

СОДЕРЖАНИЕ

Учредитель журнала:
ООО Рекламно-издательская
фирма «Стройматериалы»

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

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

Главный редактор
ЮМАШЕВА Е.И.

Редакционный совет:
РЕСИН В.И.
(председатель)

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

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

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

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

Редакция не несет ответственности
за содержание рекламы и объявлений

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

Добавки в бетон

В.Г. БАТРАКОВ

Модификаторы бетона: новые возможности и перспективы 4

Приведен анализ основных групп существующих модификаторов бетона, направления дальнейшего развития отрасли химических модификаторов бетона.

А.В. УШЕРОВ-МАРШАК

Добавки в бетон: прогресс и проблемы 8

Анализируется сложившаяся к настоящему времени терминология бетоноведения, касающаяся бетонов с добавками; проблема совместимости добавок с цементами.

С.С. КАПРИЕЛОВ, В.И. ТРАВУШ, Н.И. КАРПЕНКО, А.В. ШЕЙНФЕЛЬД,
Г.С. КАРДУМЯН, Ю.А. КИСЕЛЕВА, О.В. ПРИГОЖЕНКО

Модифицированные бетоны нового поколения в сооружениях ММДЦ «Москва-Сити» 13

Приведены технология бетонирования конструкций объемом до 14 тыс. м³ с высокой плотностью армирования; обеспечение термической трещиностойкости и удобоукладываемости бетонной смеси с использованием модификаторов серии МБ.

О.И. МАТВЕЕВА, Г.Д. ФЕДОРОВА, А.Т. ВИНОКУРОВ, Н.П. КРАМСКОВ

Модифицированные бетоны для подземного строительства 18

На основании фактических условий бетонирования шахтных стволов (глубина 1050 м) рудников в условиях вечной мерзлоты разработаны составы модифицированного бетона В30W16.

В.В. БАБКОВ, Р.Р. САХИБГАРЕЕВ, Г.С. КОЛЕСНИК, В.В. КАБАНЕЦ,
И.Г. ТЕРЕХОВ, А.С. САЛОВ, Р.Р. САХИБГАРЕЕВ, Р.З. КАРАНАЕВА, Е.Б. САВАТЕЕВ

Рациональные области применения модифицированных бетонов в современном строительстве 20

Приводится технико-экономическая оценка эффективности применения модифицированных бетонов применительно к железобетонным элементам с учетом характера нагружения.

Г.В. НЕСВЕТАЕВ

Эффективность применения суперпластификаторов в бетоне 23

На основании критериев оценки эффективности применения различных суперпластификаторов установлено, что, например, С-3 лучше применять для бетонных смесей и бетонов.

Н.П. СИНАЙКО, А.П. ЛИХОПУД, Т.В. БАБАЕВСКАЯ

Комплексные добавки в бетоны, цементы и сухие строительные смеси системы «Релаксол» 26

Приводятся результаты исследований и опыт применения добавок системы «Релаксол»®. Описаны основные классы добавок по основному технологическому эффекту.

В.Г. ХОЗИН, Н.Н. МОРОЗОВА, И.Р. СИГГАТУЛЛИН, А.В. САЛЬНИКОВ

Модификация цементных бетонов малыми легирующими добавками 30

Обосновывается структурная идеология модификации бетонов малыми добавками; классификация добавок. Описан полифункциональный модификатор Гексалит и суперпластификатор АРОС.

М.М. КОСУХИН, Н.А. ШАПОВАЛОВ, Ю.В. ДЕНИСОВА,
А.В. ПОПОВА, С.И. ЛЕЩЕВ, Н.Д. КОМАРОВА

Вибропрессованные бетоны с суперпластификатором на основе резорцинформальдегидных олигомеров 32

Рассмотрено повышение прочности и морозостойкости вибропрессованных изделий из мелкозернистого бетона модифицированием суперпластификатором СБ-3.

А.И. ВОВК

Современные добавки в бетон для современного строительства 34

Описаны свойства базового продукта «Полипласт» – суперпластификатора Полипласт СП-1, на основе которого создан ряд комплексных добавок направленного действия.

И.К. ИВАНОВ

Применение химических добавок в бетон – ключ к решению технологических проблем 36

Представлен опыт работы ЗАО «Владимирский ЖБК» по производству добавок в бетоны и растворы.

В.И. КАЛАШНИКОВ, М.Н. МОРОЗ, В.Ю. НЕСТЕРОВ,
В.Л. ХВАСТУНОВ, Н.И. МАКРИДИН, П.Г. ВАСИЛИК

Металлоорганические гидрофобизаторы для минерально-шлаковых вяжущих 38

Экспериментально установлены наилучшие гидрофобизирующие свойства стеарата цинка для минерально-шлаковых вяжущих.

Кирпичный завод нового поколения будет построен в Павловском Посаде Московской области	43
Главный форум нерудников России и стран СНГ состоялся в Москве	46
А.А. ЗИНОВЬЕВ, Н.В. ДВОРЯНИНОВА	
Местное техногенное сырье как добавка для цементных растворов	49
Применение комплексной органоминеральной добавки, состоящей из микрокремнезема и органического ПАВ – попутного продукта лесохимии, позволяет направленно модифицировать свойства цементных растворов смесей и растворов применительно к условиям Сибири.	
Э. ШАФРАНКО	
Принципы бетонирования монолитных конструкций	52
Приведен опыт проведения работ при возведении каркаса зданий.	
Л.А. КРОЙЧУК	
Снижение концентрации хроматов в цементе – перспективная задача российских цементников	54
Показано, что содержание Cr^{6+} в цементе можно снизить путем восстановления до практически водонерастворимого Cr^{3+} . Для этой цели особенно эффективен сульфат двухвалентного железа. Описаны его свойства и технология получения. Также описаны добавки-восстановители МА.РЕ./Cr 01 и 02.	
А.П. ЛИХОПУД, Н.П. СИНАЙКО	
Будиндустрия ЛТД – производитель эффективных комплексных добавок системы «Релаксол»®	56
Приводится динамика роста производства комплексных химических добавок системы «Релаксол»®.	
Сухие строительные смеси: наука и практика	
С.П. СИВКОВ, С.А. ГОЛУНОВ, Е.А. КОСИНОВ, А.Е. ЗАЙЦЕВ	
Влияние редисперсионных полимерных порошков на свойства самонивелирующихся композиций	58
Показано, что введение в состав композиций полимерного порошка замедляет скорость формирования кристаллогидратов и предотвращает их образование в жидкой фазе; исследовано его влияние на образование этtringита в самонивелирующихся композициях.	
А.П. ПУСТОВГАР	
Эффективность применения активированного диатомита в сухих строительных смесях	62
Приведены основные характеристики диатомитов и их влияние на составы на различных вяжущих; показана возможность получения составов сухих строительных смесей с высокими физико-техническими характеристиками.	
В.В. БЕЛОВ, М.А. СМИРНОВ	
Модифицированные сухие общестроительные смеси оптимальной гранулометрии	65
Рассматривается вопрос использования тонкодисперсных наполнителей из местного сырья и отечественных полимерных добавок в сухих общестроительных смесях оптимальной гранулометрии с целью улучшения их эксплуатационных свойств.	
М.И. ОДИНОКИЙ	
Вибрационные конвективные сушилки	68
Представлена сущность тепловой обработки сыпучих продуктов в аппаратах псевдоожиженного слоя. Приведены основные преимущества вибрационных конвективных сушилок и принцип их устройства.	
Начинающему автору. 10. Стиль	70
Международная научно-практическая конференция «Строительный комплекс России: наука, образование, практика»	72
Научно-техническая конференция «Строительная физика в XXI веке»	74
В.М. ГОРИН	
45 лет НИИКерамзиту в стройкомплексе России	76
Союз производителей керамзита и керамзитобетона набирает силу	79

Материалы и технологии

В.С. ПРОКОПЕЦ, С.Ф. ФИЛАТОВ, В.В. ШИПИЦЫН	
Восстановление старых асфальтобетонов холодным способом	81
Приведены ремонтные составы для восстановления старых асфальтобетонов холодным способом непосредственно на дороге.	
Л.Н. КОСИНЕЦ	
Пути совершенствования дозирования бетонной смеси	82
Рассмотрена возможность реконструкции бетоносмесительного узла, позволяющая увеличить эффективность использования технологического оборудования за счет уменьшения времени дозирования.	
Р. ВУЙЦЫК	
Восстановление горизонтальной гидроизоляции в зданиях инъекционным методом	84
Приводится сравнение инъекционных методов восстановления горизонтальной гидроизоляции зданий; описана технология одно-временной термической обработки и импрегнации пропиточных составов.	
В.М. ЭЙРИХ, В.П. ЖУКОВ, Е.И. МИХАЙЛОВ, В.Г. КУЗНЕЦОВ, И.П. КУЗНЕЦОВ	
Опыт применения полимерных противоналипающих футеровочных пластин на горных предприятиях промышленности строительных материалов	87
Показаны примеры эксплуатации ППФП на горных предприятиях ПСМ. Описаны свойства, эффективность, экономичность ППФП, приведены критерии их выбора.	

СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ®

№7

приложение к научно-техническому журналу «Строительные Материалы» №10-2006 г.

ВНИМАНИЕ!

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

87723 каталог «Пресса России»

20461 каталог агентства «Роспечать»

СОДЕРЖАНИЕ

- Организация пространства для детей – одна из задач архитектуры** 2
Представлен обзор состоявшейся 5–6 октября 2006 г. в Москве объединенной научной сессии академий, имеющих государственный статус. Тема сессии – «Здоровье и образование детей – основа устойчивого развития российского общества и государства». Приведены примеры реализации новых проектов школ и детских дошкольных учреждений, учитывающих специфику мира детей.
- Реконструкция зданий с материалами фирмы КНАУФ** 5
Показано, что реконструкция существующего фонда зданий имеет значительный потенциал, так как затрагиваются не только существующие объемы здания: надстраиваются новые этажи на имеющихся коммуникациях, вовлекаются в эксплуатацию подвальные помещения, что является привлекательным для инвесторов, так как существенно повышает рентабельность проекта, снижает сроки его окупаемости. В качестве примера рассматривается реконструкция кирпичного здания бывшей офицерской казармы, построенной в 80-х гг. XIX века в г. Раменском. Представлены возможности применения комплектных систем КНАУФ для отделки помещений при реконструкции. Описана новинка сезона 2006 г. – теплоизоляционная сухая смесь на известково-цементной основе КНАУФ-Грюнбанд.
Р.Р. ГАЛИАКБЕРОВ, Р.Р. АЛИЕВ, И.В. НЕДОСЕКО
- Использование крупнопористого керамзитобетона в несущих и ограждающих конструкциях мансардных этажей** 8
Описан опыт возведения двухэтажной мансарды в Уфе с утеплителем из монолитного крупнопористого керамзитобетона плотностью не более 800 кг/м³. Приведены основные этапы получения крупнопористого керамзитобетона, проиллюстрированы основные технические решения.
- Мозаичная отделка жилых и общественных зданий стеклянной плиткой** 10
Приведена история развития мозаичного искусства. Описаны основные технологии производства смальты и стеклянной плитки для мозаики. Приведена современная технология производства и укладки мозаики и некоторые ориентировочные расценки на мозаичные панно в России и за рубежом.
О.А. ЛУКИНСКИЙ
- Пути сохранения облика фасадов** 14
Рассмотрены факторы, влияющие на состояние выступающих конструкций и элементов фасадов (балконов, козырьков, эркеров и др.). Основная причина их разрушения – некачественная гидроизоляция и негерметичность в зоне примыкания к стене. Рекомендуются материалы и технология их применения для предупреждения и ликвидации разрушений.
Ю.И. СЫЧЕВ
- Сохраним облик памятников архитектуры!** 16
Элементы отделки (облицовка фасадов, цоколей, колонн, лестниц и др.) из натурального камня играют важную роль в создании облика городов. В качестве примера приводятся города Владимиро-Суздальской Руси. Но в настоящее время не единичны случаи варварского отношения к элементам отделки из натурального камня при реставрации. Часто их закрашивают, оштукатуривают без технической необходимости, что является нарушением закона Правительства Москвы № 22 от 01.07.1996 г. «О поддержании в исправном состоянии и сохранении фасадов зданий на территории города Москвы». Приведены примеры реставрации памятников архитектуры XVIII–XIX вв. в Москве.

Не забудьте оформить подписку своевременно!

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

E-mail: mail@rifsm.ru

www.rifsm.ru

ДОКУМЕНТЫ
АРХИТЕКТУРЫ

Уважаемые читатели!

Вашему вниманию предлагается тематическая рубрика, в которой опубликованы статьи, посвященные различным аспектам применения добавок — химических, минеральных и др., для производства бетонных смесей и бетонов.

Важнейший компонент и действенное средство регулирования составов, структуры и свойств бетонов — добавки на стыке XX и XXI веков обусловили революционный прорыв в технологии основного конструкционного материала человечества. Бетоны нового поколения благодаря добавкам позволяют возводить объекты с недостижимыми прежде показателями технологичности, прочности и долговечности. Все это является результатом фундаментальных и прикладных исследований, широко проводимых в мире. Многогранны и объемны были работы, осуществленные в советские времена, главным организатором и координатором которых был НИИЖБ. Уровень достижений в этом плане значителен и общеизвестен.

Свой вклад в решение ряда задач внесла харьковская научная школа благодаря использованию физико-химических подходов и методов термодинамики, калориметрии и др. Базой освоения разработок было одно из передовых предприятий Украины — Харьковский ДСК № 1. Первые автоматизированные отделения химдобавок, эффективный пластификатор ХДСК-1 — примеры единения науки и практики.

«Новые песни придумала жизнь...» Ныне в странах СНГ царствует рынок, агрессивно наполняемый импортом. Отечественные позиции удерживают суперпластификатор С-3 и его модификации, мультикомпонентные добавки серии МБ, добавки системы «Релаксол», их аналог Реламикс и некоторые др. К сожалению, глубокие теоретические и экспериментальные исследования практически свернуты. Однако число диссертаций, защищаемых по новым разработкам и др. проблемам добавок, возрастает...

Надеемся, что представленные ниже статьи стимулируют развитие теории и практики бетонов, модифицированных добавками.

**А. В. Ушеров-Маршак, д-р техн. наук,
научный консультант рубрики
(Харьков, Украина)**

УДК 666.972.16

В.Г. БАТРАКОВ, д-р техн. наук, НИИЖБ (Москва)

Модификаторы бетона: новые возможности и перспективы

Одним из основных направлений технического прогресса в области строительства является создание бетонов высокого качества и долговечности. Эта задача во многих случаях решается с помощью химических добавок — модификаторов разной природы и механизма действия.

В индустриально развитых странах мира практически весь выпускаемый бетон изготавливается с применением модификаторов различного вида. Проведенные научные и практические разработки позволили ведущим фирмам создать широкий ассортимент суперпластификаторов, регуляторов структуры и твердения, а также комплексных модификаторов.

ГОСТ 24211—03 «Добавки для бетонов и строительных растворов. Общие технические условия» классифицирует модификаторы по основному эффекту их действия. Он выделяет три основных класса модификаторов, которые позволяют регулировать реологические свойства бетонных смесей, схватывание и твердение бетонов, кинетику их тепловыделения, создать бетоны повышенной стойкости, особо низкой водо- и диффузионной проницаемости, а также с некоторыми специальными свойствами. В стандарте регламентированы технические требования, предъявляемые для каждого вида модификаторов.

Разработан и действует ГОСТ 30459—96 «Добавки для бетонов. Методы определения эффективности». В нем излагаются способы испытания модификаторов по существующим стандартам и методикам.

Установлено, что основные направления модифицирования цементных систем поверхностно-активными веществами (ПАВ) определяются характером строения последних.

