает из-за работы на двух фазах. Это происходит потому, что тепловая защита не успевает сработать, а электромагнитная рассчитана на работу при пусковых токах и, как правило, при установке не прогружается, поскольку эксплуатационники надеются, что это сделали, как и положено, на заводе-изготовителе. А это выполняется не всегда.

Электродвигатель дорог. Замена сгоревшего двигателя в стесненных условиях ДСФ весьма затруднительна. На нашем производстве часто бывает так, что двигатель установлен вне зоны действия грузоподъемных механизмов. Наличие в некоторых цехах высокой запыленности и большой влажности эти трудности усугубляет. Установка отдельных электронных защит усложняет схему.

После ознакомления с технической литературой и консультаций со специалистами наш выбор пал на частотные преобразователи, дающие возможность полностью защитить электродвигатели и само устройство.



8 800 100 777 0		MVK		www.mvk.ru	
		www.ROOFEXPO.ru			
		<p>Тематика выставки:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Кровельные материалы • Оборудование для производства кровельных материалов • Гидроизоляционные материалы • Герметики, мастики, эмульсии и пасты для гидроизоляции • Теплоизоляционные материалы и изделия • Антикоррозионная обработка и огнезащита конструкций • Системы для кровли изоляции • Водосливы, антиобледенительные системы для крыш, желобов, водостоков • Новые технологии производства кровли и изоляции • Леса и техника для устройства крыш 		<p>В рамках выставки пройдет салон ФАСАДНЫЕ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ</p>	
				<p>ДИРЕКЦИЯ ВЫСТАВКИ: Тел./факс: (495) 925-34-97 E-mail: stroy@mvk.ru</p>	
<p>Международная специализированная выставка кровельных, теплоизоляционных и гидроизоляционных материалов</p>		<p>14–16 СЕНТЯБРЯ 2009 г. МВЦ «Крокус Экспо», Пав. №1, зал №4</p>			
<p>ОРГАНИЗАТОР: ЗАО «Международная Выставочная Компания»</p>		<p>ПРИ ПОДДЕРЖКЕ: Союза производителей цемента «Союзцемент»</p>		<p>ИНФОРМАЦИОННЫЕ ПАРТНЕРЫ:</p>	
<p><small>РЕГИОНАЛЬНЫЕ ПРЕДСТАВИТЕЛЬСТВА ЗАО «МВК»: МВК СЕВЕРО-ЗАПАД: +7 (812) 332-15-24, +7 (812) 332-14-89, МВК УРАЛ: +7 (343) 371-24-76, МВК ВОЛГА: +7 (843) 291-75-89, МВК СИБИРЬ: +7 (383) 201-13-68, МВК ЮГ: +7 (863) 250-19-06</small></p>					

УДК 622.367

А.И. НИЖЕГОРОДОВ, канд. техн. наук, ООО «Квалитет» (Иркутск)

Теоретическое обоснование использования новых модификаций электрических печей для обжига вермикулита

Печь для обжига вермикулита должна работать в режиме термоудара, т. е. обладать высокой тепловой мощностью, чтобы за короткое время передать достаточное для вспучивания количество энергии. Электрические модульно-спусковые печи работают именно так: за 3–3,1 с частицы вермикулита успевают пройти по трем спусковым модулям, находясь в температурном поле с напряженностью 1050–1150 °С [3, 4].

Наш пятилетний опыт работы с электрическими печами показывает, что их дальнейшее совершенствование ограничивается рамками 3-модульной конструкции.

На кривой температурно-токовых нагрузок (рис. 1), показаны рабочие точки печи при работе на татарском (А) и ковдорском (Б) вермикулите. Над ней – зона критических температур, где резко снижается надежность из-за образования нагара и перегорания электрических нагревателей. Если в рабочих точках нагарные явления незначительны, то в критической зоне нагар образуется быстро и неизбежно.

При образовании нагара отвод тепла с поверхности нагревателей затрудняется, происходит локальный перегрев до 1420–1450 °С и плавление нихрома.

Если просто понизить температуру в печи, то вспучивание будет неполным, а конечный продукт некачественным. Понижение температуры должно сопровождаться увеличением продолжительности обжига, но так, чтобы количество тепловой энергии, передаваемое материалу, не изменилось, а процесс сохранял бы характер термоудара.

Постоянная времени печи (продолжительность обжига) зависит от угла наклона модулей, коэффициента трения материала, сопротивления встречному потоку воздуха, интенсивности пекулярных движений частиц (подскоки, соударения).

Но угол наклона спусковых модулей не может быть меньше угла естественного откоса материала, а влиять на силу трения и сопротивление воздуха невозможно.

Интенсификация пекулярных движений за счет создания ребристых поверхностей на модулях и их крышках для увеличения количества соударения частиц с выступами дает увеличение времени обжига в пределах 5–7%. Но этого не достаточно. За счет быстрого прохождения материала по печи значительная часть зерен вермикулита остается недовспученной.

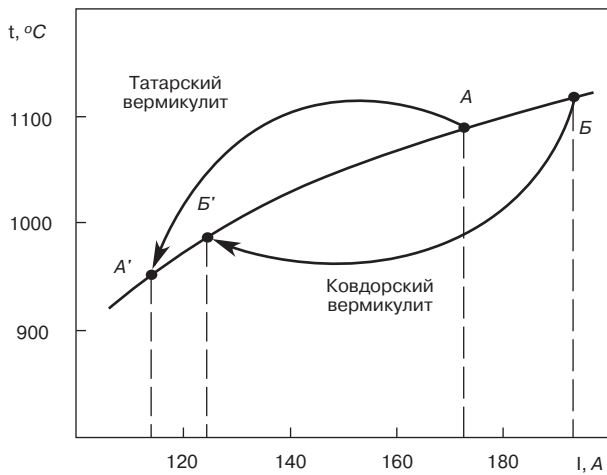


Рис. 1. Температурно-токовая зависимость электрической модульно-спусковой печи

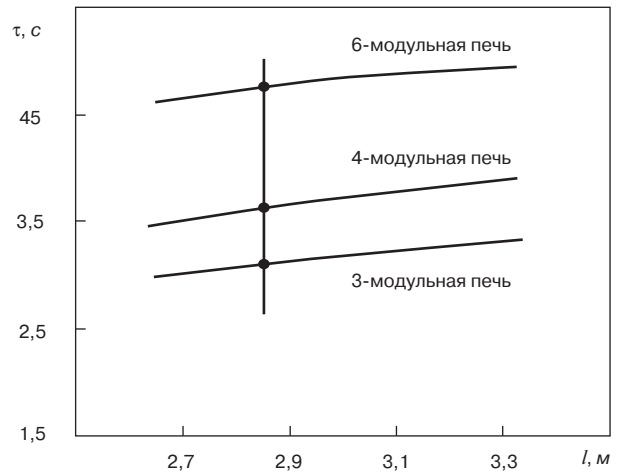


Рис. 2. Зависимость постоянной времени печи от суммарной длины спусковых модулей

Увеличение длины модулей неприемлемо, так как при равноускоренном движении частицы материала каждый последующий участок проходят быстрее, чем предыдущий, следовательно, эффективность температурного поля в нижних частях модулей значительно меньше, чем в верхних.

Сказанное проиллюстрировано графиками на рис. 2. Смещение вправо и влево по графикам показывает, что продолжительность обжига изменяется мало.

Чтобы продлить процесс обжига, можно увеличить количество модулей, но при этом соответственно уменьшить их длину.

Приведем расчет постоянной времени для 3- и 6-модульных печей, используя расчетную схему на рис. 3.

В общем виде формула для вычисления постоянной времени печи имеет вид:

$$T = \sum_{i=1}^n t_{oi} + \sum_{j=1}^n t_j,$$

где t_{oi} – время движения частицы вермикулита в i -й зоне пересыпания (длина зоны l_0); t_j – время движения частицы по поверхности j -го спускового модуля (длина модуля l , для 3-модульной печи $2l$).