По существу речь идет о проектировании модификаторов на стадии их создания. Установленные законо-

мерности изменения свойств цементных систем от строения ПАВ лежат в основе модифицирования бетонных смесей и получения бетонов, заданных строительно-техническими параметрами.

Наиболее широко в технологии бетона применяются модификаторы структурирующего, пластифицирующего действия, регуляторы твердения бетона, а также комплексные модификаторы полифункционального действия.

Среди модификаторов структурирующего действия значительный интерес для применения в технологии бетона представляют кремнийорганические соединения гидрофобизирующего, гидрофобно-пластифицирующего и гидрофобно-структурирующего (особенно газообразующего) действия, позволяющие регулировать в заданном направлении структурообразование цементных паст и бетонных смесей, а также свойства бетона, в первую очередь его долговечность.

В отличие от других ПАВ модифицирование кремнийорганическими олигомерами позволяет получить бетоны высокой морозо- и коррозионной стойкости, в том числе в условиях воздействия растворов солей высокой концентрации.

Столь значительный эффект повышенной долговечности бетона обусловлен образованием мелкопористой структуры цементного камня в сочетании с мозаичной гидрофобизацией гидратных новообразований.

Бетоны, модифицированные соединениями класса полигидросилоксанов, применены в широких масштабах при строительстве ответственных сооружений в районах Крайнего Севера, Сибири, Дальнего Востока. Особо следует отметить крупнейший гидроэнергетический комплекс на Дальнем Востоке — Зейскую ГЭС, расположенную в районе с суровыми климатическими усло-

Цемент	Показатель агрессивности жидкой среды с содержанием SO_4^{2-} , мг/л, для бетонов марок по водонепроницаемости			Степень агрессивного воздействия на бетон
	W8	W9–W15	W16–W20	
Группа 1. Портландцемент (ГОСТ 10178–85)	425–850	850–1250	1250–2500	слабая
	850–1700	1250–2500	2500–5000	средняя
	>1700	>2500	>5000	сильная
Группа 2. Портландцемент (ГОСТ 10178–85) с содержанием в клинкере C_3S не более 65%; C_2A+C_4AF не более 22%	2550–5100	5100–6000	6000–7500	слабая
	5100–6800	6000–7500	7500–10000	средняя
	>6800	>7500	>10000	сильная
Группа 3. Сульфатостойкие цементы (ГОСТ 22266–94); портландцементы группы 2 с модификаторами МК+С-3 или с МБ-01	5100–10200	10200–12000	12000–15000	слабая
	10200–13600	12000–15000	15000–20000	средняя
	>6800	>7500	>10000	сильная

виями, где были уложены сотни тысяч кубометров высоко морозо- и кавитационно-стойкого бетона с модификатором гидрофобно-газообразующего действия ГКЖ-94. Комплекс выполненных научно-исследовательских работ лег в основу ряда документов по проектированию бетонов высокой морозо- и коррозионной стойкости, в том числе «Пособие по проектированию защиты от коррозии бетонных и железобетонных строительных конструкций».

Выявление взаимосвязи строения и свойств модификаторов и их влияния на технологические свойства бетонных смесей и строительно-технические свойства бетонов позволили обоснованно подойти к созданию отечественных *суперпластификаторов (СП) и комплексных модификаторов* многоцелевого назначения на их основе. Это явилось крупным достижением в области модифицирования свойств бетонов. Если в начале 40-х гг. XX в. внедрение модификаторов воздухововлекающего действия явилось революционным моментом в технологии бетона, то создание СП было еще более значительным прорывом. Полученные на основе специально синтезированных высокомолекулярных ПАВ, активно участвующие в направленном регулировании гидратации и структурообразования цементных систем, они сразу заняли ведущее место среди множества модификаторов.

Решающим преимуществом СП является то, что несмотря на сильное разжижающее действие, они практически не снижают прочности бетона, что позволяет применять значительно более высокие дозировки по сравнению с обычными пластификаторами и соответственно получать более высокий пластифицирующий эффект.

Появление СП открыло новые перспективы в производстве бетона и железобетона. Их применение позволило в несколько раз снизить трудоемкость формования, в ряде случаев полностью исключить вибрацию или заменить ее на кратковременное встряхивание, существенно сократить расход топлива, энергии и до 25% расход цемента.

Большие возможности регулирования водопотребности бетонной смеси обеспечили получение высокопрочных бетонов без наращивания объемов выпуска энергоемких цементов марки 550 и 600 и значительно расширили область применения шлакопортландцементов.

В настоящее время определена роль минералогического и вещественного состава цементов, их удельной поверхности при оценке эффективности применения СП олигомерно-полимерного состава.

Наибольшее распространение в стране получил СП С-3 на основе продуктов конденсации нафталинсульфокислоты и формальдегида. Это стало возможно в результате проведения исследований и разработке на их основе «Рекомендаций по применению суперпла-

стификаторов в производстве монолитного и сборного бетона и железобетона». Создание и освоение промышленного выпуска СП позволило успешно решить проблему получения группы специальных вяжущих с пониженным содержанием клинкера и высокими строительно-техническими свойствами (ВНВ и ТМЦ).

Применение СП при снижении расхода воды и получении бетонов марок по водонепроницаемости W16–W20 существенно повышает сульфатостойкость бетона. Коррозионная стойкость бетонов в условиях воздействия агрессивного раствора сульфата натрия увеличивается на среднеалюминатных и сульфатостойких портландцементов в 1,5 раза и на высокоалюминатных портландцементов в 3 раза по сравнению с бетоном марки по водонепроницаемости W8. Аналогичные данные получены для бетонов, испытывавшихся в условиях капиллярного подсоса и испарения сульфатных растворов. Установлено, что такие бетоны характеризуются существенным снижением диффузионной проницаемости до уровня, при котором они практически не карбонизируются.

Результаты проведенных исследований включены в действующие нормы МГСН 2.08–01 «Защита от коррозии бетонных и железобетонных конструкций жилых и общественных зданий», что позволяет существенно расширить области применения модифицированных коррозионно-стойких бетонов. В соответствии с нормами бетоны марок по водонепроницаемости более W10 могут быть применены в условиях воздействия ряда агрессивных сульфатных и кислотных сред без использования мер вторичной защиты.

С появлением СП и *миккремнезема (МК)* в технологии бетона произошел значительный перелом. Их оптимальное сочетание и в ряде случаев введение небольших количеств других органических и минеральных компонентов позволили придать бетону гамму технологических и конструктивных свойств, характерных для материалов высоких технологий. Такой бетон отличается не только своим качеством, но главным образом тем, что на каждом этапе жизни материала он наилучшим образом соответствует требованиям данного этапа. Так, при укладке бетонной смеси он проявляет свойства высокой удобоукладываемости, при выдерживании набирает высокую прочность, а в эксплуатации обладает высокой долговечностью.

В конце 80-х гг. в НИИЖБ были начаты работы по созданию комплексных модификаторов многоцелевого назначения с использованием МК. Разработаны комплексные модификаторы нового поколения на органической основе (торговая марка «Модификатор бетона МБ-01») – порошкообразные продукты, содержащие МК, СП и регулятор твердения, с применением

которых созданы бетоны высоких эксплуатационных свойств, в том числе из бетонных смесей высокоподвижной и литой консистенции на обычном портландцементе марки 400 при расходе до 500 кг/м³ и обычных заполнителях из твердых пород.

Бетоны нового поколения, приготовленные из высокоподвижных бетонных смесей (марки П4–П5), характеризуются высокой прочностью (классы В80–В100), низкой проницаемостью (выше марки W16), высокой коррозионной стойкостью при действии растворов солей без применения вторичной защиты. По результатам исследований, проведенных в НИИЖБ, предложена следующая оценка степени агрессивного воздействия сульфатных растворов на бетон особо низкой проницаемости W16–W20 (см. таблицу).

Дополнительное введение модификатора гидрофобно-структурирующего действия («136-41», бывшая ГКЖ-94) позволяет получать бетоны, морозостойкость которых превышает марку F1000. Важно отметить, что эти эксплуатационные характеристики получены из бетонной смеси высокоподвижной и литой консистенции (марки П4, П5), характеризующейся высокой связностью.

Применение модификатора МБ-01 на органоминеральной основе снижает диффузионную проницаемость бетонов, приготовленных из литых смесей, для ионов SO₄²⁻ в 5–10 раз. Дальнейшее снижение диффузионной проницаемости может быть достигнуто при использовании бетонных смесей с меньшим расходом воды.

Работами НИИЖБ в экспериментальном порядке получен материал с весьма высокими физико-техническими характеристиками, показывающий широкие потенциальные возможности технологии применения новых композиций с комплексными модификаторами полифункционального действия. Прочность таких материалов зависит от условий твердения и достигает показателей более 200 МПа. Материал имеет минимальную пористость, практически непроницаем для воды и агрессивных сред, обладает высокой морозостойкостью.

В настоящее время организовано производство новых разновидностей органоминерального модификатора серии МБ-С, в котором до 90% микрокремнезема замещено золой-уноса и Эмбэлит – пластифицирующе-безусадочного действия с регулируемыми показателями деформативности. На основе исследований и практического применения модифицированных бетонов разработаны технические условия на модификаторы марок МБ-01, МБ-С и Эмбэлит.

Разработаны модифицированные СП многоцелевого назначения. К их числу относятся разработанные в последние годы модификаторы нового поколения пластифицирующе-стабилизирующего действия на основе *поликарбоксилатов*. Эффективность их действия выражается в сравнительно низких оптимальных дозировках, пониженной чувствительности к виду и составу цемента, длительном сохранении первоначальной консистенции бетонной смеси и повышенной связности.

Из последних значимых достижений в области бетоноведения и технологии бетона с применением СП этого класса и комплексных модификаторов на органоминеральной основе следует выделить самоуплотняющиеся бетонные смеси. Наиболее существенным их преимуществом по сравнению с обычными бетонными смесями является отказ от вибрации, применяемой для уплотнения укладываемой в опалубку смеси; возможность качественно заполнять формы конструкций со сложной геометрией и высоким процентом армирования.

С применением поликарбоксилатов и специально подобранного гранулометрического состава заполнителей получены одновременно технический, экономический и социальный эффекты. Отказ от вибрации с соответствующим уменьшением пылеобразования существенно повы-

шает социальную привлекательность труда, способствует сохранности оборудования и значительно повышает технологические возможности изготовления тонкостенных конструкций с высококачественной поверхностью.

С учетом особенностей нерасслаивающихся смесей разработаны и находят применение опалубки с контролируемым водопоглощением (Controlled Permeability Formwork), которые забирают излишки воды и отдают ее в процессе твердения бетона, устраняя поверхностное микротрещинообразование и воздушные пузырьки, повышают долговечность конструкций. Имеется опыт применения такой опалубки при сооружении резервуаров, водоводов, очистных и морских сооружений и других конструкций, работающих в агрессивных условиях.

Следует отметить, что самоуплотняющийся бетон весьма чувствителен к нарушениям технологического регламента начиная с требований к компонентам бетонной смеси, к бетоносмесительным устройствам, квалификации персонала, методам подбора и испытаний смеси. В действующих инструкциях особое внимание уделено тщательности подбора бетонной смеси, особенно ее водосодержанию, гранулометрии заполнителей, перемешиванию (смесители непрерывного действия и ручное перемешивание непригодны). Разработаны четкие указания по особенностям выдерживания бетона в конструкции, защите ее от высушивания и поверхностного трещинообразования.

Значительный интерес представляют разработки новых типов модификаторов – *репеллентов*, придающих бетонным поверхностям пыле- и грязеотталкивающие свойства даже при их изготовлении.

На основе последних достижений нанотехнологии получены защитные материалы с удивительными свойствами. Химический процесс sol-gel позволяет осуществлять направленный синтез наноконпозиций и придавать бетонным поверхностям индивидуальные специфические эффекты. Диапазон их действия распространяется от защитных функций (самоочистление поверхностей с помощью эффекта Lotus и эффекта бионики) за счет легкого удаления пыли и грязи до предотвращения образования высолов на бетонных поверхностях.

Касаясь вопросов усиления, ремонта или реставрации конструкций из бетона, следует отметить разработку новейших *модификаторов*, предназначенных для *ремонтных составов* с редуцированной усадкой. Модификаторы такого типа, изготовленные на основе эфиров гликоля, позволяют снизить деформации усадки до 50% и более.

Применение модификаторов, в первую очередь СП и комплексов на их основе, в сочетании с повышением активности цементов позволило в несколько раз поднять среднюю и максимальную прочность бетона. Динамика роста максимальной прочности тяжелого бетона (в МПа) такова: начало XX в. – до 30; 1940 г. – до 40; 1960 г. – до 50–60; 1970–1980 гг. – до 100; 1990–2000 гг. – до 150; увеличились также значения среднестатистической прочности.

Евростандарт EN206 «Бетоны» предусматривает класс тяжелого бетона по прочности C115, легкого – C88; норвежские нормы NS7473 – класс D105 включительно; японские – В80; британские нормы BS8110–В80; шведские – В75. В России для строительства зданий и сооружений максимальная прочность бетона, определенная его классом, в соответствии со СНиП 5201–2003 нормируется В60. В настоящее время в различных технически развитых странах мира (в США, Норвегии, Японии и т. д., а также в России) разработаны составы и технология изготовления бетонов прочностью выше 150 МПа.

Особо прочные свыше 150 МПа бетоны, изготовление которых возможно только с использованием модификаторов, применяются при возведении особо

ответственных зданий и сооружений — небоскребов, большепролетных мостов, морских платформ и т. д.

В настоящее время пять из шести наиболее высоких зданий в мире высотой от 220 до 450 м построены из бетона и только в одном случае основой является стальная конструкция. Высочайшее свободстоящее сооружение в мире — телевизионная башня в Торонто (550 м) также построена из бетона.

Добыча нефти и газа на шельфе привела к созданию гигантских, высотой в несколько сот метров, нефтедобывающих платформ из бетона. Для снижения массы и размеров поперечного сечения опор погружаемых глубоководных платформ в странах Северной Европы использованы модифицированные высокопрочные бетоны из смесей высокоподвижной и литой консистенции.

В России наиболее яркими примерами возведения монолитных конструкций из бетонов нового поколения являются строительство двухсотметрового коллекторного тоннеля диаметром 4 м с применением монолитно-прессованной обделки из высокопрочного бетона класса В60—В80 и выше, водонепроницаемостью W16 и выше с управляемой кинетикой твердения бетона; транспортных тоннелей в г. Москве из бетона класса В40, морозостойкостью F1000—F1200 и маркой по водонепроницаемости W12; изготовление монолитных конструкций пилонов и трибун стадиона «Локомотив» из бетона классов В60 и В45, водонепроницаемостью W16 и маркой по морозостойкости F1000. При этом использованы высокопластичные смеси (ОК=18—22 см), приготовленные на ПЦ400 и ПЦ500 с применением комплексных модификаторов многоцелевого назначения отечественного производства.

В Москве при сооружении ММДЦ «Москва-Сити» на строительстве комплекса «Федерация», который включает две башни — «А» высотой 360 м и «Б» высотой 240 м, применены бетоны классов В60 и В80—В90 с использованием модификаторов серии МБ на органической основе. Бетоны готовились из смесей высокоподвижной и литой консистенции марок П4 и П5.

В ближайшие годы планируется строительство супервысоких зданий, в частности в Японии, высотой 1 км и выше, что потребует применения бетонов особо высокой прочности.

В последнее десятилетие разработаны бетоны ультравысоких технологий (ultra high performance concrete УНРС), характеризующиеся исключительно высокими строительно-техническими свойствами, где прочность при сжатии в 200 Н/мм² и выше достигается легко и надежно. Конструкции из такого бетона имеют значительно меньшую площадь поперечного сечения, большой пролет и существенно возросшую привлекательность и долговечность. Последнее достоинство обеспечивается созданием благоприятной структуры бетона, его весьма низкой, в том числе диффузионной, проницаемостью, что препятствует распространению коррозии как самого бетона, так и стальной арматуры при воздействии различных агрессивных факторов. Преднапряженная арматура в конструкциях из УНРС создает столь высокое обжатие, что позволяет полностью исключить появление трещин при эксплуатационных нагрузках.

В лабораторных условиях получены УНРС прочностью на сжатие до 500 Н/мм², т. е. прочнее обычной стали. На основе достижений нанотехнологии, уже применяемых в других отраслях науки и промышленности, в структуру бетона могут быть введены наночастицы для увеличения плотности, а вяжущее усовершенствовано на квазиуровне, что придаст бетону новые, совершенно уникальные свойства. Весьма перспективны работы, проведенные по применению фибр в виде углеродных нанотрубок с целью упрочнения цементной матрицы. Проведенные работы показали, что введение даже сравнительно небольшого количества нанофибр оказывает

существенный положительный эффект на механические характеристики бетона. Работы ведутся в направлении улучшения сцепления нанофибр с матрицей и выбора оптимального СП поликарбоксилатного типа с разной длиной боковых цепей.

Следует отметить важность разработки специальной технологии изготовления УНРС. Применение обычной техники приготовления бетонов, в том числе для дозирования компонентов смеси УНРС, неприемлемо. Высокая точность измерений, порядок смешивания компонентов и продолжительность смешивания должны непрерывно контролироваться и в необходимых случаях корректироваться. Транспортирование бетонной смеси должно производиться с учетом ее фактических реологических свойств. Перерывы в подаче смеси должны быть исключены, так как это может негативно отразиться на характеристиках строительных конструкций. Особого внимания требуют и вопросы твердения бетона и набора его прочности. Необходимо отметить, что контроль качества на всех этапах технологии должен быть непрерывным, документированным и должен служить составной частью сертифицированной системы обеспечения качества.

Достигнутые результаты и возможность совершенствования свойств и технологии бетона показывают, что в этой области имеются значительные резервы и перспективы дальнейшего совершенствования бетона как материала с уникальными свойствами. Наиболее перспективны, по нашему мнению, следующие направления дальнейшего развития работ по созданию эффективных модификаторов бетона:

- направленное регулирование свойств бетонной смеси и бетонов введением в их состав модификаторов в виде совмещенного водорастворимого или водоразбавляемого продукта полифункционального назначения на основе органических соединений и электролитов различной природы и механизма действия;
- разработка регуляторов процессов схватывания и твердения бетонов, в том числе бесхлоридных ускорителей твердения на основе органических кислот, не вызывающих коррозии арматуры, высолообразования, возникновения и развития внутренней коррозии бетона;
- модифицирование олигомерной цепи молекул и создание на этой основе модификаторов полифункционального действия нового поколения;
- использование аспекта взаимодействия биоорганизмов и строительных неорганических материалов как способа защиты от вредных воздействий окружающей среды;
- создание комплексных модификаторов на органической основе с использованием суперпластификаторов нового поколения, активных и малоактивных минеральных добавок;
- использование последних достижений нанотехнологии в бетоневедении совместно с модификаторами многоцелевого назначения с целью создания бетонов, по своим свойствам конкурентоспособных металлу, керамике и полимерам.

В наступившем столетии модифицированным бетоном уготована роль основного строительного материала при возведении сооружений, и не только на земле, но и в космическом пространстве. По данным специалистов, на Луне имеются основные компоненты бетонной смеси — песок и вода. Те же компоненты являются целью поиска новых европейских и американских экспедиций на Марс. В США разработан проект по колонизации Марса. Предполагается, что в 2025 г. на Красной планете будет создана необходимая инфраструктура для добычи полезных ископаемых и строительных материалов, которые затем будут экспортироваться на космические станции, в том числе на Луну. Комитет по лунному бетону уже давно создан в рамках Американского института бетона.

А.В. УШЕРОВ-МАРШАК, д-р техн. наук, Харьковский государственный технический университет строительства и архитектуры (Украина)

Добавки в бетон: прогресс и проблемы

Известно, что существенные достижения двух последних десятилетий в технологии бетона обусловлены значительным ростом эффективности добавок различной природы [1–4]. Основные проблемы, успешно решаемые с помощью добавок, — обеспечение заданных свойств и ресурсосбережение. Абсолютно возможным стало регулирование составов, структуры и свойств бетонной смеси и бетона с учетом влияния технологических, климатических и эксплуатационных факторов. Изучая влияние добавок последних поколений, исследователи установили новые закономерности в бетоне, а практики с их помощью осуществляют новые строительные технологии. Производство добавок выделилось в самостоятельную и прибыльную отрасль.

В настоящее время реальны самоуплотняющиеся, литые бетонные смеси с низкими В/Т — до 0,28–0,3, водо-, воздухо-, цементосодержанием, особо плотные бетоны с прочностью до 250 МПа и практически неограниченными параметрами стойкости и долговечности. Успешно развиваются концепции современных бетонов, в том числе высокофункциональных (High Performance Concrete — HPC), самоуплотняющихся (Selfcompacting Concrete — SCC), бездефектных (Macrodefects Free Concrete — MDF) и реакционно-порошковых (Reactive Powder Concrete — RPC) [5–6].

Вместе с тем нецелесообразно утверждать о преодолении проблем технологии бетона. Напротив, некоторые из них обостряются пропорционально росту эффективности добавок. Неадекватны сложившейся ситуации многие аспекты нормативного плана, совместимости, оценки эффективности и др.

Терминология бетоноведения, касающаяся бетонов с добавками, еще не устоялась. Единство понятий и терминов — обязательное условие выбора оптимальных рецептурно-технологических решений. Очевидна неопределенность ряда формулировок в межгосударственном ГОСТ 24211–2003 и украинском ДСТУ Б В. 2.7–65–97.

В этом плане приемлемы термины евроном EN 206–1 и EN 934–2:

- *химическая добавка (admixture)* — компонент, добавляемый в процессе приготовления бетонной смеси в малых количествах — до 5 % по отношению к массе цемента с целью регулирования составов бетонной смеси или бетона;
- *минеральная добавка (additive)* — тонкоизмельченный компонент, добавляемый в бетон в количестве до 30% и выше от массы цемента с целью улучшения определенных или придания специальных свойств.

Заслуживает краткой оценки понятийная неопределенность. Так, в отечественной литературе часто употребляется термин «модификатор» бетона. Это, на наш взгляд, было приемлемо в прошлом, когда объем бетона, производимого с добавками, не превышал 10–15%, а сегодня он приближается к 100% и понятие «модифицирование» не носит прежнего смысла.

В англоязычной литературе существует четко деление на «admixture» — химические и «additive» — минеральные добавки. На украинском языке, например, нет этой четкости и термины — «добавка», «додаток» и «домішка» используются равнозначно. Та же ситуация с термином «наполнитель», который используется

взамен «дисперсная минеральная добавка». Понятия «наполнение» и «наполнитель», взятые из химии однородных по составу и строению материалов типа пластмасс, резины, лаков и красок, по нашему мнению, не совсем корректно привлекать в бетоноведение.

Еще один аспект — многокомпонентность добавок. В этой связи используются понятия «комплексные», «смешанные», «много-» или «мультикомпонентные», «полифункциональные» добавки и др., что требует уточнения.

Классификация добавок в бетон предопределяется различными подходами и признаками. Физико-химический подход, основанный на знаниях о механизмах действия добавок на элементарные стадии гидратации — смачивание, адсорбцию, химические реакции, растворение, зародышеобразование, кристаллизацию и пр., интересен и важен, но не получает развития в связи с методологическими сложностями их выделения и количественного описания [1, 7].

Актуальны классификации добавок по чисто потребительским признакам — назначению, основному и дополнительному технологическим эффектам. Практически во всех нормативных документах добавки систематизируются по основным эффектам, к числу которых отнесены водопонижение, реология бетонной смеси, регулирование схватывания и твердения, регулирование структуры, придание специальных свойств и др.

Все четче вырисовывается повышение роли пластифицирующих добавок — регуляторов свойств и водосодержания бетонной смеси на основе ПАВ. Критериями их классификации служат величины водоредуцирования:

- в пределах 5–12% — пластификаторы;
- выше 12% — суперпластификаторы.

Минеральные добавки в соответствии с EN 206–1 подразделяют всего на два типа: практически инертные и обладающие пуццолановыми или скрытогидравлическими свойствами. Очевидна недостаточность этой систематизации в связи с успешным использованием ряда активных минеральных добавок на основе оксидов алюминия, сульфалюминатов и т.п., приводящих к значительному ускорению твердения, безусадочности и расширению.

Объем и содержание действующих классификаций недостаточны и не отвечают современному уровню бетоноведения. Пример — комплексные химические и минеральные добавки. Их значимость в технологии бетонов самого различного назначения постоянно возрастает, что не отражается в нормативных документах.

Химические добавки, по образному выражению В.Г. Батракова, — ключ к решению технологических проблем [2, 4]. Обширны благодаря достижениям физической, коллоидной химии, химии высокомолекулярных соединений и др. фундаментальных наук номенклатура и области применения добавок. Как отмечено выше, прогресс в «химизации» бетона в значительной степени связан с использованием в качестве основного компонента добавок высокоэффективных ПАВ пластифицирующего и водоредуцирующего действия.

Возможные механизмы действия такого типа суперпластификаторов (СП) обсуждены в работе [8]. Анализ представлений о роли адсорбции ПАВ на зернах цемента и гидратных новообразованиях, сил электростатиче-

ского и стерического отталкивания, взаимосвязи строения макромолекул со структурой и составом адсорбционных слоев не привел пока к однозначному толкованию достигаемых результатов. Вместе с тем можно признать общепринятой, хотя несколько виртуальной, схему действия СП, приведенную на рис. 1.

Эффекты водоредуцирования, пластифицирования и сохранности показателей удобоукладываемости однозначно связываются с замедлением гидратации и низким темпом нарастания ранней прочности. Успешная попытка устранить или значительно ослабить замедляющее действие СП поликарбоксилатного типа реализована при решении задач технологии ЖБИ [9]. Для подтверждения справедливости выдвинутых предпосылок использована информация о тепловыделении. Действительно, как следует из данных рис. 2, значительно интенсифицируется темп твердения, резко сокращается длительность индукционного периода, растет полнота тепловыделения, а значит, и количество прореагировавшего цемента. По утверждению автора [9], так называемый барьерный механизм при сохранении эффекта разжижения не препятствует гидратационному взаимодействию.

Высокая эффективность СП не вызывает сомнений. Но вместе с тем остается в тени извечный вопрос – что же происходит с добавкой после окончания пластифицирующего действия? Ровко обсуждались предположения о разрушении молекулы ПАВ щелочной средней поровой жидкости, их размещение на контактах гидратирующихся цементных зерен, о формировании сложных органо-минеральных гидратов и т. п. Еще одна проблема – нехватка воды при снижении В/Ц до 0,3 для осуществления гидратации и развитие вследствие этого аутогенной усадки. Дебатируется реальность негативных изменений упругопластических характеристик, в частности хрупкости и огнестойкости. Отнесем все это на счет начального этапа становления бетонов нового поколения.

В технологии бетона не снижается значимость добавок – регуляторов скорости твердения цементов в летних и зимних условиях. Добавки ускоряющего и антиморозного действия развиваются в «бесхлоридном» направлении. Признаны эффективными соединения типа роданидов и тиосульфатов щелочных и щелочно-земельных металлов. На Украине, а в последние годы и в России растут объемы производства и применения добавок на этой основе под фирменными названиями «Релаксол»® [4] и «Реламикс».

Объединение в составе комплексных или смешанных добавок компонентов водопонижающего, пластифицирующего, ускоряющего, воздухововлекающего, воздухоподавляющего и др. типов – осознанный путь совершенствования технологии бетона.

Минеральные добавки – неотъемлемый компонент современных бетонов. К числу достигаемых эффектов относятся снижение содержания клинкерного цемента, повышение плотности, прочности, долговечности и стойкости бетона в агрессивных условиях. Связывание $\text{Ca}(\text{OH})_2$, формирование низкоосновных гидросиликатов CSH-фазы, позитивные изменения в соотношениях капиллярных и гелевых микропор, интенсификация ранней гидратации, регулирование температурных и объемных изменений твердеющих композиций, снижение опасности реакций щелочь – заполнитель – все это хорошо известные эффекты введения дисперсных минеральных добавок.

Ключевой аспект – их реакционная способность, обусловленная химическим и минеральным составом, дисперсностью, степенью закристаллизованности или скорее аморфности строения главных соединений – оксидов кремния и алюминия. Если для добавок типа микрокремнезема и метакаолина [4, 10] ответ на вопрос о реакционной способности однозначен, то для других, отнесенных по EN 206–1 к инертным, не так бесспорен.

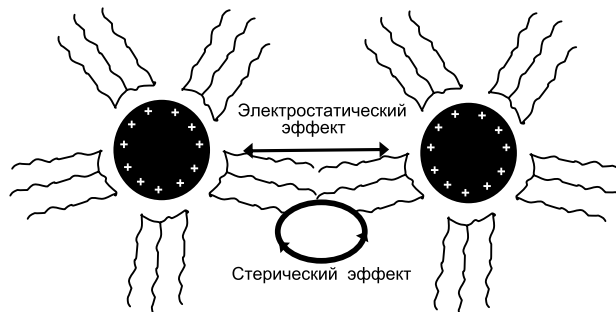


Рис. 1. Механизм действия суперпластификаторов (схема)

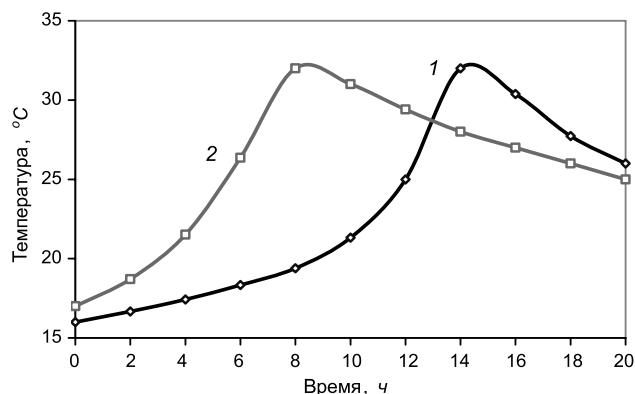


Рис. 2. Тепловыделение при гидратации цемента в присутствии ПАВ поликарбоксилатного типа: 1 – суперпластификатор; 2 – то же с устранным барьерным эффектом

Это доказали немецкие исследователи [12], изучая гидратацию C_3S в присутствии СП и CaCO_3 с помощью калориметрии. Рассматривая в качестве активной минеральной добавки сверхмелкозернистый известняк ($S_{\text{уд}} = 10000 \text{ см}^2/\text{г}$ по Блейну), авторы [12] объяснили интенсифицирующее влияние образованием дополнительных центров кристаллизации новообразований. Известны подобные мнения относительно добавки тонкомого кварцевого песка.

Естественно, нельзя умалять роль минеральных добавок в обеспечении реологических свойств бетонной смеси, уплотнении структуры цементного камня и бетона за счет заполнения части объема пор и капилляров, вытеснения вовлеченного воздуха и т. п.

Комплексные добавки. Под этим термином понимают рационально обоснованные комбинации собственно химических, а также химических и минеральных добавок. При формировании их составов необходимо учитывать возможность проявления эффектов:

- **аддитивного** – не превышающего при образовании смесей суммарного вклада каждого компонента, взятого в той же концентрации, что и в смеси, сохраняя при этом характер индивидуального влияния;
- **синергетического** – намного превышающего суммарный и аналогичный вклад каждого компонента, что и в смеси;
- **суперпозиционного** – одного из возможных, при котором происходит наложение влияний компонентов;
- **антагонистического** – достигаемого при использовании смесей, намного уменьшающих вклад каждого компонента или вызывающего негативные явления.