Если модули и зоны пересыпания одинаковы, то для 6-модульной и 3-модульной печей их постоянные времени будут соответственно равны:

$$T_{6M} = 5t_0 + 6t_{6M}; \quad (1)$$

$$T_{3M} = 2t_0 + 3t_{3M}. \quad (2)$$

Исходя из закона равноускоренного движения [2] определим время движения частицы вермикулита в зоне пересыпания:

$$t_0 = \sqrt{2 l_0 / g \sin \alpha - k_C^2 \beta v_B^2 / 0,97m}. \quad (3)$$

Время движения по поверхности модуля в 6- и 3-модульной печи соответственно равно:

$$t_1 = \sqrt{2 l / g \sin \alpha - k_C^2 \beta v_B^2 / 0,874m - \mu g \cos \alpha}; \quad (4)$$

$$t_2 = \sqrt{2 \cdot 2 l / g \sin \alpha - k_C^2 \beta v_B^2 / 0,874m - \mu g \cos \alpha}. \quad (5)$$

Здесь α – угол наклона модулей ($\sim 45^\circ$); β – приведенный коэффициент аэродинамического сопротивления частицы вермикулита, учитывающий ее трение о воздух ($\sim 1,3 \times 10^{-6}$) [1]; k_C – поправочный коэффициент, учитывающий влияние встречного потока воздуха, формируемого температурной тягой в пространстве обжига спускового модуля ($\sim 3,1$); μ – коэффициент механического трения (качения) частицы ($\sim 0,2$); m – средняя масса частицы вермикулита ($\sim 5,4 \times 10^{-6}$ кг).

Произведем расчет по формулам 3, 4 и 5 и подставляя t_0 , t_{6M} и t_{3M} в выражения 1 и 2, получим значения постоянных времени 6- и 3-модульной печей: $T_{6M} = 4,6$ с; $T_{3M} = 3$ с.

Результат показывает, что при $l = 0,47$ м, $l_0 = 0,1$ м и одинаковой суммарной длине модулей 6-модульной и 3-модульной печи постоянная времени первой на 53% больше.

Этот результат проиллюстрирован графиками на рис. 2.

Здесь приведен также график и для 4-модульной печи, однако такая конструкция нецелесообразна из-за сложности шинных распределений трехфазной сети. Кроме того, эффект увеличения времени обжига в них незначителен ($\sim 16\%$).

Так, простым конструктивным способом достигается повышение постоянной времени.

Переходя на 6-модульные печи, мы делаем их более компактными: ширина корпуса конструкции сокращается вдвое (рис. 3).

Следующая задача – найти соответствующий температурно-токовый режим, эквивалентный по тепловой энергии.

Обратимся к закону Стефана–Больцмана [5], устанавливающему зависимость удельной мощности температурного излучения e с его температурой:

$$e = \sigma t^4,$$

где σ – постоянная Стефана–Больцмана ($5,67 \times 10^{-8}$ Вт/м²×град⁴); t – температура излучающего тела в градусах Кельвина (в нашем случае – это температура излучения электрических нагревателей).

Пренебрегая потерями электроэнергии на звуковые колебания нагревателей (в работе печь немного гудит), запишем баланс электрической и тепловой энергий в виде равенства:

$$\sigma t^4 = IU/nf, \quad (6)$$

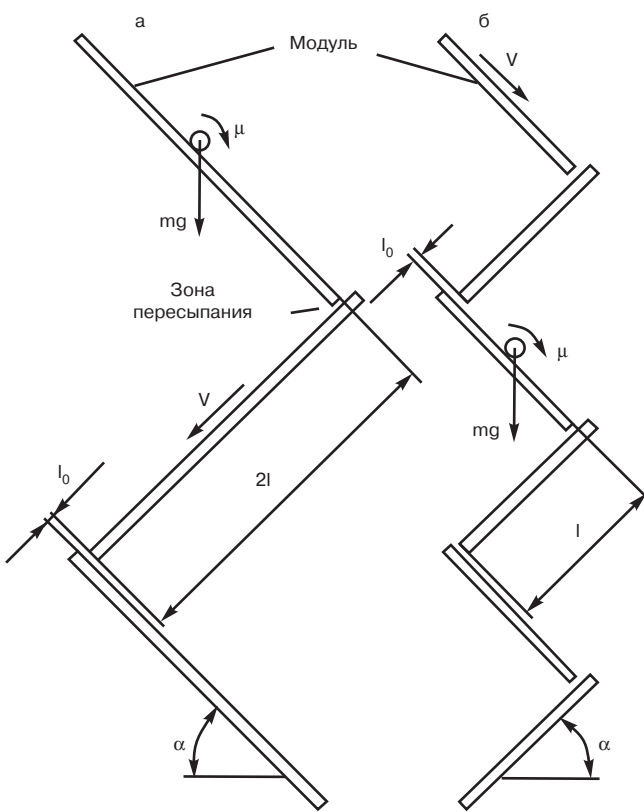


Рис. 3. Расчетные схемы для 3- и 6-модульной печи: а – 3-модульная печь; б – 6-модульная печь

где I и U – сила тока (А) и фазное напряжение (220 В) в электрической сети; n – количество нагревателей на одном модуле; f – суммарная площадь излучающих поверхностей одного электронагревателя (m^2).

Выражая из равенства (6) температуру, установим ее связь с параметрами электрической сети и печного агрегата:

$$t = \sqrt[4]{IU / n f \sigma} \quad (7)$$

При заданных конструктивных параметрах ($n = 20$, $f = 112,8 \times 10^{-6} m^2$) по формуле (7) и построен график температурно-токовой нагрузки, (рис.1).

Рабочей точке А 3-модульной печи (рис. 1) для татарского вермикулита соответствуют ток и температура соответственно 172,5 А и 1082°C.

Чтобы определить значения тока и температуры, соответствующие рабочей точке А' 6-модульной печи, перейдем от мощности к энергиям и запишем их равенство:

$$e_{3M} T_{3M} = e_{6M} T_{6M} \quad (8)$$

С учетом выражения (6), получим:

$$I_{3M} U T_{3M} / n f = I_{6M} U T_{6M} / n f \quad (9)$$

Тогда значение тока в рабочей точке А' для 6-модульной печи:

$$I_{6M} = I_{3M} T_{3M} / T_{6M} = 112,5 \text{ А}.$$

Этому значению тока соответствует новый пониженный температурный режим (рис.1) – 957°C.

Аналогично для 6-модульной печи, работающей на ковдорском вермикулите: 125,2 А и 987 °С (Б').

Так как мощность снижается пропорционально току, можно определить ее значение при работе 6-модульной печи на татарском и ковдорском вермикулите:

$$N_{6M} = I_{6M} N_{3M} / I_{3M}.$$

Подставляя полученные выше значения, получим:

– для татарского вермикулита: $N_{6M} = 0,652 N_{3M}$;

– для ковдорского вермикулита: $N_{6M} = 0,650 N_{3M}$.

Результат указывает на возможность снижения потребляемой электрической мощности на 35%.

Таким образом, переход на 6-модульные печи позволит решить следующие задачи:

– значительно повысить надежность их работы, сдвигая рабочую точку на температурно-токовой кривой (рис. 1) ниже по температурной шкале, что полностью снимет проблему нагарообразования и выхода из строя электрических нагревателей;

– сократить потребление электроэнергии и, как следствие, снизить удельную (на 1 m^3 вспученного вермикулита) энергоёмкость процесса обжига вермикулитовых концентратов.

Кроме того, если рабочие точки установить в диапазоне между А и А' для татарского и между Б и Б' для ковдорского вермикулита (рис.1), т. е. найти компромисс при выборе температурно-токового режима, то можно прогнозировать повышение производительности печей за счет большей подачи вермикулитового концентрата.

И наконец, снижение температуры в соответствии с законом смещения Вина [5] приведет к преобладанию в спектре электронагревателей длинноволнового излучения. При этом большая часть электрической энергии будет преобразовываться именно в тепловое (инфракрасное) излучение, что положительно скажется на коэффициенте полезного действия печных агрегатов, хотя это требует дополнительного изучения.

Рассмотренные теоретические предпосылки указывают на благоприятный прогноз. Но два вопроса все же остаются открытыми.