Оценка значимости любого эффекта – дело непростое. В настоящее время формирование комплексных добавок производится эмпирически, зачастую интуитивно.

Несмотря на это обстоятельство, результативность применения комплексных, особенно так называемых органо-минеральных добавок, бесспорна. В этой части нам хотелось бы сослаться на эффективную разработку НИИЖБ под руководством С.С. Каприелова комплексных добавок серии МБ в бетоны нового поколения [4].

Таблица 1

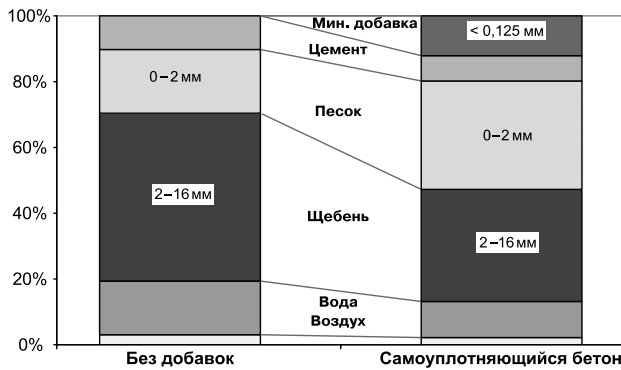


Рис. 3. Композиционные составы бетонов

Органическая часть представлена СП нафталинформальдегидного типа С-3, а минеральная мультикомпонентна. Серия МБ – типичное проявление синергетического эффекта действия компонентов добавок.

В общем нельзя не констатировать реальность усложнения композиционного состава бетона, ставшего шести-, а если учесть фибру, то и семикомпонентным материалом (рис. 3). Добавки обусловили несколько иные требования к минеральному составу цемента, к содержанию крупного заполнителя, микроструктуре, роли контактной зоны заполнителя – цементный камень + добавки. На очереди детальное обоснование функциональности компонентов, прежде всего добавок.

Функциональность добавок рассматривается чисто потребительно по прямому назначению. Физикохимия понятий «функция» и «функциональность» помимо назначения относит к их свойствам и явлениям, изменяющимся в ходе взаимодействия компонентов. С этой точки зрения функциональность добавок в бетон предопределяется их составом. Функциональность носит кинетический характер, познание закономерностей которого – актуальная и сложная задача. Это четко прослеживается на примере функциональности суперпластификаторов. Адсорбционные, электростатические и стерические механизмы их действия, доказанные или постулированные исследователями, обуславливают эффекты водоредуцирования и торможения начальной гидратации. Различные известные химические и коллоидно-химические факторы влияют на интенсивность и полноту начального взаимодействия. Независимо от механизма действия начального замедление, связанное с адсорбцией молекул СП на исходном цементе и/или новообразованиях, практически всегда сменяется последующим ускорением набора прочности вследствие пониженного до 0,3 В/Т.

Избирательность по отношению к элементарным актам гидратации проявляют и другие добавки, к примеру ускорители твердения. Ранее при исследовании влияния ряда анионов и катионов, составляющих основу солей-электролитов, на кинетику тепловыделения установлены закономерности взаимосвязей между значениями экзоэффектов на термокинетических кривых $dQ/d\tau=f(\tau)$ и $Q=f(\tau)$ с длительностью индукционного и ускоренного периодов гидратации. Эти показатели прямо или косвенно связаны с технологическими эффектами. В результате анализа калориметрической информации было обосновано явление кинетической селективности и выделен ряд схем влияния добавок на начальные стадии твердения [13].

Построение схем влияния (табл. 1) основано на феноменологическом подходе. Сущность его заключается в том, что действие добавок любого типа и механизма обуславливает ускорение или замедление темпов твердения, а значит, и тепловыделения. Возможен нейтральный вариант. В качестве основного используется

Тип	Схемы	Условия
Основные		
Ускорение		$\tau_c > \tau_a$ $\varphi_c < \varphi_a$ $\alpha_c < \alpha_a$
Замедление		$\tau_c < \tau_a$ $\varphi_c > \varphi_a$ $\alpha_c > \alpha_a$
Нейтральный		$\tau_c = \tau_a$ $\varphi_c = \varphi_a$ $\alpha_c = \alpha_a$
Комбинированные		
Ускорение с начальным замедлением		$\tau_c < \tau_a$ $\varphi_c < \varphi_a$ $\alpha_c < \alpha_a$
Замедление с начальным ускорением		$\tau_c > \tau_a$ $\varphi_c > \varphi_a$ $\alpha_c > \alpha_a$

Таблица 2

Критерий	Символ	Выражение*
Продолжительность индукционного периода	k_T	$k_T = \frac{\tau_a}{\tau_c}$
Скорость взаимодействия	k_φ	$k_\varphi = \frac{\varphi_a}{\varphi_c}$
Степень гидратации	k_α	$k_\alpha = \frac{\alpha_a}{\alpha_c}$

* Символ с отнесен к твердению цемента; а – то же в присутствии добавки.

Таблица 3

Тип влияния	I	II	III	IV	V
Критерии	$k_T, k_{\Phi}, k_{\alpha}$	$k_T, k_{\Phi}, k_{\alpha}$	$k_T, k_{\Phi}, k_{\alpha}$	$k_T, k_{\Phi}, k_{\alpha}$	$k_T, k_{\Phi}, k_{\alpha}$
Знаки критериев	- + +	+ - -	0 0 0	+ + +	- - -
Выражение индекса $E_{a/c}$	$\frac{k_{\Phi}k_{\alpha}}{k_T}$	$\frac{k_T}{k_{\Phi}k_{\alpha}}$	-	$k_Tk_{\Phi}k_{\alpha}$	$\frac{1}{k_Tk_{\Phi}k_{\alpha}}$

показатель изменения степени гидратации α вяжущего во времени. На зависимости $\alpha=f(\tau)$ выделяются три кинетических параметра:

- продолжительность индукционного периода τ ;
- скорость взаимодействия Φ ;
- степень гидратации за 24 ч α .

Из многих вариантов возможного влияния выбраны три основные и две дополнительные схемы. Отношение значений параметров k под влиянием добавок принято в качестве критерия эффективности (табл. 2).

В результате действия добавок критерии могут принимать значения больше или меньше 1. В табл. 3 они выражены знаками «+» или «-», что свидетельствует о тенденции роста или снижении значения критерия k . Каждой схеме влияния отвечает конкретный набор знаков, характеризующий взаимосвязь критерия с отдельным технологическим эффектом. Например, удлинение индукционного периода τ – жизнеспособность бетонной смеси или увеличение скорости взаимодействия Φ – ускорение твердения и т. п.

Подобные сравнения каких-либо показателей составов и свойств бетона используются при оценке эффективности добавок в нормативных документах, разработках и др.

Однако термокинетический подход позволяет не только зафиксировать полученный эффект, но и приблизиться к пониманию сути действия добавок и к прогнозу эффективности. Логично предположить, что интегральная характеристика – своеобразный баланс критериев наиболее полно отражает эффект влияния добавок с точки зрения регулирования начальных скоростей твердения. К примеру, для схемы 1 очевидно, что ускорение тем больше, чем выше значение критериев k_{α} и k_{Φ} и ниже – k_T . Баланс критериев есть, строго говоря, новый количественный показатель – индекс эффективности добавки. В табл. 3 приводятся наборы знаков критериев эффективности и выражения индексов для пяти обсуждаемых схем одновременно. Можно рассматривать эффективность влияния добавок на ранние стадии твердения с точки зрения их совместности с цементами.

Совместимость добавок с цементами – проблема, обусловленная значительным ростом эффективности действия и композиционным усложнением, рассматривается до сего времени в основном в связи с необходимостью длительного сохранения реологических свойств бетонных смесей (товарных бетонов). На самом деле сохранность удобоукладываемости – только малая часть проблемы.

Совместимость – результат кинетической селективности действия и функциональности следует трактовать как способность добавок обеспечивать и поддерживать технологические эффекты на заданном уровне требуемое время с учетом факторов, действующих на стадиях приготовления и службы бетона.

До настоящего времени, несмотря на обилие исследований влияния составов добавок и цемента, в том числе содержания C_3A , гипса, щелочей, не выработаны общие подходы к оценке совместности. На одном из наиболее авторитетных форумах по суперпластификаторам и другим добавкам (Canmet, Ницца, 2000) задача количественной оценки совместности была охарактеризована первоочередной. Позже на той же конференции (Canmet, Сорренто, 2006) обсуждалась совместность в двух направлениях – компонентов комплексных добавок между собой и добавок с цементами.

Результативность решения этой новой для бетоноведения задачи может быть достигнута привлечением термокинетического анализа ранней гидратации цемента в присутствии химических и минеральных добавок [14]. Действительно, количественная оценка изменения важнейших термокинетических параметров под влия-

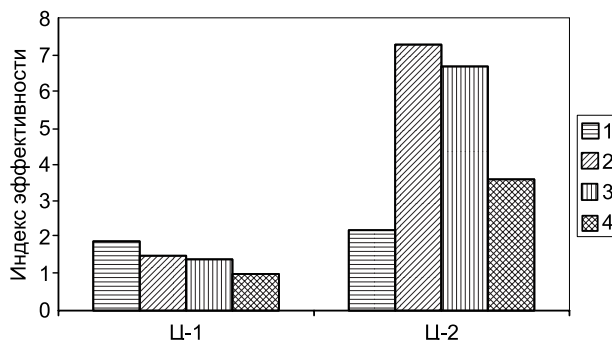


Рис. 4. Значение индекса $E_{a/c}$ эффективности (совместности) добавок: Ц-1 – портландцемент; Ц-2 – шлакопортландцемент; 1 – суперпластификатор поликарбоксилатный; 2 – замедлитель фосфатный; 3 – ускоритель алюминатный; 4 – микрокремнезем

нием добавок дополняет данные физико-механических, в том числе реологических, испытаний информацией физико-химического плана. Это позволяет на феноменологическом уровне прогнозировать эффект действия добавок с помощью индекса эффективности $E_{a/c}$. К примеру, установлена и количественно оценена более высокая эффективность, а значит, и совместность добавок нового поколения со шлакопортландцементом в сравнении с бездобавочным цементом (рис. 4).

Вообще информационное обеспечение – важное условие достижения максимальной эффективности технологий бетонов с добавками.

Асимметричность технологической информации – фактор эффективности использования добавок. «Асимметричность» – этот термин применительно к технологии бетона обозначает неадекватность арсенала данных (знаний) о свойствах компонентов бетона и их изменениях в ходе технологических процессов сложности решаемых технологических задач. Производители и потребители бетона, как правило, не располагают точными и своевременными сведениями о составе и свойствах цемента. То же относится к добавкам в бетон. Асимметричность информации усугубляется в рыночных условиях возможностями применения фальсифицированных добавок.

Ситуацию невозможно разрешить силами и средствами только технологического и лабораторного контроля. Явно неадекватно современному уровню научно-технологическое и нормативно-техническое сопровождение. Практически зачаточны подходы к проектированию и оперативной корректировке составов бетона с химическими и минеральными добавками. Здесь напрашивается аналогия с лекарствами, которые, по выражению немецкого врача и естествоиспытателя Ф. Парацельса в разной дозе могут быть лекарством или ядом. Ликвидация причин и следствий асимметричности технологической информации представляется поэтому актуальной и благородной задачей.

Заключение. Добавки – важнейший компонент современного бетона и эффективное средство регулирования его состава, структуры и свойств, а не панацея решения проблем его технологии. Еще долгие годы добавки останутся объектом теоретических и прикладных исследований в области бетоноведения. Гармонизация стандартов стран СНГ с европейскими нормами, выработка единой терминологии, способов оценки эффективности добавок и ее повышения – ближайшие задачи.

Список литературы

1. *Рапинов В.Б., Розенберг Т.И.*, Добавки в бетон. М: Стройиздат. 1989. 188 с.
2. *Батраков В.Г.* Модифицированные бетоны. Теория и практика. 2-е изд. М.: Стройиздат 1998. 768 с.
3. *Ramachandran V., Malhotra V., Jolicouer C., Spiratos N.* Superplasticizers: properties and applications in concrete. Canmet, Ottawa, 1998. 404 p.
4. Химические и минеральные добавки в бетон / Под ред. А.В. Ушерова-Маршака. Харьков: Колорит. 2005. 280 с.
5. *Aïtcin P.-C.* High Performance Concrete. E&FN Spon, 2004. 140 p.
6. *Brameshuber W.* Selbst-verdichtender Beton // Verlag Bau+Technik, 2004. 67 s.
7. *Uchikawa H., Hanekara S., Sawaki D.* Effect of electrostatic and steric repulsive force of organic admixtures of the dispersion particles in fresh cement paste // Proc. of the 10th ICCS, Geteborg, 1997, Vol. 3, 3iii001.
8. *Вовк А.И.* Современные представления о механизме пластификации цементных систем // Тр. 2-й Всероссийской конф. «Бетон и железобетон — пути развития». 5—9 сентября 2005 г. Москва. Т. 3. С. 740—753.
9. *Баумгартнер Я.* Добавки к бетону для эффективных решений при производстве сборного железобетона // Бетонный завод. 2005. №1. С. 4—7.
10. *Vapat D.* Performance of cement concrete with mineral admixtures/Advance in Cem. Res. 2001. 13. №4. P. 139—155.
11. *Илясов А.Г., Медведева И.Н., Корнеев В.И.* Ускорители схватывания и твердения на основе оксидов и гидроксидов алюминия // Цемент и его применение. 2005, № 2. С. 61—63.
12. *Штарк Й., Фриберг М.* Некоторые аспекты химии цемента в самоуплотняющемся бетоне // Цемент и его применение. 2005. № 6. С. 58—60.
13. *Ушеров-Маршак А.В.* Кинетическая селективность действия добавок на процессы твердения цемента // Неорганические материалы. 1999. Т. 35. № 12. С. 1531—1534.
14. *Ушеров-Маршак А.В.* Оценка эффективности влияния химических и минеральных добавок на ранние стадии гидратации цементов // Неорганические материалы. 2004. Т. 40. № 8. С. 1014—1019.

Технический центр Wacker расширяет возможности

Концерн Wacker-Chemie GmbH специализируется в области химических компонентов, используемых при производстве полупроводников, керамики, силиконовых композиций, а также полимерных дисперсий и дисперсионных порошков для строительных материалов.

Редиспергируемые порошки VINNAPAS® широко применяются многими российскими фирмами при производстве сухих строительных смесей различного назначения. Естественным развитием сервиса для российских клиентов концерна с целью содействия продвижению международных стандартов качества в промышленность строительных материалов стало открытие в 2003 г. Технического центра концерна в Москве.



Климатическая камера герметично присоединяется к стене, на которой смонтирована теплоизоляционная система

Технический центр представляет собой уникальную лабораторию, оснащенную современным испытательным оборудованием ведущих европейских производителей: многофункциональным прессом для испытания на сжатие и изгиб с компьютерным управлением; автоматизированным устройством для проведения испытаний на отрыв, особенно необходимым при разработке и производстве составов для систем скрепленной теплоизоляции; прибором для определения стойкости образцов к истиранию для композиций самовыравнивающихся напольных покрытий.

В 2006 г. в Техническом центре Wacker смонтирована и запущена в эксплуатацию новая установка для климатических испытаний систем скрепленной теплоизоляции. Установка позволяет проводить испытания образцов площадью 6 м² (2,7×2,2 м) в соответствии с требованиями документа ETAG 004 (Европейская организация по техническому утверждению EOTA).

Оборудование позволяет моделировать любые климатические воздействия при температуре от -40 до +90°С. Все воздействия задаются программой, поддерживаются в автоматическом режиме и отражаются на мониторе.

Специалистами Технического центра Wacker разработаны также методики испытаний, гармонизированные с российскими климатическими испытаниями.

После климатических воздействий проводится визуальное обследование и определяются адгезия, прочность при ударе и сопротивление перфорации образца. Можно



Программа испытаний задается на пульте с сенсорным управлением и отражает параметры (давление, влажность и др.)

определить также потерю теплотехнических свойств системы.

Кроме скрепленной теплоизоляции климатическая камера позволяет испытывать наружные штукатурные системы и навесные фасады.

Специалисты Технического центра оказывают бесплатную техническую поддержку и помощь в разработке и испытании рецептур сухих смесей компаниям, являющимся заказчиками и партнерами концерна Wacker в России и странах СНГ, проводят техническое обучение в рамках сотрудничества с представителями государственных, технических и академических институтов. Кроме того, принимают активное участие в разработке и усовершенствовании нормативно-методической базы по испытаниям сухих строительных смесей.

Технический центр концерна Wacker-Chemie GmbH в Москве

Россия, 117105 Москва

Варшавское ш., д. 37А

Тел.: (495) 363-55045

Факс: (495) 111-24-14

e-mail: sergey.golunov@wacker.com

С.С. КАПРИЕЛОВ, д-р техн. наук; В.И. ТРАВУШ, д-р техн. наук, академик РААСН, вице-президент РААСН; Н.И. КАРПЕНКО, д-р техн. наук, академик-секретарь РААСН; А.В. ШЕЙНФЕЛЬД, канд. техн. наук, Г.С. КАРДУМЯН, канд. техн. наук, Ю.А. КИСЕЛЕВА, О.В. ПРИГОЖЕНКО, инженеры, НИИЖБ (Москва)

Модифицированные бетоны нового поколения в сооружениях ММДЦ «Москва-Сити»*

Часть I

Тенденция массового применения в мировой строительной практике бетонов с высокими эксплуатационными и технологическими свойствами, которые принято обозначать термином High Performance Concrete (HPC), становится очевидной и необратимой. Вызвана она возрастающей потребностью общества в уникальных и надежных инженерных сооружениях, которая подкреплена состоявшимися в последнюю четверть века значительными достижениями строительной науки и технологии, позволившими, по существу, модифицировать традиционный бетон, придав ему ряд явных преимуществ.

Для таких бетонов характерны высокая и сверхвысокая прочность, низкая проницаемость, повышенная коррозионная стойкость и долговечность, улучшенные деформационные характеристики и пониженная экзотермия. Важной особенностью является то, что указанные свойства достигаются с применением высокоподвижных, а иногда и самоуплотняющихся смесей.

С применением HPC с середины 80-х гг. XX в. за рубежом возведены шедевры инженерного искусства: от высотных зданий с железобетонными или сталебетонными каркасами высотой 100–400 м и выше до мостов и путепроводов с пролетными железобетонными конструкциями длиной до 250 м [1, 2].

В России на существующей базе стройиндустрии с использованием рядовых цементов и заполнителей далеко не идеального качества благодаря появлению принципиально новых поликомпонентных добавок для бетонов — органоминеральных модификаторов серии МБ: МБ-01, МБ-30С, МБ-50С и Эмбэлит оказалось также возможным в массовых объемах возводить конструкции из HPC [3, 4].

За последние десять лет с использованием указанных модификаторов произведено около 1,2 млн м³ бетонов, из которых:

- около 30 тыс. м³ — бетоны классов В80–В90;
- около 450 тыс. м³ — бетоны классов В45–В60;
- около 750 тыс. м³ — бетоны более низких классов по прочности, но со специальными свойствами: сверхнизкой проницаемостью и повышенной коррозионной стойкостью и морозостойкостью, а также с пониженной экзотермией.

Наиболее выразительными примерами применения модифицированных бетонов, сконцентрировавшими достижения российской строительной технологии последних десяти лет, являются объекты на ММДЦ «Москва-Сити», где с применением высокоподвижных и самоуплотняющихся смесей возводятся как массивные фундаментные плиты из бетонов классов В40 и В50 с низкой экзотермией, так и конструкции каркасов зданий из высокопрочных бетонов классов В60, В80 и В90. Описания технологий приводятся ниже.

Массивные фундаментные плиты из модифицированных бетонов классов В40 и В50 с пониженной экзотермией из высокоподвижных и самоуплотняющихся смесей

Характерной конструктивной особенностью сооружений на площадке «Москва-Сити» являются массивные фундаментные плиты объемом 4–98 тыс. м³.

По конструктивной схеме они относятся к разным типам: плиты на упругом и жестком основаниях (на суглинках, слабых известняках и железобетоне), а также заземленные (на свайном основании).

К первым двум типам относятся: уникальная по конструктивному решению плита «Центрального ядра» общим объемом 98 тыс. м³ (прямоугольная в плане размерами 101×440 м при толщине 2,2 м), плита МК «Северная башня» объемом 4,4 тыс. м³ (прямоугольная в плане размерами 46×48 м при толщине 2 м) и вторая очередь плиты под башню «А» комплекса «Федерация» общим объемом 11,3 тыс. м³ (с криволинейными контурами в плане и максимальными размерами 68×69 м при толщине 3,5 м).

К третьему типу относятся плитные ростверки: два того же комплекса «Федерация» под башню «Б»** общим объемом 9,5 тыс. м³ (с криволинейными контурами в плане и размерами до 39×79 м при толщине 3,5 м) и под башню «А» объемом 14,2 тыс. м³ (с криволинейными контурами в плане и размерами до 69×70 м при толщине 4 м), а также два ростверка МК «Город столиц» объемом 6,5 и 5,5 тыс. м³ (практически квадратные в плане с размерами 40×37 м и 34×35 м соответственно, при одинаковой толщине 4,5 м).

Главными условиями, определившими выбор способов производства работ при столь массивных конструкциях, являлись:

- обеспечение термической трещиностойкости конструкции, т. е. предотвращение термических трещин, связанных с экзотермией бетона;
- обеспечение удобоукладываемости бетонной смеси в густонасыщенной арматурой и стальными опорными элементами конструкции.

Первое условие обычно выполняется разными методами, в частности: снижением температуры бетонной смеси, охлаждением забетонированной конструкции системой водяных регистров, сокращением расхода цемента, использованием замедлителей гидратации цемента, разбивкой конструкции на отдельные блоки и оптимизацией режимов выдерживания бетона.

Наиболее эффективным путем решения проблемы термической трещиностойкости представлялось сочетание комплекса приемов, во-первых, снижающих энергетический потенциал бетона в целях уменьшения

* Авторы выражают благодарность компаниям, организовавшим производственный процесс: Мирас Групп – на комплексе «Федерация»; Штрабак – на «Северной башне»; Ингеоком и Мосинжстрой – на «Центральном ядре»; Капитал Групп и Ант Япы – на «Городе столиц».

** Авторы выражают благодарность доктору техн. наук А.Р. Соловьяннику за исследования, проведенные в рамках подготовительных работ к бетонированию ростверка под башню «Б».

Таблица 1

№	Наименование объекта	Конструктивная схема	Класс бетона	Расход арматуры, кг/м ³	Объем плиты, тыс. м ³	Толщина плиты, м	Объем блока (захватки), тыс. м ³	Кол-во блоков	Средняя скорость бетонирования, м ³ /ч	Общее кол-во тепла в бетоне к 28 сут, кДж/м ³	Температура бетонных смесей, °С		Температура в ядре конструкции, °С	
											min	max	min	max
Бетонирование отдельными блоками (захватками)														
1	МТРК «Центральное ядро», участки № 6–8	Плита на упругом основании	В40	130	98	2,2	0,3–2	52	30	114000	12	28	60	78
2	МК «Северная башня», участок № 19	Плита на упругом основании	В40	128	4,4	2	0,7–1,4	4	60	105000	15	19	60	71
Непрерывное бетонирование всей конструкции														
3	Башня «Санкт-Петербург» МК «Город столиц», участок № 9 (СП)	Плита заземленная (ростверк)	В40	195	5,5	4,5	5,5	1	130	105000	2	12	58	58
4	Башня «Москва» МК «Город столиц», участок № 9 (М)	Плита заземленная (ростверк)	В40	195	6,5	4,5	6,5	1	163	105000	2	10	57	58
5	Башня «Б» МК «Федерация», участок № 13 (Б)	Плита заземленная (ростверк)	В40	225	9,5	3,5	9,5	1	241	87500	5	15	59	60
6	Башня «А» (первая очередь) МК «Федерация», участок № 13 (А1)	Плита заземленная (ростверк)	В50	270	14,2	4	14,2	1	169	82500	2	10	58	59
7	Башня «А» (вторая очередь) МК «Федерация», участок № 13 (А2)	Плита на жестком основании	В50	336	11,3	3,5	11,3	1	217	82500	18	28	65	78

его экзотермии, во-вторых, обеспечивающих равномерное остывание конструкции со скоростью не более 2°С/сут. Это сделано за счет приготовления бетонных смесей с минимальным для проектного класса бетона расходом цемента, замедления гидратации и снижения температуры смесей, а также тщательного ухода за конструкцией при ее остывании.

Схематично вышеизложенный принцип управления экзотермией бетона, соответственно процесса саморазогрева и остывания конструкции показан на рис. 1. На схеме показаны векторы тех параметров, которые должны регулироваться в целях обеспечения термической трещиностойкости. Имеются в виду: $t_{б,смеси}$ — температура бетонных смесей, которая регулируется на стадии их приготовления; $t_{макс бетона}$ — максимальная температура бетона в конструкции, которая достигается обычно в возрасте 1,5–2,5 сут и зависит от свойств бетонной смеси (температуры, расхода цемента, наличия замедлителей гидратации) и интенсивности теплообмена между бетоном и окружающей средой в этот период; $t_{бетона}$ — температура выдерживания бетона, которая регулируется средствами ухода за конструкцией.

Проблема укладки и уплотнения бетона решалась за счет применения высокоподвижных бетонных смесей (ОК=24–26 см), а при бетонировании насыщенного арматурой нижнего яруса ростверка под башней «А» — самоуплотняющихся смесей с ОК до 28 см и расплывом конуса ≥65 см. При этом конструкции с невысоким расходом арматуры (не выше 130 кг/м³) бетонировали отдельными блоками, а густоармированные (расход 195 кг/м³ и выше) — непрерывно, без разбивки на блоки.

Конструктивные характеристики фундаментных плит, объемы непрерывно укладываемых бетонных смесей, т. е. е. блоков, и температурные параметры выдерживания конструкций приведены в табл. 1, а составы смесей и свойства бетонов — в табл. 2.

Классы бетона в конструкциях — В40 и В50. Применяли портландцемент ПЦ500 Д0 с содержанием C_3A менее 7% массы клинкера, удельное тепловыделение которого соответствует уровню 300 кДж/кг, а также ПЦ500 Д20 с тем же содержанием C_3A в клинкере, но с добавкой гранулированного шлака в количестве 14,8% массы цемента и соответственно с пониженным удельным тепловыделением (около 250 кДж/кг) [5].

При бетонировании отдельными захватками объемом не более 2 тыс. м³ применяли цемент марки ПЦ500 Д0 с расходом в составе смесей на уровне 350–380 кг/м³. При непрерывном бетонировании объемами от 5,5 до 14,2 тыс. м³ использовали цемент с пониженной экзотермией (ПЦ500 Д20); содержание его было ниже, соответственно 330–350 кг/м³.

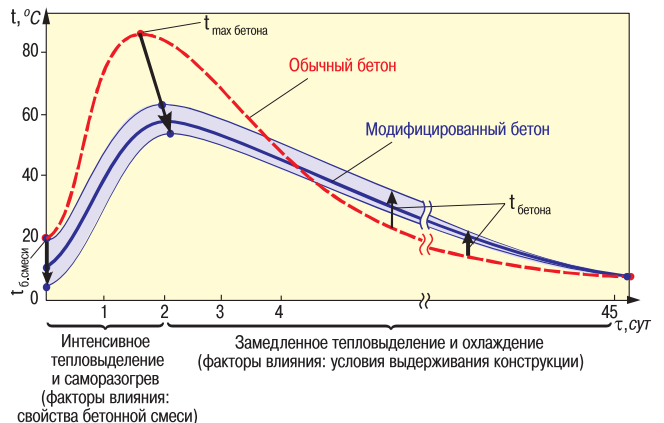


Рис. 1. Принципиальная схема изменения параметров, влияющих на термическую трещиностойкость конструкций

Таблица 2

№	Наименование объекта	Класс бетона	Составы бетонных смесей, кг/м ³							Подвижность бетонных смесей (ОК), см	Требуемая прочность, МПа	Диапазон прочности бетона, МПа		
			Цемент	МБ	Песок	Щебень	Вода	Минеральный порошок	Эмульсия КЭ 30-04			по образцам-кубам в возрасте, сут		по кернам в возрасте более 50 сут
												28	56	
1	МТРК «Центральное ядро», участки № 6–8	B40	380*	40**	820	920	170	–	–	20–22	46	40–58	46–60	не определялась
2	МК «Северная башня», участок № 19	B40	350*	50	850	920	170	–	–	22–24	46	49–58	52–64	не определялась
3	Башня «Санкт-Петербург» МК «Город столиц», участок № 9 (СП)	B40	350	50	880	950	155	–	–	22–26	46	49–58	54–60	не определялась
4	Башня «Москва» МК «Город столиц», участок № 9 (М)	B40	350	50	880	950	155	–	–	22–26	46	47–57	54–62	не определялась
5	Башня «Б» МК «Федерация», участок № 13 (Б)	B40	350*	50	880	950	155	–	–	22–26	46	46–61	52–67	49–68
6	Башня «А» (первая очередь) МК «Федерация», участок № 13 (А1)	B50***	330	75	880	950	150	–	–	22–26	57	60–69	62–77	69–75
			330	85	800	850	165	150	–	~ 28	57	57–68	60–79	61–78
7	Башня «А» (вторая очередь) МК «Федерация», участок № 13 (А2)	B50	330	75	880	950	150	–	0,3	22–26	57	58–73	59–75	не определялась

* Использовался портландцемент ПЦ500 Д0. Во всех остальных случаях использовался портландцемент ПЦ500 Д20.
 ** Использовался модификатор МБ 10-100С. Во всех остальных случаях использовался модификатор МБ 10-50С.
 *** Жирным шрифтом указаны характеристики самоуплотняющегося бетона (расплав конуса ≥65 см).

С учетом удельного тепловыделения цемента и их содержания в смесях можно ориентировочно оценить количество тепла, выделяемого бетонами к 28 сут: в зависимости от расхода и вида цемента оно находится в диапазоне от 82500 до 114000 кДж/м³ (табл. 1).

Обязательными компонентами бетонных смесей являлись модификаторы МБ-100С (для плиты № 1, табл. 1) и МБ-50С (для остальных конструкций №№ 2–7, табл. 1).

Кроме того, при производстве самоуплотняющихся смесей для плиты под башню «А» (№ 6, табл. 1) применяли минеральный порошок (известняковую муку), а при бетонировании в летний период плиты второй очереди под ту же башню (№ 7, табл. 1) в качестве регулятора сохранности смеси и замедлителя твердения ис-

пользовали кремнийорганическую эмульсию КЭ 30-04 на основе полигидросилоксанов.

Температура бетонных смесей изменялась в широком диапазоне: от +2 до +28°С, что связано с разными климатическими условиями производства работ. Если осенью, зимой, весной не представляло проблемы только за счет применения холодных заполнителей и воды обеспечить производство и поставку смесей с низкой температурой, то в летний период возможности принудительного охлаждения смесей или ее компонентов на заводах не было.