Во-первых, закон Стефана–Больцмана правомерен для абсолютно черного тела, моделью которого в физике является замкнутая полость с малым отверстием [5]. В печах такой полостью служит пространство обжига в модулях, сверху, снизу и с боков ограниченное термоизолирующим материалом, но входное и выходное отверстия модуля не являются малыми, так как они составляют около 7% от общей площади полости модуля.

Следовательно, нельзя уверенно сказать, насколько точно равенство (6) отражает баланс электрической и тепловой мощности.

Во-вторых, нет полной уверенности в том, что критерий эквивалентности энергий (равенство 8) может гарантировать равное качество вспучивания материала в том и другом случае.

Поэтому является актуальной задача строительства новой 6-модульной печи, ее испытания и экспериментальные исследования.

И эта работа уже ведется.

Список литературы

1. Вайнсон А.А. Подъемно-транспортные машины. Изд. 3-е. М.: Машиностроение, 1974. 431 с.
2. Лойцянский Л.Г., Лурье А.И. Курс теоретической механики. Т. 2. Динамика. М.: Наука, 1983. 640 с.
3. Нижегородов А.И. Некоторые аспекты технологии подготовки и обжига вермикулитовых концентратов в электрических печах. // Строит. материалы 2007. № 11. / Technology. С. 16–18.
4. Нижегородов А.И. Новая концепция печей для обжига вермикулитовых концентратов. // Строительные и дорожные машины. 2007. №10.
5. Яворский Б.М., Детлаф А.А. Справочник по физике. М.: Наука. 1968. 940 с.

С.М. НЕЙМАН, канд. техн. наук, Г.В. КОНОВ, инженер, НП «Хризотилловая ассоциация»

Хризотилцемент: распалась связь времен?

Некогда мощная отрасль социалистической строительной индустрии — хризотилцементная промышленность — последнее время ведет тяжелую борьбу за выживание. Причины ее: массиванный рекламный напор импортных кровельных и облицовочных материалов, неутрачивающая антиасбестовая пропаганда псевдоэкологов, общее падение экономики в стране. Однако, тот, кто серьезно и непредвзято анализировал все это время ситуацию с производством и применением строительных материалов, с долговечностью объектов на их основе, с экономическими предпочтениями в строительной индустрии не могут назвать объективных оснований для отрицательного отношения к хризотилцементу. Это связано со следующими важными, фактически существующими реалиями.

Отечественная хризотилцементная промышленность сохранила свой технический потенциал по выпуску волнистых и плоских листов — серых и окрашенных, труб разных диаметров. В стране имеются постройки с хризотилцементными изделиями очень большого возраста (60–80 лет). К 100-летию первого отечественного шиферного завода — Брянского, найдены здания, кровля которых практически ровесница предприятия (рис. 1). С 60-х гг. прошлого столетия в Москве, Ленинграде, других больших и малых городах Советского Союза построено огромное количество пяти- и девятиэтажных домов в районах, именуемых Черемушками, и в них бесценно стоят санитарные кабины из плоских хризотилцементных листов и мусоропроводы из хризотилцементных труб. Пятиэтажные дома этих серий покрыты шифером, который с одинаковой надежностью эксплуатируется во всех климатических зонах нашей большой страны. На ряде станциях московского метрополитена четверть века надежно стоят экструди-

онные хризотилцементные плиты. Во многих странах, в том числе и в России, еще с довоенных времен лежат в земле водопроводные трубы и трубы оросительных систем. В течение двух десятилетий в стране возобновились работы по монтажу хризотилцементных труб холодного и горячего водоснабжения. Аварийных ситуаций за время их эксплуатации не отмечено.

В условиях резкого экономического спада в стране объективно надежный материал хризотилцемент, с устойчиво отработанной технологией его производства и применения и с присущими единственно ему низкими стоимостными показателями может быть выведен на выигранные позиции для решения поставленной государством задачи — обеспечение населения доступным по цене жильем. Очень полезно и выгодно использовать для этого лучшие разработки головного института отрасли ВНИИпроектасбестцемента. Однако после разрушения экспериментальной базы института в начале реформ 1990-х годов, резкого ослабления его связей с промышленными предприятиями накопленный более чем за полвека научный и отраслевой опыт в настоящее время по существу не востребован.

Начатая в 2007 г. кропотливая работа по систематизации и анализу научно-технических отчетов ВНИИпроектасбестцемента показала, что многие выполненные ранее разработки сохранили свою актуальность и могут быть эффективно использованы при решении современных проблем хризотилцементного производства и массового строительства. При изучении материалов видно и другое: фундаментальные знания о формировании материала хризотилцемент, полученные несколько десятилетий назад к сожалению не используются многими производителями хризотилцементной продукции. В результате на рынке оказываются хризоти-



Рис. 1. Первые дома с шиферной крышей: а — дом в п. Бордовичи Брянской обл. (78 лет); б — дом в центре Брянска (65 лет). Ремонт кровельного покрытия не производился. Фото Е. Ганникова, 2009 г.



Рис. 2. Новостройки с шиферными кровлями в г. Чимкент (Казахстан), 2007 г.

тилцементные листы неоднородно серого цвета, с белыми пятнами на поверхности, с микротрещинами, сдирами, с плохим резом торцов. Такие листы непривлекательны по внешнему виду, повреждаются при поставке на объекты и монтаже из них кровель и стен и компрометируют материал хризотилцемент, снижают его рыночные возможности. Все это следствие самых элементарных нарушений технологии — неправильной распушки асбеста, неправильного подбора и подготовки сырьевых смесей, работы на не отлаженном оборудовании. Зависимость свойств изделий от этих факторов была хорошо изучена и представлена во многих отчетах.

При недавнем значительном удорожании цемента предприятия шли на экстремальные меры по снижению себестоимости продукции за счет уменьшения толщины листов, уменьшая количество пленок в изделиях. Без надлежащих расчетов и технологического обеспечения это может привести к критическому снижению несущей способности кровельных листов. В результате работ, проведенных в институте, было установлено, что уменьшение толщины кровельных листов на 10–15% возможно при повышении их прочности при изгибе до 190 кгс/см², ударной вязкости до 1,8 кгс·см/см².

Фундаментальные исследования института по разработке теории прочности хризотилцемента (Т.М. Беркович, Л.С. Зевин, Л.Н. Ткачев, В.П. Парыгин, И.О. Грачева и др.) позволили предложить эффективные способы достижения этого уровня за счет улучшения структуры листовых изделий. Например, уменьшение толщины пленок с 0,9–1,2 до 0,5–0,7 мм при сохранении их числа обеспечивает снижение размеров и количества микродефектов, которые возникают в материале под действием изгибающих нагрузок.

Снижение толщины хризотилцементной пленки с улучшением ее структуры — достаточно сложная технологическая задача и требует оптимизации одновременно нескольких параметров процесса формирования листовых изделий. Способы и методики такого комплексного регулирования хорошо изучены в ряде исследований ВНИИпроектасбестцемента. При серьезном освоении наработок института специалисты-технологи предприятий могут обеспечить качественный скачок в улучшении свойств изделий, снижении их материалоемкости и, соответственно, цены.

Еще один способ формирования хризотилцементных листов с минимальным количеством дефектов в структуре — изготовление их с добавкой небольшого количества (3–5%) целлюлозных волокон, получаемых размолом крафтмешков (Л.А. Лукошкина, С.Б. Волкова, С.М. Нейман). За счет большей гибкости и более развитой поверхности целлюлозных волокон по сравнению с асбестовыми, повышается пластичность полуфабриката, снижается его трещиноватость. В результате исследований выявлено, что ударная вязкость листов возрастает на 7–12%.



Рис. 3. Утепленные стены производственного здания на Сухоложском шиферном заводе, 2008 г.