Заслуживают внимания некоторые детали возведения рекордных по размерам двух плитных ростверков объемом 9,5 тыс. м³ из бетона класса В40 (башня «Б») и 14,2 тыс. м³ из бетона В50 (башня «А») на комплексе «Федерация». Работа выполнялась последовательно в апреле 2005 г. (первый ростверк) и феврале 2006 г. (второй) при средней температуре окружающей среды –2 и –10°С соответственно. Бетонирование осуществлялось с применением в одном случае восьми, в другом – десяти бетононасосов. Так как обе конструкции густоармированы (рис. 2, 3), важным условием стало применение высокоподвижных и нерасслаивающихся бетонных смесей.

При бетонировании насыщенного арматурой нижнего яруса плиты под башню «А» (рис. 2, узел А), как указано выше, использованы самоуплотняющиеся бетонные смеси. Общий объем таких смесей составил 2 тыс. м³. Для их приготовления внесены коррективы в составы смесей с целью обеспечения нераслаиваемости: в дополнение к модификатору МБ-50С, являющемуся, кроме прочего, средством повышения сегрегационной устойчивости, вводили дисперсный минеральный порошок, оптимизировали гранулометрический состав заполнителей, т. е. увеличили долю песка и применили щебень фракции 5–10 мм. Укладка смесей практически не требовала виброуплотнения, поэтому количество рабочих

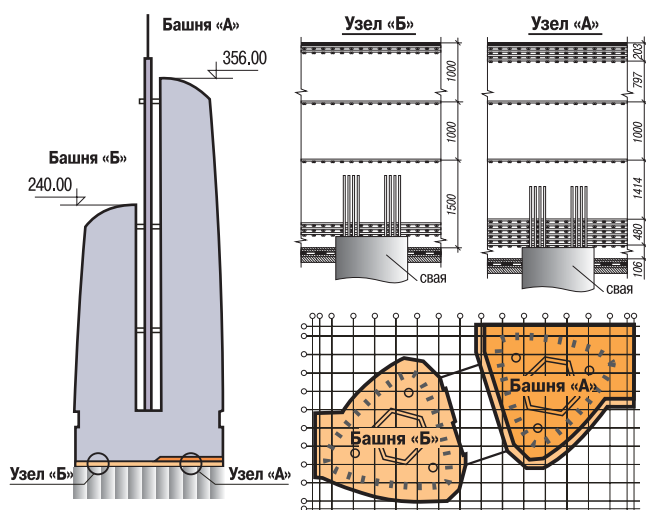


Рис. 2. Схема плитных ростверков под башни «А» и «Б» комплекса «Федерация»



Рис. 3. Общий вид ростервка башни «А» комплекса «Федерация». Армирование

при бетонировании было сокращено вдвое. Плотность бетона из самоуплотняющихся смесей, определенная по образцам-кернам, выбуренным из конструкции, находилась в диапазоне 2370–2390 кг/м³. Признаков неудовлетворительного уплотнения в виде раковин и крупных пор не обнаружено.

На рис. 4 приведены обобщенные данные о температурных полях в ростервках при твердении бетона в течение 28 сут. Как показывают результаты, основные факторы, влияющие на термическую трещиностойкость конструкции, оказались в пределах значений, предусмотренных технологическим регламентом производства бетонных работ, т. е. разность температур в теле плиты не превышала 20°C, максимальная температура в ядре конструкции не превышала 60°C, а средняя скорость остывания конструкции не превысила 2°C/сут.

При обследовании конструкции после стабилизации температуры в возрасте 56 сут трещин термического происхождения не выявлено. Из данных табл. 2 видно, что прочность бетона в конструкциях находится в диапазонах, превышающих требуемый уровень. Это подтверждено результатами испытаний образцов-кернов, выбуренных из массива плит.

С вышеизложенной информацией интересно сравнить параметры технологии и наблюдения за бетоном второй очереди фундаментной плиты под башню «А» объемом 11,3 тыс. м³, которая представляла собой уже другую конструкцию из того же бетона класса В50. Бетонирование осуществлялось в июне 2006 г. непрерывно с применением десяти бетононасосов при средней температуре окружающей среды +26°C. Учитывая повышенную температуру, в состав бетонной смеси в отличие от предыдущего опыта бетонирования дополнительно вводили замедлитель гидратации цемента. Несмотря на минимальный расход цемента и замедленную гидратацию, температура бетона в ядре конструкции достигала +78°C, что связано с температурой бетонной смеси, доходившей до +28°C.

На основании данных, полученных в производственных условиях, можно выявить закономерности изменения одного из важнейших параметров, влияющих на термическую трещиностойкость, — максимальной температуры в конструкциях. Как видно из рис. 5, расход цемента, в частности клинкера (при условии одинакового минералогического состава), существенно влияет на температуру бетона в конструкции: с уменьшением содержания клинкера снижается тепловыделение бетона и соответственно температура. Этот эффект усиливается в случаях, когда температура бетонной смеси, укладываемой в конструкцию, повышается (сравним положения кривых на рис. 5а). Степень разогрева блока бетонирования находится в прямой зависимости от исходной температуры бетона (рис. 5б).

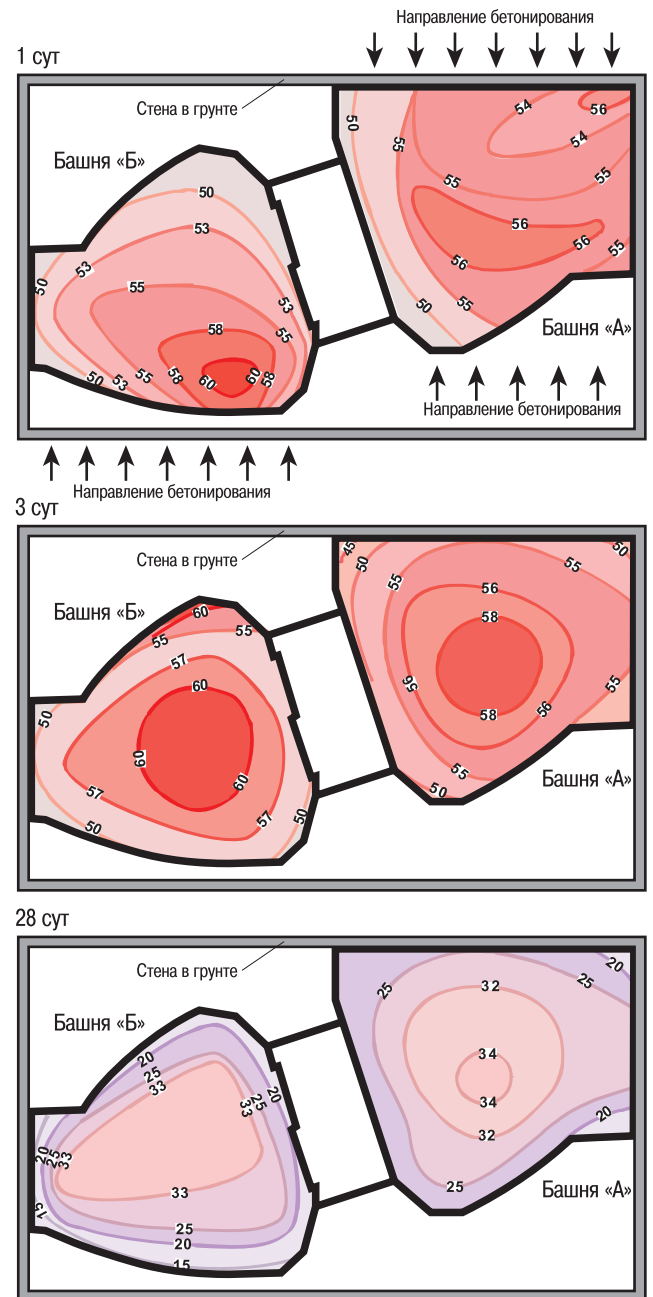


Рис. 4. Изменение температурных полей в плитных ростервках под башни «А» и «Б» комплекса «Федерация» в течение 1, 3 и 28 сут

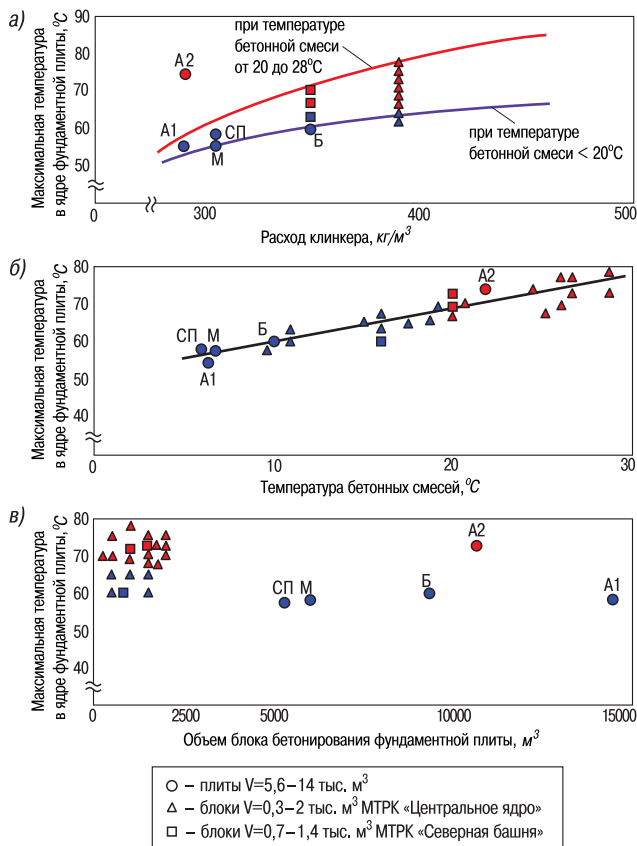


Рис. 5. Влияние расхода клинкера (а), температуры бетонной смеси (б) и объема блока бетонирования (в) на максимальную температуру в фундаментных плитах: синий цвет – бетонные смеси с температурой ниже 20°C; красный цвет – выше 20°C

На фоне вышеуказанных зависимостей влияние объема блока бетонирования на максимальную температуру бетона незначительно: сравним, например, температуру блоков объемами 0,3; 2; 5,6; 9,5 и 14,2 тыс. м³ (рис. 5в).

В этом анализе отсутствует роль такого важного фактора в обеспечении термической трещиностойкости, как степень армирования конструкции. Для оценки этого фактора необходима дополнительная информация в виде результатов опытно-экспериментальных работ.

Выводы. Впервые в России возведены массивные фундаментные плиты объемом до 14 тыс. м³ методом непрерывного бетонирования из модифицированных бетонов классов В40 и В50. При этом применяли только высокоподвижные бетонные смеси маркой по удобоукладываемости П5 (ОК=22–26 см), а также самоуплотняющиеся с распылом конуса ≥65 см. Объем самоуплотняющегося бетона класса В50 в конструкции густоармированного ростверка составил 2 тыс. м³.

Термическая трещиностойкость указанных конструкций была обеспечена за счет комплекса мероприятий: уменьшения энергетического потенциала бетона за счет минимизации расхода цемента и применения поликомпонентных органоминеральных модификаторов МБ-50С, снижения температуры бетонной смеси, а также равномерного остывания конструкции.

Установлена закономерность изменения максимальной температуры в конструкциях от расхода цемента (соответственно клинкера), температуры бетонной смеси и объема блока бетонирования. Выявлено, что наиболее значимыми из трех указанных факторов влияния на разогрев конструкции являются расход цемента в составе бетона и температура бетонной смеси.

Для непрерывного бетонирования массивных конструкций объемом до 14 тыс. м³ при расходе арматуры выше 200 кг/м³ и классах бетона В40 и В50 в качестве основных мероприятий могут быть рекомендованы: применение бетонных смесей, приготовленных на портландцементе с минеральными добавками (в количестве не менее 15%); минимизация расхода цемента в составе бетона до уровня не выше 330–350 кг/м³ (в зависимости от температуры бетонных смесей) и введение органоминеральных модификаторов серии МБ; снижение температуры бетонных смесей, доставленных на стройплощадку, до уровня не выше +15°C; обеспечение равномерного остывания конструкций со скоростью не выше +2°C/сут.

Список литературы

1. *Aitcin P.C.* High-Performance Concrete. E&FN SPON, London and New York. 1998. 591 pp.
2. *Russell H.G.* Application of High-Strength Concrete in North America // George C. Hoff Symposium on High-Performance concrete and concrete for marine environment. Las Vegas. USA. May 2004. PP. 1–16.
3. *Каприелов С.С., Шейнфельд А.В., Ферджулян А.Г., Пахомов А.В., Лившин М.Я.* Опыт применения высокопрочных бетонов // Монтажные и специальные работы в строительстве. 2002. № 8. С. 33–37.
4. *Кардунян Г.С., Каприелов С.С.* Новый органоминеральный модификатор серии МБ – Эмбэлит для производства высококачественных бетонов // Строит. материалы. 2005. №8. С. 12–15.
5. *Older I.* Special Inorganic Cements. E&FN SPON, London and New York. 2000. 395 pp.



Модификаторы

МБ-01, МБ-С и ЭМБЭЛИТ

**– основа бетонов
нового поколения
с уникальными
свойствами**

109428, Москва, ул. 2-я Институтская, 6

Тел./факс: (495) 174-75-91

Web: <http://www.master-concrete.com>

E-mail: mb@niizhb.ru

Реклама

О.И. МАТВЕЕВА, канд. техн. наук, директор, Г.Д. ФЕДОРОВА, канд. техн. наук, А.Т. ВИНОКУРОВ, инженер, ГУП ЯкутПНИИС; Н.П. КРАМСКОВ, канд. техн. наук, зам. директора ЯкутНИпроалмаз АК АЛРОСА (Якутск, Республика Саха (Якутия))

Модифицированные бетоны для подземного строительства

Переход на подземную разработку якутских кимберлитовых трубок сопряжен с рядом сложных технических проблем, обусловленных наличием мощной толщи вечной мерзлоты, подмерзлотных водных горизонтов с высокоминерализованными водами, нефтебитумозагазованностью вмещающих пород.

Существующие геологические, гидрогеологические, горнотехнические условия месторождений потребовали решения технических и технологических задач, которые без проведения научно-исследовательских работ решить невозможно.

ГУП ЯкутПНИИС по заданию института ЯкутНИпроалмаз АК АЛРОСА выполнил комплекс научно-исследовательских работ по разработке составов бетонов, обеспечивающих технологические свойства бетонных смесей для бетонирования шахтных стволов подземных рудников и коррозионную стойкость затвердевших бетонов при воздействии агрессивных сред при эксплуатации сооружения в течение 50 лет.

Исследования свойств бетонной смеси для крепления стволов, а именно подвижности и расслаиваемости, выполненные еще в 1960-х гг. Ю.З. Заславским, легли в основу ряда нормативных документов, часть которых действует и в настоящее время. С тех пор в теории и технологии бетонов произошли значительные изменения. В настоящее время широкое применение находят литые высокоподвижные бетонные смеси, применение которых значительно сокращает трудозатраты при укладке бетона и повышает его качество. Однако исследования расслаиваемости высокоподвижных модифицированных бетонных смесей, подаваемых по трубе в шахтный ствол подземного рудника на глубину до 1050 м, не проводились. Поэтому при выполнении работ по подбору составов бетонов для возведения шахтных стволов рудников «Мир» и «Удачный» потребовалось проведение исследований по оптимизации технологических свойств бетонной смеси.

Анализ эксплуатационных условий бетона шахтных стволов подземных рудников показал необходимость проведения специальных исследований по коррозионной стойкости бетонов и по уточнению проектных показателей бетонов.

Были изучены фактические условия производства бетонных работ, оценены качество исходных материалов, агрессивность внешней среды и уточнены требуемые по проекту показатели бетонов. Разработаны методика подбора состава спецбетона марки В25–В30, W12–W16 (ОК=20–22 см), предназначенного для возведения шахтных стволов подземных рудников «Мир» и «Удачный», и методика исследования коррозионной стойкости бетонов при воздействии высокоминерализованных подземных вод (рассолов) и сырой нефти.

При проектировании состава спецбетона учитывалось, что отрыв опалубки производится через 12 ч при

достижении прочности бетона 0,8 МПа, а проектный класс бетона по прочности в конструкции должен обеспечиваться через 28 сут. Причем твердение бетона крепки происходит в контакте с замороженными породами с температурой (–5)–(–12)°С.

Выполненные сравнительные исследования влияния комплексных добавок НН+С-3 и НН+ПФМ-НЛК, разработанных ЯкутПНИИС, на технологические свойства бетонной смеси показали, что составы, содержащие в своем составе модификатор бетона ПФМ-НЛК, характеризуются меньшим показателем раствора и водоотделения. Поэтому для подбора состава спецбетонов было решено использовать комплексную добавку НН+ПФМ-НЛК, так как при подаче литых смесей по вертикальным трубам на глубину до 1050 м обеспечение ее нераслаиваемости является одним из важных условий качества бетона и долговечности.

Исследовались сохраняемость удобоукладываемости бетонной смеси с добавкой 2%НН+0,7%ПФМ-НЛК. Установлено, что в течение получения подвижности смеси снижается с ОК=20–22 см до ОК=13–16 см. Для обеспечения подвижности в течение продолжительного времени до укладки бетонной смеси был разработан и рекомендован для производственных условий бетонирования шахтных стволов рудника «Мир» двухстадийный способ приготовления бетонной смеси, т. е. часть модификатора бетона ПФМ-НЛК вводилась на БСУ, другая – на строительной площадке для восстановления подвижности бетонной смеси перед ее укладкой в опалубку. Полученные данные (рис. 1) свидетельствуют, что дробное введение модификатора бетона обеспечивает заданную подвижность для бетонирования. При этом бетонная смесь подается в ствол по вертикальной трубе самотеком.

На основании проведенных исследований разработаны рекомендации по приготовлению и применению бетонов с химическими добавками при возведении кре-

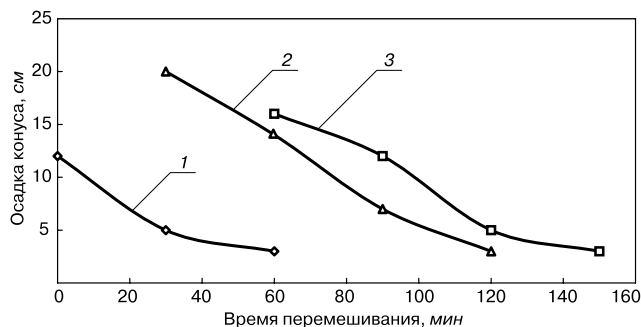


Рис. 1. Изменение подвижности бетонной смеси во времени при двухстадийном приготовлении: 1 – бетонная смесь, приготовленная на БСУ (I стадия); 2 – бетонная смесь на II стадии через 30 мин; 3 – бетонная смесь на II стадии через 60 мин

пи шахтных стволов подземных рудников «Мир» и «Удачный». Для изготовления бетонов рекомендованы местные заполнители: песок и щебень из гравия (месторождение Песчаное) – для рудника «Мир», долеритовый щебень (месторождение Долеритовое) и песок из местных карьеров, удовлетворяющий требованиям рекомендаций (мытый) – для рудника «Удачный».

Технология приготовления бетонов с комплексной добавкой НН+ПФМ-НЛК освоена Мирнинским КСМ; технология бетонирования крепей внедрена при возведении шахтных стволов рудника «Мир» Мирнинским СШСТ, а также на подземном руднике «Удачный».

Исследование коррозионной стойкости спецбетона, разработанного для возведения шахтных стволов подземного рудника «Мир», показало, что минерализованные подземные воды Метегеро-ичерского комплекса нейтральны по отношению к бетону на сульфатостойком цементе в условиях полного погружения (без действия гидростатического напора). Сравнительными испытаниями коррозионной стойкости бетонов в рассолах при отрицательной и положительной температурах установлено также, что бетон с НН+ПФМ-НЛК обладает большей стойкостью по сравнению с бетоном с НН+С-3.

Для определения глубины проникновения рассолов в бетон и поглощения им ионов SO_4^{2-} и Cl^- был выполнен послойный химический анализ растворной части образцов бетона после выдерживания их в течение 9 мес в разных средах. Испытания выполнялись в ИГД Севера СО РАН на рентгеновском спектрометре SRS-3400. Пробы материалов отбирались из растворной части осколков бетона после испытания образцов-кубов на сжатие на глубине 0–10, 10–20 и 20–40 мм от поверхности образца.

Как видно из данных, представленных на рис. 2, прослеживаются следующие зависимости. Содержание серы в бетонных образцах, выдержанных в разных средах (воздух, вода, рассол), практически одинаково. Наибольшее содержание серы отмечено в поверхностных слоях образцов (до 10 мм) обоих составов, которые выдерживались в рассолах при отрицательной температуре.

Содержание хлора заметно отличается в поверхностных слоях образцов: при отрицательной температуре содержание хлора в бетоне выше, чем в бетонах, выдержанных в рассолах при положительной температуре.

Значительно повышается содержание магния в поверхностных слоях бетона при отрицательной температуре.

Установленная зависимость увеличения поглощения химических элементов при отрицательной температуре может быть обусловлена большей растворимостью $Ca(OH)_2$ при понижении температуры, что способствует выщелачиванию извести из поверхностных слоев бетона и большему ступлению в эти слои бетона других химических элементов, замещающих $Ca(OH)_2$. Это указывает на необходимость проведения экспериментальных исследований при пониженной положительной температуре, при которой могут проявиться признаки ускоренного коррозионного разрушения бетона.

Изучалась коррозионная стойкость спецбетона в рассолах карьера «Удачный». При этом исследованы бетоны на трех цементах: сульфатостойкий портландцемент АО «Вольскцемент», опытная партия сульфатостойкого портландцемента и портландцемент ПЦ500 Д0 ОАО ПО «Якутцемент».

Эксплуатация шахтных стволов подземного рудника «Удачный» связана с действием напорных высокоминерализованных подземных вод, проявляющихся как в зоне мерзлых пород, так и в подмерзлотной зоне при температуре околоствольных пород от -8 до $-5^\circ C$. Соленость подземных вод достигает 400 г/л. По данным гидрогеологических изысканий, гидростатический напор отмечается в верхнекембрийском ($H = 20-54$ м)

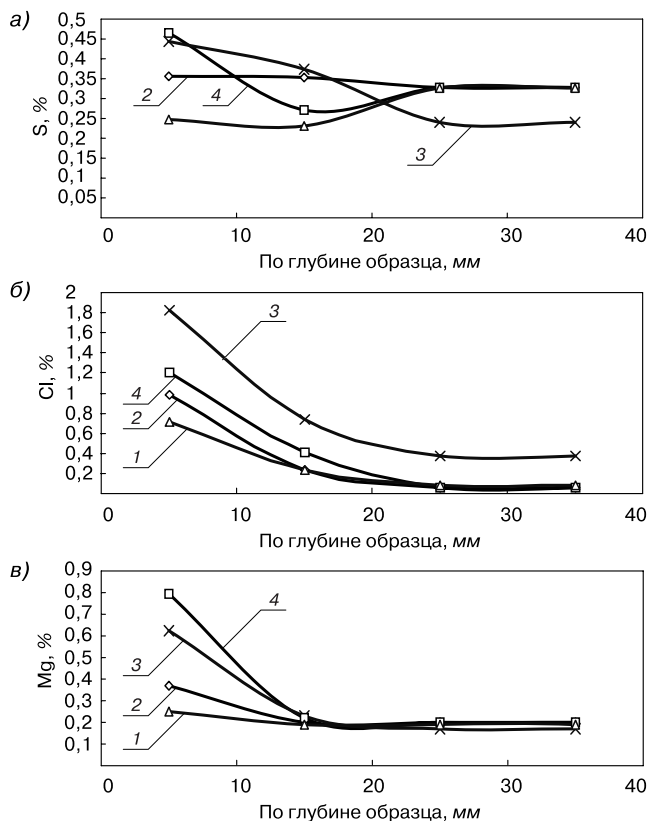


Рис. 2. Содержание химических элементов S(a), Cl(б), Mg(в) в бетонных образцах (по глубине), выдержанных 9 мес в рассолах при $t=18\pm 3^\circ C$ и $t=-4\pm 0,3^\circ C$: 1 – с С-3 при $18\pm 3^\circ C$; 2 – с модификатором ПФМ-НЛК при $18\pm 3^\circ C$; 3 – с С-3 при $-4\pm 0,3^\circ C$; 4 – с ПФМ-НЛК при $-4\pm 0,3^\circ C$.

и среднекембрийском ($H = 800-869$ м) водоносных горизонтов. Таким образом, для того чтобы обеспечивать несущую способность конструкции в течение срока службы (50 лет), крепь должна иметь высокую коррозионную стойкость к воздействию одностороннего гидростатического напора подземных вод, а также к воздействию сырой нефти.

Теоретическими исследованиями показано, что расчетный требуемый коэффициент фильтрации бетона в условиях эксплуатации подземного рудника при напоре подземных вод до 800 м, максимальном содержании агрессивного магния до 26,6 г/л и сроке службы 50 лет составляет $K_{\phi} = 3,82 \cdot 10^{-12}$ см/с, что соответствует марке по водонепроницаемости W16. Для этого помимо оценки коррозионной стойкости проведены исследования стойкости спецбетона подобранного состава марки В30П5W16 в рассолах карьера «Удачный» при длительном одностороннем воздействии воды с напором 1,6 и 2,5 МПа. Образцы бетона выдержали длительное воздействие напора (до 1 мес). При раскалывании образцов после испытания их на водонепроницаемость отмечено, что глубина проникновения влаги в бетон составляла не более 8 и 15 мм соответственно при давлении 1,6 и 2,5 МПа.

Определение диффузионной проницаемости бетона подобранного состава бетона марки В30W16 для определения возможности развития коррозионных процессов в бетоне шахтных стволов подземного рудника при длительном контакте с подземными водами выполнено лабораторией коррозии НИИЖБ.

Выполненный комплекс исследований показал, что спецбетон подобранного состава марки В30W16 при подвижности бетонной смеси 20–22 см может обеспечить стойкость бетона стволов на весь срок эксплуатации.

В.В. БАБКОВ, д-р техн. наук, Р.Р. САХИБГАРЕЕВ, канд. техн. наук, Уфимский государственный нефтяной технический университет (УГНТУ); Г.С. КОЛЕСНИК, канд. техн. наук, БашНИИСтрой; В.В. КАБАНЕЦ, И.Г. ТЕРЕХОВ, А.С. САЛОВ, Р.Р. САХИБГАРЕЕВ, инженеры, УГНТУ; Р.З. КАРАНАЕВА, Е.Б. САВАТЕЕВ, инженеры БашНИИСтрой (Уфа, Республика Башкортостан)

Рациональные области применения модифицированных бетонов в современном строительстве

В последние 10–15 лет открыты принципиально новые технологические возможности получения бетонов нового поколения повышенной и высокой прочности в сочетании с другими высокими показателями бетона и бетонных смесей посредством использования суперпластификаторов и органоминеральных модификаторов. В технологии бетонов в настоящее время широкое применение нашли суперпластификаторы серии СП-1, Реламикс, Лигнопан, органоминеральные модификаторы МБ10-01, МБ10-30С, МБ10-50С, МБ-10-100С и др. Бетоны классов по прочности при сжатии В50–В100 стали реальностью в практике проектирования и строительства.

Позитивное влияние суперпластификаторов на бетонную смесь и физико-механические характеристики бетонов реализуется посредством нескольких механизмов:

- резкого повышения подвижности бетонной смеси, улучшения удобоукладываемости при повышении плотности, гомогенности и снижении дефектности структуры бетона;
- водоредуцирования бетонной смеси, снижения общей пористости при значительном повышении прочности.

Использование органоминеральных модификаторов на основе аморфного микрокремнезема и золы-уноса включает в работу помимо суперпластификации дополнительные механизмы [1]:

- химическое превращение в гидросиликаты кальция механически слабой гидратной фазы портландцемента – гидроксида кальция;
- улучшение дифференциальной пористости цементного камня путем ее трансформации в одноранговую тонкодисперсную структуру [2].

Действие названных механизмов иллюстрирует рис. 1, полученный на основе данных работ [3–8] и результатов авторов. Согласно рис. 1 немодифицированные бетонные смеси при необходимости достижения марочной прочности бетона порядка 40 МПа (класс прочности В30) соответствуют подвижности группы П1 (ОК 1–5 см) и малоприемлемы, в частности, в монолитной технологии строительства. На основе суперпластификаторов и органоминеральных модификаторов для диапазона марочной прочности бетона 50–80 МПа (классов прочности В40–В65) формируются бетонные смеси по подвижности групп П4–П5 (водовязущее отношение $V/B=0,3-0,5$), которые обеспечивают все потребности монолитной технологии строительства, включая бетонирование густоармированных конструкций и зимние условия строительства.

Наконец, модифицированные бетонные смеси групп подвижности П1–П3 ($V/B=0,14-0,25$) в сочетании с необходимой степенью виброуплотнения позволяют получать бетоны марочной прочности 100 МПа и более (классов В80–В100 и выше).

Реальные возможности получения бетонов повышенных и высоких классов прочности требуют оценки их технико-экономической эффективности. Такая оценка должна быть проведена применительно к железобетонным элементам с учетом характера их нагружения.

Эффективность повышения прочности бетона в железобетонных конструкциях может быть реализована через снижение расхода арматуры и расхода бетона.

Ниже рассматривается задача оценки эффективности повышения прочности бетона (класса бетона по прочности при сжатии В) в изгибаемых (плитных элементах) за счет снижения расхода арматуры при неизменных геометрических характеристиках сечения (неизменном расходе бетона). Расчеты выполнены для нормальных процентов армирования [2].

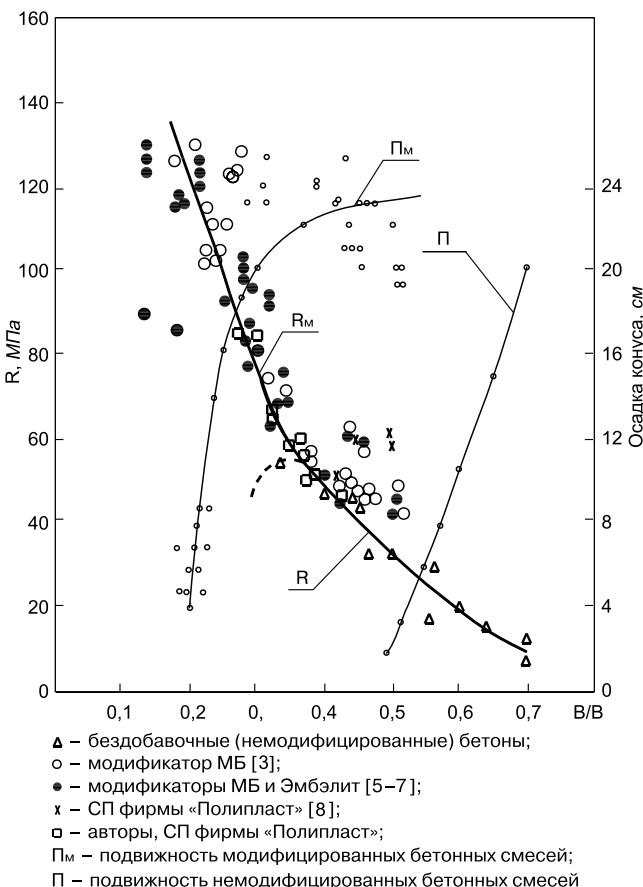


Рис. 1. Зависимости прочности бетона R в возрасте 28 сут от подвижности бетонной смеси и водовязущего отношения V/B для немодифицированных и модифицированных бетонов

Для плитных элементов площадь рабочей арматуры составляет:

$$A_s = \mu b h_0,$$

где μ – коэффициент армирования сечения; b , h_0 – геометрические размеры сечения (рис. 2).