Одновременно достигаются технологические преимущества — повышение скорости фильтрации в сеточной части машины и ее производительности, снижение уноса мелких частиц из суспензии, возможность введения повышенного количества влажных отходов в массу изделий. Все это снижает стоимость сырьевой составляющей изделий, то есть удешевляет продукцию. Использование фильтрующих и армирующих характеристик целлюлозных волокон из отходов картонной фабрики вместе с влажными асбестоцементными отходами без добавки цемента и асбеста (С.М. Нейман) делает возможным производство листов для внутренней отделки зданий: непрессованных с прочностью при статическом изгибе около 90 кгс/см², прессованных — около 150 кгс/см². Эти листы могут составить хорошую конкуренцию гипсоволокнистым, и для их производства не требуется вводить новое оборудование. Наиболее легко реализовать это на предприятиях, близко расположенных к производствам бумаги и картона — на Красноярском, Тимлюйском и Спасском заводах; другие заводы могут использовать сборную макулатуру.

В исследованиях представлен эффективный для повышения прочности листов способ введения в композицию тонкодисперсных кремнеземистых и других минеральных добавок (И.М. Фишер, В.П. Парыгин, Е.С. Михалевская, О.И. Грачева, Г.В. Конов и др.). Добавка 5–10% микрокремнезема от массы цемента (отходов производства ферросилиция) или силикагеля (отходов химического производства) может обеспечить рост прочности при изгибе хризотилцементных листов на 12–18% при соблюдении определенных технологических условий. Механизм действия этих добавок связан с физико-химическими и фазовыми превращениями в процессе гидратации и твердения портландцемента, приводящими к понижению основности образующихся гидросиликатов кальция и соответствующему повышению прочности цементного камня. Снижение основности образующихся гидросиликатов кальция обуславливает и другой полезный результат от введения добавок — уменьшение высолообразования на поверхности хризотилцементных изделий.

Ввиду высокой удельной поверхности кремнеземистых добавок (20000–25000 см²/г и более) их применение требует изменения технологии приготовления хризотилцементной массы: вводить добавки в суспензию распушенного асбеста предпочтительно до загрузки в смесительный агрегат цемента, необходимо отработать оптимальные для этих условий режимы распушки асбеста и режимы создания хризотилцементной суспензии повышенной однородности.

Потребительские свойства хризотилцементных листов в значительной мере зависят от их внешнего вида, в том числе качества окраски. Многие исследования ВНИИпроектасбестцемента в этой области велись в



Завод KNAUF USG, г. Волос (Греция)

Технология производства нового продукта фирмы КНАУФ – АКВАПАНЕЛЬ®

Некоторое время назад известная германская фирма КНАУФ начала вывод на российский рынок нового продукта АКВАПАНЕЛЬ®. Это листовый материал на цементной основе различных типоразмеров, предназначенный как для внутренней, так и для наружной отделки зданий жилого и общественного назначения. Данный материал был разработан в США. Для его производства применяют три различные технологии. Одна из них, некоторым образом сходная с производством гипсокартонных листов, реализована в Европе.

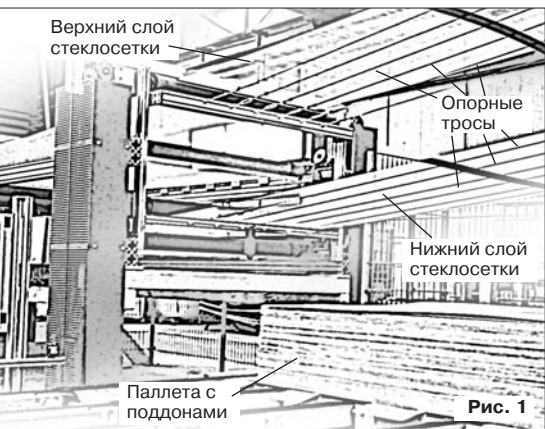


Рис. 1

Производителем нового продукта является совместное германо-американское предприятие KNAUF USG, один завод которого находится в г. Изерлон (Германия, запущен в 1989 г.), а второй в г. Волос (Греция, запущен в 2008 г.).

Что же это за материал, как он производится и каковы его преимущества перед другими листовыми материалами КНАУФ для сухого строительства?

Листовой материал АКВАПАНЕЛЬ® представляет собой «обернутый» в стеклосетку мелкозернистый керамзитобетон толщиной, как правило, 12,5 мм, шириной 900 мм и длиной 2400 (1200) мм.

Для производства АКВАПАНЕЛИ® на новом заводе в г. Волос используются следующие основные компоненты: клинкерный цемент, мелкозернистый керамзит, вспученный перлит, стеклосетка с ячейкой примерно 2 мм.

Как и в производстве гипсокартонных листов, технологическая линия по производству АКВАПАНЕЛИ® начинается с установленных специальные натяжные механизмы ролей стеклосетки (рис. 1), при этом ширина сетки для верхнего слоя примерно на 60–70 мм уже, чем для нижнего слоя.

Для улучшения сцепления бетонной смеси с стеклосеткой, ее предварительно обрабатывают известково-цементной смесью, а кромки шириной примерно 30–40 мм дополнительно ПВА-эмульсией с помощью специального распылительного устройства. Ленту стеклосетки с обработанными кромками протягивают через лоток с узкой выходной щелью, в который сверху подается известково-цементная смесь сметанообразной консистенции (рис. 2).

Одновременно под нижний слой стеклосетки по роликовому транспортеру подаются подложки, представляющие собой ламинированные цементно-стружечные плиты толщиной примерно 4–5 мм. Движение рольганга и протягивание стеклосетки синхронизировано. С помощью специальных ограничителей края стеклосетки загибаются вверх.

Из массозаготовительного отделения по ленточному транспортеру готовая смесь цемента, керамзита и перлита влажностью около 16% поступает

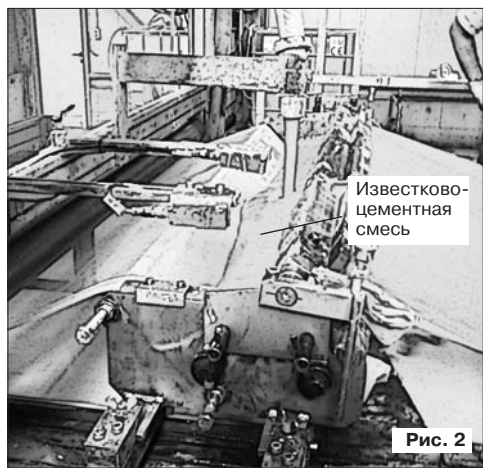


Рис. 2

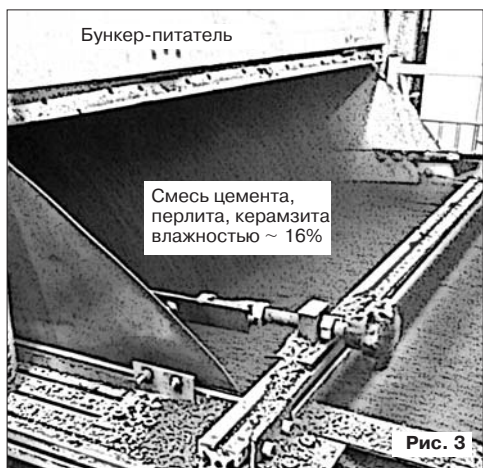


Рис. 3

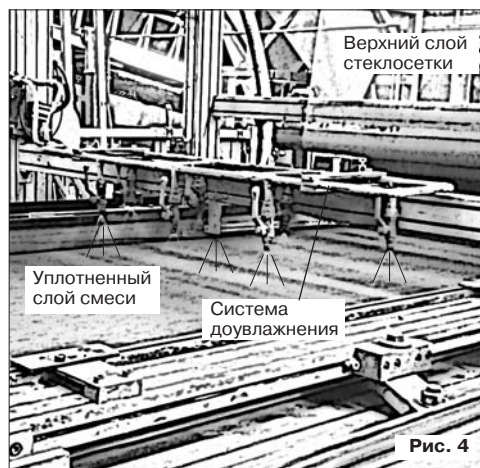


Рис. 4

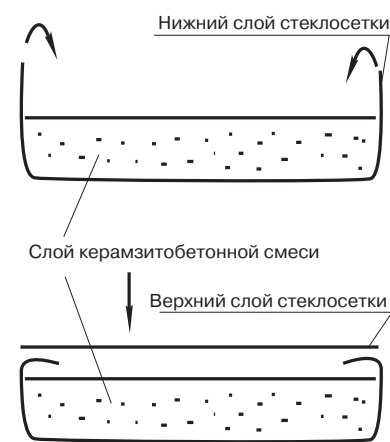


Рис. 5

в распределительный бункер линии формования. Из бункера смесь равномерно подается на нижний слой стеклосетки и разравнивается специальным устройством со скребком (рис. 3).

Затем прижимной каток уплотняет смесь до толщины слоя 11,8–11,9 мм. После уплотнения слой бетонной смеси доувлажняется распылительным устройством с целью увеличения прочности сцепления с верхним слоем стеклосетки (рис. 4).

В этой части конвейера происходит такая же обработка известково-цементной пастой верхнего слоя стеклосетки, который до этого синхронно протягивался через систему натяжных валков. Одновременно при помощи несложных устройств выступающие края стеклосетки загибаются и прижимаются к сердечнику из керамзитобетонной смеси. Сверху прикатывается верхний слой стеклосетки. Таким образом, керамзитоперлитобетонный сердечник оказывается надежно обернут в стеклосекту (рис. 5, 6).

На этом этапе по рольгангу двигаются подложки на которых располагается непрерывная лента бетонной смеси «обернутая» в стеклосетку. Эту ленту необходимо разделить на изделия заданной длины, не повредив при этом возвратные подложки.

Для этой цели разработана специальная машина с дисковой пилой, движение которой синхронизируется с движением конвейера и коррелируется с длиной изделий, изготавливаемых в данный момент. После резки происходит отбраковка изделий, которые из накопителя подаются обратно в массозаготовительное отделение, где дробятся вместе с сеткой и возвращаются в технологический процесс. Измельченные волокна стеклосетки служат армирующим компонентом.

Далее уже отдельные изделия на подложках поступают в накопительное устройство, где на специальной плите формируются пакеты путем укладки друг на друга примерно 30 листов с подложками (рис. 7). На верхний лист укладывается дополнительная подложка с целью минимизации испарения влаги с поверхности изделия. Набранный пакет проталкивается на распределительную тележку с поворотным столом.

Распределительная тележка подвозит пакет с плитами к соответствующему коридору многоярусной сушилки. Сушилка представляет собой ряды многоярусных металлических стеллажей. На полу каждого коридора проложены рельсы, по которым тележка отвозит пакет изделий на определенную технологической картой позицию и устанавливает его на полку соответствующего яруса. Естественная сушка изделий длится около двух суток.

С разгрузочной стороны сушилки установлена такая же распределительная тележка, как и с загрузочной стороны. В соответствии с картой сушки она выбирает с полок пакеты изделий и передает их на участок разборки пакетов.

С помощью специального толкателя каждое изделие на подложке сдвигается на роликовый транспортер, по которому направляется на позицию отделения подложки.

Это операция решена просто и изящно. В определенном месте рольганг имеет разрыв примерно 700 мм. Схватившаяся жесткая панель продолжает движение в заданном направлении и успешно достигает «другого берега». Тонкая гибкая подложка, потеряв опору, под собственным весом отделяется от жесткого изделия и, направляемая резиновыми роликами, соскальзывает в проем между рольгангами в накопитель подложек (рис. 8).

Отделенное от подложки изделие останавливается, поднимается на присосках над рольгангом и ожидает следующие изделие. Когда вторая плита оказывается на транспортере, на нее опускается поднятое на присосках изделие.

Далее листы направляются на участок обрезки точно по заданному формату, маркировки, укладки в транспортные поддоны и упаковки в термоусадочную пленку.

Выпускается два вида изделий: АКВАПАНЕЛЬ® наружная и АКВАПАНЕЛЬ® внутренняя. Технологически в сырьевой смеси для производства наружных плит применяется повышенное содержание цемента.

Плиты АКВАПАНЕЛЬ® применяются для отделки фасадов, устройства каркасно-обшивных перегородок, облицовки стен, подвесных потолков в помещениях с влажным и мокрым режимом эксплуатации.



Рис. 6



Рис. 7

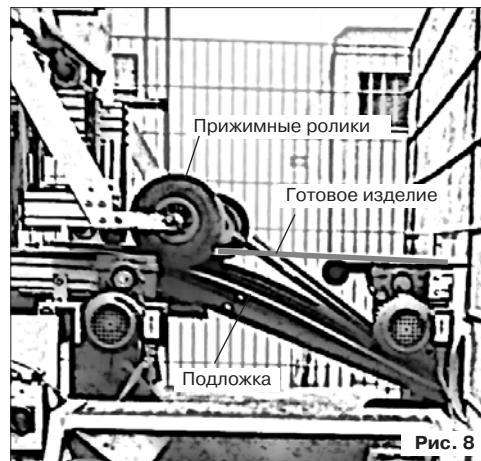


Рис. 8



Т. Пец

В.Л. БАРОН, д-р техн. наук,
М.А. АБДУЛКАДЫРОВ, горный инженер,
Ассоциация «Союзвзрывпром» (Москва)

Об оценке стабильности результатов взрывной отбойки на карьерах стройматериалов

Характерной тенденцией развития буровзрывных работ (БВР) является постоянное снижение в последние 40–50 лет нормативов расходов всех основных материалов, необходимых для подготовки и производства промышленных взрывов, в основном за счет совершенствования ассортимента применяемых взрывчатых веществ (ВВ), средств инициирования и схем взрывания, а также внедрения рациональных параметров и способов отбойки. Также достигнуто существенное улучшение качества дробления взорванной горной массы. Например, в Союзвзрывпроме выход негабарита за этот период снизился не менее чем на 40–50%, а в ряде случаев даже в 1,5–2 раза.

Другим важным обстоятельством, определяющим эффективность ведения БВР, является обеспечение стабильности результатов взрывной отбойки. Роль этого условия, имеющего решающее значение для внедрения поточной технологии, возросла в последние годы при уменьшении на карьерах стройматериалов объемов добычи (соответственно и числа массовых взрывов, часто выполняемых в более стесненных, чем 20–30 лет назад, условиях). При этом увеличилась и значимость каждого взрыва, возросли необходимость соблюдения требований в отношении кусковатости отбитой горной массы и параметров развала, а также полного исключения повреждений охраняемых объектов в условиях сложной инфраструктуры.

В качестве базового критерия для комплексной (интегральной) оценки степени стабильности результатов массовых взрывов на карьерах стройматериалов предлагается использовать известный показатель математической статистики – коэффициент вариации ($K_{\text{вар}}$). Коэффициент вариации давно и успешно используется в горном деле как при оценке надежности инженерных расчетов различных методов разрушения горных пород [1], в

том числе и взрывного, так и для обоснования конкретных показателей, учитывающих свойства горных пород, например удельных расходов взрывчатых материалов (ВМ) [2], как известно, интегрально характеризующих сопротивляемость отбиваемых пород взрывному разрушению. Применение $K_{\text{вар}}$ для учета степени стабильности результатов отбойки может, таким образом, обеспечить не только эмпирическую проверяемость точности расчетов методов управления действием взрыва на базе учета свойств отбиваемых пород и инженерных требований к таким расчетам, но и получение результатов БВР, предусматриваемых в проектной документации.

Впервые применение $K_{\text{вар}}$ для оценки степени стабильности показателей взрывной отбойки было предложено в работе [3] при внедрении на карьере стройматериалов наклонных скважин взамен вертикальных.

В случае применения коэффициента вариации в качестве базового критерия оценки стабильности результатов взрывной отбойки с учетом современных требований, предъявляемых к качеству и обеспечению безопасности БВР на карьерах стройматериалов, следует определять следующие $K_{\text{вар}}$:

- удельного расхода ВВ на отбойку;
- удельного расхода основного бурения;
- удельного расхода шпурометров и ВМ (электродетонаторов, детонационного шнура, ВВ и пр.) на разделку негабарита.

Целесообразно также оценивать изменение числа жалоб заказчиков на некачественное дробление горной массы, повреждение охраняемых объектов, несчастные случаи, несоблюдение размеров опасных зон и другие негативные последствия БВР.

В целом же можно отметить, что при величинах определяемых коэффициентов вариации не более 20% степень надежности получения проектных результатов БВР по каждому анализируемому варианту будет являться практически одинаковой. Это связано с тем, что значения $K_{\text{вар}} \leq 20\%$ соответствуют II классу точности при выполнении различных расчетов и обосновании показателей, считающихся в горном деле «практически точными» [1]. Имеющиеся на практике отклонения фактических и расчетных параметров (при $K_{\text{вар}}$ не более 20%) связаны с точностью выноса проектов в натуру и формул, применяемых для обоснования рациональных режимов отбойки, а также с неоднородностью свойств пород. Нижняя граница $K_{\text{вар}}$ в интересующем нас диапазоне зависит от величины предельных коэффициентов вариации показателей, которые должны учитываться при проектировании БВР и прогнозировании результатов взрывов в породах различной крепости (табл. 1).

Предлагаемые рекомендации по оценке стабильности взрывной отбойки в зависимости от изменения вышеуказанных коэффициентов вариации расходных по-

Таблица 1

Показатели	Коэффициенты крепости пород f по шкале проф. Протодряконова			
	2	6	9	12
Высота уступа	131	7	6	5,5
Длина ЛНС	12	10,5	9	7
Расстояние между рядами	17	13	10	10
Глубина перебура	15	12	10	10
Длина забойки	4–10	4–10	4–10	4–10
Удельный расход ВВ	19	15	13	11
Выход негабарита	8			
Дальность разлета	10			

Таблица 2

Взрывае- мые породы	Группа по- род по СНиПу	Коэффициенты вариации, %							
		удельного расхода ос- новного бурения		удельного расхода ВВ на основное взрывание		удельного расхода электродетонаторов		удельного расхода ДШ	
		2004 г.	2008 г.	2004 г.	2008 г.	2004 г.	2008 г.	2004 г.	2008 г.
Известняки	VI	25,7	22,8	23,8	20,1	40,3	31,9	38,6	32,2
	VII	28,2	24,1	25,4	15,7	31,3	26,6	41,4	36,3
	VIII	20,9	18,3	27,3	17,3	42,6	23,5	27,1	24,7
Граниты	IX–XI	37,4	18,09	29,1	17,8	43,5	37,2	24,7	17

казателей могут быть использованы не только для анализа состояния БВР, но и для выбора наиболее эффективных направлений их совершенствования. Так, если по результатам обработки отчетных данных за определенный период (обычно не менее чем по 12–15 примерам в группе за 1,5–2 месяца, необходимых для окончания уборки отбитой на блок горной массы) максимальным окажется $K_{\text{вар}}$ удельного расхода бурения скважин, следует в первую очередь обратить внимание на точность соблюдения проектной сетки расположения выработок, а также их глубины, величины ЛСПП и перебура. Рост $K_{\text{вар}}$ расходов ВМ на дробление негабаритных кусков может быть следствием возрастания выхода негабарита (ухудшения степени дробления) и низкого качества проработки подошвы уступов. При увеличении коэффициента вариации фактических радиусов опасной зоны по разлету относительно проектных необходимо повысить точность соблюдения расчетных параметров БВР и оценить реальные условия выполнения работ.

Очередность и необходимость внесения соответствующих изменений в проектно-техническую документацию с целью повышения стабильности результатов БВР могут быть скорректированы в зависимости от стоимости мероприятий и сроков их исполнения.

В табл. 2 приведены значения коэффициентов вариации при добыче гранитов и известняков в ОАО «Ленвзрывпром» и ОАО «Союзвзрывпром» (в таких породах наиболее часто осуществляются БВР в указанных подразделениях Союзвзрывпрома).

При отбойке гранитов в Ленвзрывпроме уменьшение коэффициентов вариации удельного расхода основного бурения с 37,3% в 2004 г. до 18,09% в 2008 г. было обеспечено благодаря повышению точности обуривания блоков и снижения с 8–10% до 5–7% отклонений фактических и проектных элементов расположения скважин. Коэффициент вариации удельного расхода ВВ на дробление негабарита накладными зарядами при этом уменьшился с 29,3% до 22,7% за счет улучшения качества отбойки при повышении точности бурения и расширения объемов применения эмульсионных ВВ.

Удельный расход ВВ на основное взрывание сократился еще более существенно — с 29,1% в 2004 г. до 19,5% в 2007 г. и 17,8% в 2008 г.

На объектах ОАО «Союзвзрывпром» в Центральном регионе РФ при отбойке известняков VI–VIII групп по СНИПам (табл. 2) степень стабильности результатов БВР была повышена благодаря использованию новых средств инициирования («Эдилин»), применению клиновых схем короткозамедленного взрывания и изменению ассортимента применяемых ВВ за счет внедрения патронированных эмульсионных ВВ и различных гранипортов. Коэффициенты вариации удельного расхода ВМ и шпурометров на вторичном дроблении при этом сократились благодаря улучшению качества дробления (средний выход негабарита снизился с 5,4% до 3,9%) с 35,1% и 29,8% в 2004 г. до 23,4% и 21,3% в 2008 г.

Коэффициент вариации удельного расхода основного бурения изменился незначительно (24,9% в 2004 г. и 21,4% в 2008 г.). Дальнейшее уменьшение этого коэффициента вариации представляется нецелесообразным, так как его величина незначительно отличается от предельной величины $K_{\text{вар}}$ (20%).

Характерно, что средняя величина коэффициентов вариации удельных расходов ВВ, электродетонаторов и ДШ в 2006, 2007 и 2008 годах по всем семи участкам ОАО «Союзвзрывпром» составила соответственно 31,84; 24,56 и 36,9% и снизилась по сравнению с 2000–2005 гг. не менее чем на 15–20%.

По данным ОАО «Союзвзрывпром», число жалоб заказчиков на некачественное дробление взорванной горной массы и повреждения охраняемых объектов за указанный период снизилось не менее чем в 1,5–2 раза, а средний выход негабарита на 15–20%.

Следует также отметить, что установленные $K_{\text{вар}}$ (табл. 2) не зависели от крепости отбиваемых пород, поскольку отклонения фактических и расчетных результатов массовых взрывов на карьерах стройматериалов связаны в первую очередь с точностью выноса проектной документации в натуру и неоднородностью отбиваемых массивов.

Определение рекомендуемых коэффициентов вариации не потребует дополнительных затрат, так как сведения по всем основным затратам, связанным с бурением скважин, основной отбойкой и вторичным дроблением, в обязательном порядке регулярно направляются исполнителями БВР в вышестоящие органы (обычно в форме месячных отчетов прорабских участков), в региональные специализированные управления Союзвзрывпрома, расположенные как в РФ, так и на территории СНГ. В настоящее время эта информация, по нашему мнению, должным образом не используется и фактически не систематизируется. Данные по анализу расходных материалов привлекаются в основном для подготовки заявок на поставку ВВ, средств инициирования и бурового инструмента, а также при разработке проектно-сметной документации.

За счет оценки по предложенной методике степени стабильности получения предусматриваемых в технических заданиях заказчиков и проектной документации результатов взрывной отбойки может быть повышено не только качество работ, но и намечены наиболее эффективные направления совершенствования техники, технологии и безопасности БВР.

Список литературы

1. Барон В.Л., Барон Л.И. Оценка отбойки наклонными скважинами в карьерах как метода поточной технологии: Сб. Взрывное дело. №62/19. М.: «Недра», 1967.
2. Барон Л.И. Горно-технологическое породоведение. М.: Наука, 1977.
3. Нормативный справочник по буровзрывным работам. 3, 4, 5-е изд. М.: Недра, 1964, 1975, 1986.

удк 691

Ю.Г. МЕЩЕРЯКОВ, д-р техн. наук, Н.А. КОЛЕВ, С.В. ФЕДОРОВ, кандидаты техн. наук, Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет; В.П. СУЧКОВ, канд. техн. наук, Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет

Производство гранулированного фосфогипса для цементной промышленности и строительных изделий

Фосфогипс – влажный дисперсный попутный продукт химической промышленности, он может быть использован при производстве портландцемента как добавка при помоле клинкера. Фосфогипс содержит более 90% сульфата кальция и является готовым сырьем 1–2-го сорта по ГОСТ 4013–82. В соответствии с условиями производства цемента фосфогипс гранулируют, регламентируются его влажность, зерновой, химический и фазовый состав (ТУ 6-08-409–78). В настоящее время цементные заводы используют не более 8% фосфогипса, образующегося в РФ. Сравнительно небольшой объем производства цемента гранулированного фосфогипса обусловлен особенностями физико-механических свойств этого попутного продукта. Под нагрузкой влажный фосфогипс сильно уплотняется и превращается в вязко-пластичную массу, что затрудняет его транспортировку и дозирование на цементных заводах [1, 2].

Сыпучий фосфогипс, отобранный с фильтра или из накопителя, имеет невысокий коэффициент гранулируемости, а гранулы – сравнительно низкую прочность, поэтому для повышения прочности и снижения истираемости гранул производится обжиг фосфогипса, вводятся вяжущие вещества и минеральные добавки [3, 4]. Из-за сравнительно высокого расхода добавок и затрат энергии на сушку гранул практически все предложенные способы производства не позволяют получить окускованный фосфогипс, способный конкурировать с природным гипсовым камнем по стоимости.

Месторождения природного гипса на Северо-Западе РФ отсутствуют, поэтому цементные заводы Ленинградской области перерабатывают новомосковский и архангельский гипсовый камень (сырье 2–4-го сорта). В этих условиях гранулированный фосфогипс может конкурировать с природным гипсом.

В накопителях ОАО «Фосфорит» (г. Кингисепп), ОАО «Метахим» (г. Волхов) и ОАО «Аммофос» (г. Череповец) в настоящее время находится более 100 млн т фосфогипса, и проблема его промышленной переработ-

ки имеет не только экономическое, но и важное экологическое значение.

Влажность фосфогипса, отобранного с фильтра в цехе экстракции ОАО «Фосфорит», изменяется в пределах от 18 до 28%. При хранении в накопителях влажность фосфогипса понижается до 10–17%, что позволяет понизить затраты энергии на сушку гранул.

Сравнительно невысокая прочность гранулированного фосфогипса обусловлена, в частности, тем, что при производстве гранул используется сыпучий попутный продукт без предварительной его подготовки. Предложена технология производства гранул из фосфополугидрата путем механохимической обработки попутного продукта (а. с. 1235843, опубл. в БИ, 1986, № 21). При этом предусматривается обработка фосфополугидрата на бегунах. Обработка на бегунах фосфогипса также приводит к его уплотнению, изменяет реологические свойства влажного отхода, отобранного из накопителя, и позволяет повысить прочность гранул. Исследована зависимость прочности гранул и контрольных образцов от влажности фосфогипса, продолжительности его обработки на бегунах и режима сушки. После обработки на бегунах пластическая прочность системы определена на пластометре МГУ.

Консистенция влажного фосфогипса оценивалась по критериям Аттенберга, используемым для характеристики пластичности гетерогенных систем [5].

На рис. 1 в области ниже кривой 1 фосфогипс является сыпучим материалом. В области между кривыми 1 и 2 фосфогипс образует связную вязкопластичную систему, обладающую свойством тиксотропии. Область выше кривой 2 является областью существования текучего фосфогипса, заполняющего форму под действием силы тяжести.

При определении зависимости пластической прочности от продолжительности обработки на бегунах влажность фосфогипса принята равной 15% (среднее значение для отвалного фосфогипса). Результаты определений приведены на рис. 2.

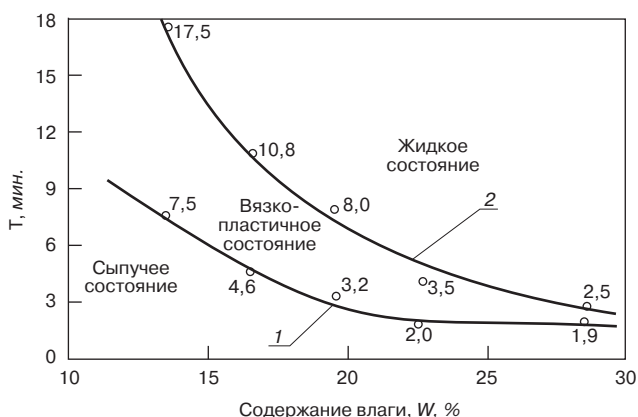


Рис. 1. Консистенция фосфогипса в зависимости от влажности и продолжительности обработки на бегунах (по Аттенбергу)

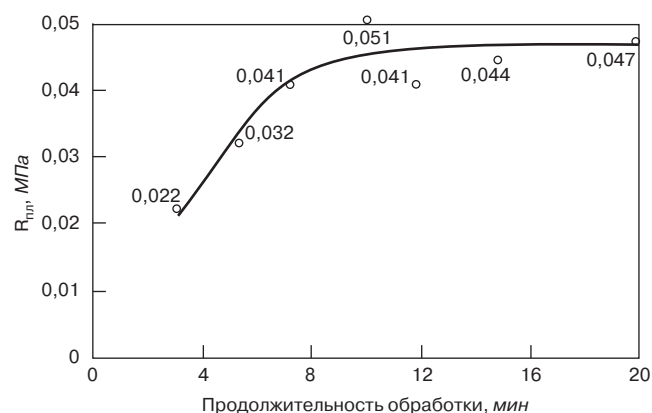


Рис. 2. Зависимость пластической прочности влажного фосфогипса от продолжительности обработки на бегунах

Таблица 1

Наименование добавки и ее расход, %		Остаток на сите с сеткой № 008, %	Сроки схватывания, ч, мин		Предел прочности при изгибе (числитель) и сжатии (знаменатель), МПа, в возрасте, сут		
Гипс	Фосфогипс		начало	конец	3	7	28
5	–	4	1,55	6,15	66 / 348	75 / 445	77 / 527
–	2	4	1,05	6,00	51 / 259	64 / 406	69 / 516
–	4	3	1,35	6,30	56 / 296	66 / 414	70 / 502

Из рис. 2 следует, что оптимальная продолжительность обработки находится в пределах от 6 до 10 мин.

Уплотнение фосфогипса и повышение пластической прочности массы при ее обработке на бегунах (рис. 2) может быть обусловлено разрушением кристаллических сростков двухводного гипса и кристаллических агрегатов, образовавшихся в реакторе при разложении фосфатного сырья серной кислотой. Другой причиной изменения реологических свойств массы является увеличение числа контактов между зернами при уплотнении фосфогипса и удалении газовой фазы. Удельная поверхность фосфогипса, определенная методом низкотемпературной адсорбции азота, при обработке на бегунах изменяется незначительно. Например, удельная поверхность отвалного фосфогипса ОАО «Фосфорит» – 9,6 м²/г, а после его обработки на бегунах в течение 3 мин – 10 м²/г.

Продолжительность обработки фосфогипса на бегунах, необходимая для его уплотнения и превращения в вязкопластичную систему, зависит от влажности.

На рис. 3 приведены результаты определения пластической прочности фосфогипса после обработки на бегунах в течение 6 мин в зависимости от влажности пробы. С повышением влажности при выбранной продолжительности обработки $R_{пл}$ понижается, следовательно, продолжительность обработки можно сократить, что согласуется с рис. 1.

Важным с практической точки зрения является минимальное содержание в фосфогипсе жидкой фазы, которое позволяет получить вязкопластичную систему. Из рис. 1 следует, что связную пластичную систему можно получить при обработке фосфогипса, содержащего не менее 15% жидкой фазы по массе (предельное содержание физически связанной воды в фосфогипсе составляет 12–16% в зависимости от дисперсности). Оптимальная продолжительность обработки на бегунах устанавливается в зависимости от пластической прочности системы и прочности контрольных образцов при сжатии. Образцы 3×3×3 см изготовлены способом литья из смеси, содержащей 95% фосфогипса (в пересчете на сухой) и 5% негашеной извести, после ее обработки на бегунах в течение 6 мин. Фосфогипс отобран из накопителя ОАО «Фосфорит». Образцы высушены до постоянной массы при температуре 45°С. По окончании сушки об-

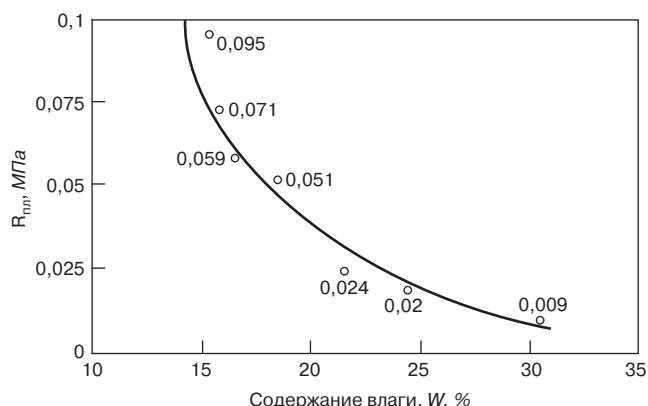


Рис. 3. Зависимость прочности образцов от их влажности

разцы помещены в эксикатор и хранились над водой при температуре 18–20°С; влажность этой серии образцов при их испытании изменялась в пределах от 1,6 до 2,2% (равновесная влажность при температуре 18°С и относительной влажности воздуха, близкой к 100%).

Результаты определения прочности образцов при сжатии показали, что влажный фосфогипс после обработки на бегунах твердеет и прочность образцов при сжатии достигает 2 МПа, а при введении 5% извести прочность сухих образцов достигает 4–5 МПа. Образование структуры твердения при низких Ж/Т может быть обусловлено диффузионным массопереносом на поверхности кристаллов двухводного сульфата кальция, направленным в область дефектов структуры, и в частности в контактную зону [6; 7]. Повышение прочности образцов при введении извести обеспечивается также процессами ее гидратации и карбонизации.

Жидкая фаза фосфогипса из накопителя ОАО «Фосфорит» содержит серную и ортофосфорную кислоты, и ее рН изменяется в пределах от 2,2 до 3,6, поэтому перед промышленной переработкой фосфогипса необходимо осуществить нейтрализацию кислот. Для этой цели используется известь, однако известные способы нейтрализации известью связаны с разбавлением фосфогипса водой с последующей ее фильтрацией, что повышает стоимость гранул и изделий [8]. Обработка фосфогипса на бегунах с предварительным введением извести позволяет ускорить процессы нейтрализации и сократить затраты на сушку гранул.

При изготовлении смесей и гранул в лабораторных условиях использована негашеная известь Угловского известкового завода, содержание активных СаО и MgO в извести 75%. На рис. 4 приведены результаты определения зависимости прочности искусственного камня от расхода негашеной извести. Продолжительность обработки на бегунах 6 мин, влажность смеси 15%.

Значительным резервом снижения себестоимости гранул из фосфогипса является сокращение продолжительности сушки и связанных с ней затрат энергии. Как отмечено выше, влажность фосфогипса в накопителе можно понизить до 14–16% путем естественной подсушки, и при обработке такого попутного продукта на бегунах образуется связанная пластичная масса.

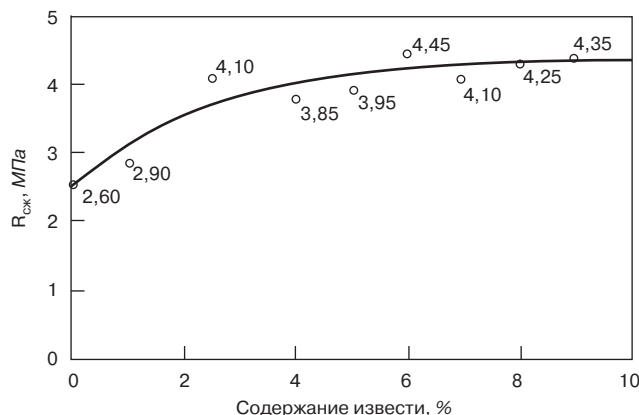


Рис. 4. Влияние расхода извести на прочность образцов при сжатии

В этих условиях влажность гранул достаточно понизить на 6–8%.

Предложенная технология включает помол извести, раздельное хранение и дозирование фосфогипса и извести, их смешивание в смесителе и обработку на бегунах. Далее обработанная масса выгружается на транспортер, подсушивается, сбрасывается в складское помещение и разрушается.

Испытания опытной партии гранулированного фосфогипса показали, что влажность гранул после подсушки на открытой площадке изменялась в пределах от 4 до 6%, средняя плотность 1900 кг/м³, насыпная плотность 800–900 кг/м³, содержание зерен менее 0,14 мм не превышало 2% массы. Прочность при сжатии образцов 3×3×3 см изменялась в пределах от 4 до 5 МПа. Предельная высота падения, при которой происходит разрушение гранул диаметром менее 15 мм, – 2 м.

Опытная партия гранул привезена на Волховский цементный завод. При транспортировке на расстояние более 200 км разрушилось не более 5% гранул. Портландцемент получен помолом в шаровой мельнице гранулированного фосфогипса и клинкера. Удельная поверхность цемента изменялась в пределах от 3500 до 3700 см²/г.

Результаты испытаний приведены в табл. 1.

Замена природного гипсового камня гранулированным фосфогипсом приводит к снижению прочности стандартных образцов в раннем возрасте (3–7 сут), что согласуется с данными, опубликованными в литературе. При замене природного гипса фосфогипсом расход добавки следует понизить с 5 до 4% по массе [9].

Преимуществом предложенной технологии производства гранул из отвального фосфогипса по сравнению с известными способами является минимальное количество технологических операций, использование стан-

дартного технологического оборудования, отсутствие операций высокотемпературной обработки фосфогипса, экологически чистое производство – отсутствие сточных вод, установок для улавливания пыли и газов, так как используется влажный фосфогипс без его предварительной промывки. Эти преимущества позволяют получить продукт со сравнительно невысокой себестоимостью, способный конкурировать с природным гипсовым камнем.

Список литературы

1. *Блохин Ю.Н. и др.* Фосфогипс и его физико-механические свойства. В кн.: Тр. НИУИФ. М.: 1983. Вып. 243. С. 32–38.
2. *Бондаренко М.В.* Исследование процесса разжижения фосфогипса // Химическая промышленность. 1981. № 6. С. 34–36.
3. *Запольский С.В.* Исследование и отработка процессов гранулирования фосфогипса с целью его дальнейшей переработки // Обзор. инф. НИУИФ, НИИТЭХИМ. М., 1984. С. 53.
4. *Шестаков В.А.* Возможности гранулирования фосфогипса // Цемент. 1983. № 7. С. 15–16.
5. *Кувшинников И.М.* Минеральные удобрения и соли. Свойства и способы их улучшения. М.: Химия, 1987. 256 с.
6. *Полак А.Ф.* Твердение мономинеральных вяжущих веществ. М., 1966. 185 с.
7. *Арав Р.И.* О твердении безобжигового цемента // ДАН СССР. 1963. Т. 148. Вып. 4. С. 1385–1388.
8. *Стонис С.Н.* Особенности получения строительного гипса из фосфогипса // Строит. материалы. 1980. № 2. С. 14–16.
9. *Никифоров Ю.В.* Фосфогипс – заменитель гипса при помолу клинкера // Цемент. 1976. № 1. С. 19–20.

г. УФА

22-25 СЕНТЯБРЯ

ОРГАНИЗАТОРЫ ВЫСТАВКИ:

Башкирская выставочная компания
Выставочный комплекс "Башкортостан"
Торгово-промышленная палата Республики Башкортостан
Башкирское республиканское научно-техническое общество строителей

ПРИ ПОДДЕРЖКЕ:

Министерства строительства, архитектуры и транспорта Республики Башкортостан
Министерства жилищно-коммунального хозяйства Республики Башкортостан

ПРИ СОДЕЙСТВИИ:

Союза строителей Урала
Республиканского отраслевого объединения работодателей "Союз строителей РБ"



ХІХ МЕЖДУНАРОДНАЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ ВЫСТАВКА

ФОРУМ УРАЛСТРОЙИНДУСТРИЯ-2009



ОРГКОМИТЕТ: (347) 2531413, 2525927, 2533800, 2531101, 2531433. E-mail: stroy@bvkexpo.ru, <http://www.bvkexpo.ru>