Условие равновесия сил в проекции на горизонтальную ось в расчетном сечении изгибаемого элемента и высота сжатой зоны сечения при расчетных сопротивлениях арматуры R_s и прочности бетона при сжатии R_b могут быть представлены в следующем виде:

$$R_s A_s = R_b b x; \quad x = \frac{R_s A_s}{b R_b}.$$

Несущая способность сечения по изгибающему моменту:

$$M_{per} = R_s A_s z_b = R_s \mu b h_0^2 \left(1 - \frac{\mu R_s}{2 R_b}\right), \quad (1)$$

где z_b – плечо внутренней пары сил в сечении.

Несущая способность сечения в относительной форме:

$$\frac{M_{per}}{b h_0^2} = R_s \mu \left(1 - \frac{\mu R_s}{2 R_b}\right). \quad (2)$$

В виде номограммы зависимости (2) в диапазоне $\mu = 0,005-0,03$; В10–В90 представлены на рис. 2.

Характер зависимостей $M_{per}/b h_0^2 - \mu$ показывает, что повышение коэффициента армирования до $\mu = 0,03$ с целью повышения несущей способности плитного элемента эффективно для бетонов высокой прочности. У бетонов низких классов прочности (В15 – В20) пологий и даже нисходящий участок зависимости при $\mu \geq 0,01$ объясняется опережением потерь несущей способности из-за снижения значений плеча внутренней пары z_b по отношению к росту усилия в растянутой арматуре.

Данные рис. 2 позволяют выполнить анализ эффективности снижения расхода арматуры при использовании бетонов повышенных классов прочности. При этом рассматривается запроектированная плита из бетона класса В с коэффициентом армирования μ_1 при соответствующей несущей способности $M_{per}/b h_0^2$. При повышении класса бетона для плиты того же сечения $b h_0$ и той же несущей способности M_{per} по номограмме определяется пониженный коэффициент армирования μ_2 и эффективность в виде $\mu_1 - \mu_2$ или коэффициент снижения процента армирования $\eta_b = \mu_1 / \mu_2$.

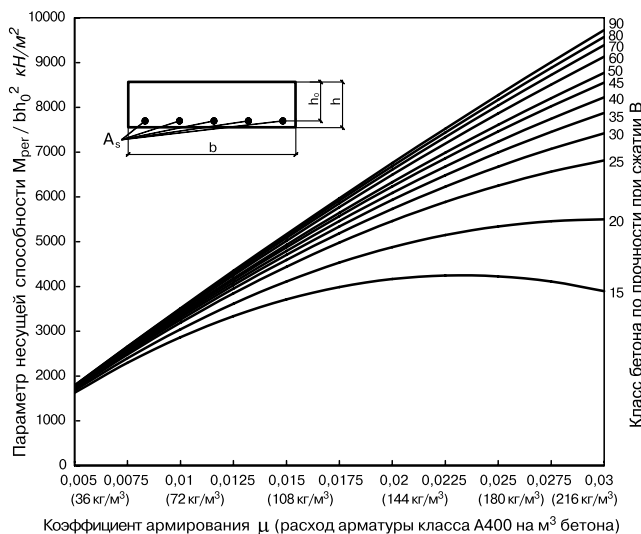


Рис. 2. Зависимости несущей способности изгибаемых плитных элементов от класса бетона по прочности при сжатии В и коэффициента армирования μ

Значимое снижение процента армирования рабочей арматуры при исходном классе прочности бетона В20–В25 и проценте армирования 2–2,5% достигается при увеличении класса прочности бетона до В40–В50 и обеспечивает снижение расхода арматуры в 1,3–1,5 раза.

Последующее повышение класса прочности бетона до В60–В90 значимого эффекта по снижению расхода арматуры в плитных элементах не дает.

Рассмотрим оценку эффективности повышения класса прочности бетона в плитных элементах за счет снижения расхода бетона при неизменном расходе арматуры ($A_s = \text{const}$). Для двух вариантов равнопрочных по изгибающему моменту сечений $M_{per1} = M_{per2}$, различающихся высотой плиты h_{01} и h_{02} и прочностью бетона R_{b1} и R_{b2} , будем иметь:

$$h_{01} - \frac{R_s A_s}{2 R_{b1} b} = h_{02} - \frac{R_s A_s}{2 R_{b2} b}; \quad (3)$$

$$h_{01} - h_{02} = \frac{R_s A_s}{2b} \left(\frac{1}{R_{b1}} - \frac{1}{R_{b2}}\right). \quad (4)$$

С учетом того, что $A_s = \mu_1 b h_{01}$, где μ_1 – коэффициент армирования для сечения высотой h_{01} , запишем

$$1 - \frac{h_{02}}{h_{01}} = \frac{R_s \mu_1}{2} \left(\frac{1}{R_{b1}} - \frac{1}{R_{b2}}\right).$$

Тогда соотношение толщин равнопрочных плит составит:

$$\eta_b = \frac{h_{01}}{h_{02}} = \frac{1}{1 - \frac{R_s \mu_1}{2} \left(\frac{1}{R_{b1}} - \frac{1}{R_{b2}}\right)}. \quad (5)$$

Применительно к плитным элементам изменение соотношения h_{01}/h_{02} согласно (5) соответствует относительному снижению расхода бетона η_b при повышении прочности бетона при сжатии в условиях одинакового расхода арматуры. При прочих равных условиях η_b будет также зависеть от исходного коэффициента армирования μ_1 и будет тем выше, чем выше μ_1 (рис. 3).

Полученные выше результаты следует принимать во внимание в сочетании с оценкой жесткости и трещиностойкости плитных элементов.

Эффективность снижения расхода арматуры центрально сжатых элементов оценивается для случая неизменной геометрии сечения, или расхода бетона, что практически исключает при сравнении двух вариантов необходимость учета изменения гибкости.

Несущая способность центрально сжатого элемента:

$$N_{per} = \varphi (R_b A_{bc} + R_{sc} A_{sc}), \quad (6)$$

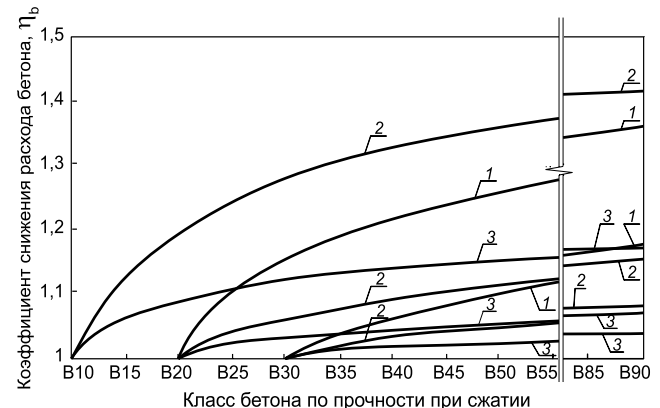


Рис. 3. Зависимости относительного снижения расхода бетона в плитных элементах от класса бетона по прочности при сжатии при μ_1 : 1 – 2%; 2 – 1%; 3 – 0,5%

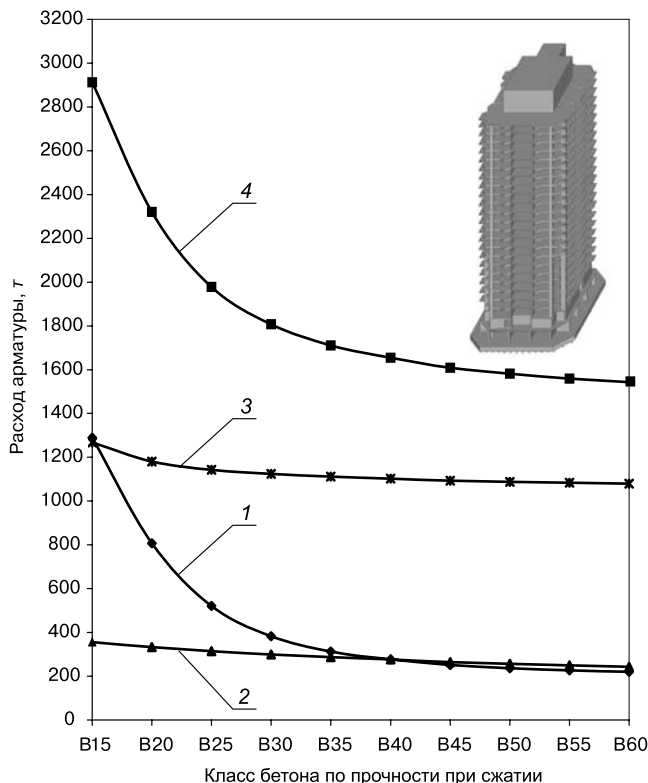


Рис. 4. Расход арматуры на каркас 25-этажного жилого дома: 1 – на стены; 2 – на балки; 3 – на плиты; 4 – общий

где A_{bc} – площадь сечения элемента; R_{sc} – расчетное сопротивление арматуры при сжатии; A_{sc} – площадь арматуры; φ – коэффициент продольного изгиба.

Коэффициент армирования равен $\mu = A_{sc} / A_{bc}$.

Зависимость N_{per} от R_{bc} , R_{sc} , μ может быть представлена как:

$$\frac{N_{per}}{\varphi A_{bc}} = R_{bc} + \mu R_{sc}. \quad (7)$$

Эффективность снижения расхода арматуры в данном случае высока. В частности, для колонн из бетона класса В30 при $\mu = 0,03$ повышение прочности бетона до уровня В40 снизит расход арматуры вдвое при неизменной несущей способности элемента. Повышение класса бетона до В60 при $\mu = 0,03$ обуславливает повышение несущей способности колонны в 1,6 раза.

Результаты оценки эффективности внецентренно сжатых элементов получают обработку номограмм несущей способности внецентренно сжатых элементов прямоугольного сечения с симметричной арматурой из тяжелого бетона.

Наибольший эффект от снижения расхода арматурной стали соответствует случаям малых эксцентриситетов, а наименьший – больших. В первом случае работа элемента приближается к центрально нагруженному элементу, для которого эффект от снижения расхода арматуры значителен. Во втором случае работа элемента приближается к изгибаемым элементам, для которых эффект менее существен.

Предлагаемый подход с использованием номограмм позволяет оперативно выполнить предварительные оценки технико-экономической эффективности применения высокопрочных бетонов по снижению расхода арматуры и бетона применительно к конкретному проектному решению.

Переход от сборного к монолитному строительству предъявляет новые требования к качеству бетонных

смесей и бетонов на всех этапах этого строительства. Для повышения технологической обеспеченности проектных решений необходимо применять бетоны нового поколения с высокими технологическими и эксплуатационными свойствами с гарантированными показателями качества.

В настоящее время в Республике Башкортостан уже возведены десятки объектов из монолитного железобетона. Это жилые и промышленные здания, торговые комплексы, здания зрелищного назначения и др. Первый опыт строительства зданий из монолитного железобетона основывался на использовании бетонов классов В15–В20. Однако этот опыт выявил, что применение бетонов невысокой прочности приводит к значительному расходу арматуры в каркасах зданий (особенно в общественных при большой сетке колонн), необходимости устройства поперечной арматуры в плитах перекрытий в местах примыкания к несущим элементам каркаса, необходимости устройства ребристых перекрытий.

Все эти недостатки уже преодолевались на следующих объектах при использовании бетонов более высоких классов В25–В35, что позволило уменьшить расход рабочей арматуры каркаса, снизить интенсивность поперечного армирования, в ряде случаев запроектировать плоское безригельное перекрытие.

Этот опыт строительства подтвердил целесообразность повышения класса прочности бетона в каркасном строительстве и применения высокопрочных бетонов (классов В40–В60), получаемых на основе модифицированных бетонных смесей с суперпластификаторами и органоминеральными модификаторами.

На рис. 4 приводятся результаты анализа расхода арматуры класса А400 при использовании бетонов классов В15–В60 на примере каркасного 25-этажного жилого дома в микрорайоне Южный г. Уфы, которые подтверждают данные статистических оценок.

Список литературы

1. Баженов Ю.М. Технология бетона. М.: Изд-во АСВ. 2002. 500 с.
2. Бабков В.В., Мохов В.Н., Капитонов П.Г., Комочов П.Г. Структурообразование и разрушение цементных бетонов. Уфа: Уфимский полиграфкомбинат. 2002. 376 с.
3. Батраков В.Г. Модифицированные бетоны. М.: Стройиздат. 1990. 400 с.
4. Батраков В.Г. Модифицированные бетоны. Теория и практика. 2-е изд. М.: Стройиздат. 1998. 768 с.
5. Каприелов С.С., Шейнфельд А.В., Батраков В.Г. Комплексный модификатор марки МБ-01 // Бетон и железобетон. 1997. №5. С. 38–41.
6. Каприелов С.С., Шейнфельд А.В. Высокопрочные бетоны с органоминеральными модификаторами серии «МБ». Структура и свойства // Материалы 1-й Всероссийской (Международной) конференции «Бетон на рубеже третьего тысячелетия». Москва. 9–14 сентября 2001 г. Кн. 2. С. 1019–1026.
7. Каприелов С.С., Шейнфельд А.В., Кардунян Г.С. и др. Структура и свойства высокопрочных бетонов, содержащих комплексный органоминеральный модификатор «Эмбэлит» // Материалы 2-й Всероссийской (Международной) конференции «Бетон и железобетон – пути развития». Москва. 5–9 сентября 2005 г. Том 3. С. 657–671.
8. Ковалев А.Ф., Цепилова И.А. Добавки для бетонов компании «Полипласт» // Материалы 2-й Всероссийской (Международной) конференции «Бетон и железобетон – пути развития». Москва. 5–9 сентября 2005 г. Том 3. С. 681–687.

Эффективность применения суперпластификаторов в бетонах

Интенсивное развитие монолитного строительства в последние годы предопределяет целесообразность применения суперпластификаторов (СП) в бетонах различного назначения. Безусловно, СП не являются панацеей от всех проблем технологии бетона и требуют грамотного применения. Первый патент на СП был получен примерно 70 лет назад, а массовое применение добавки получили в 60-е гг. прошлого века. В бывшем СССР промышленный выпуск суперпластификатора С-3 осуществлен в 1978 г. [1]. СП разрабатывались для получения литых бетонных смесей без изменения водосодержания смеси (перекачиваемые и самоуплотняющиеся смеси); для получения бетонов высокой прочности, плотности и водонепроницаемости за счет снижения величины водоцементного отношения (В/Ц) при уменьшении водосодержания бетонной смеси без изменения расхода цемента. Поскольку практически все свойства бетона определяются величиной В/Ц (табл.1), уменьшение В/Ц при применении СП позволяет регулировать свойства бетона в широком диапазоне. Необходимо только иметь в виду, что при применении СП изменение количественного уровня свойств бетона не всегда может быть пропорционально изменению В/Ц. Также суперпластификаторы применяются для снижения расхода цемента и воды по техническим (уменьшение усадки, снижение тепловыделения) и экономическим соображениям.

В соответствии с отечественными нормами при применении СП должно обеспечиваться снижение водопотребности бетонной смеси не менее чем на 20% от пер-

воначального водосодержания и увеличение подвижности бетонной смеси от марки П1 (ОК=2–4 см) до П5 (ОК>20 см) при неизменном водосодержании смеси; не допускается снижение прочности при неизменном составе смеси (В/Ц = const) более чем на 10% во все сроки твердения. Кроме того, допускаются побочные эффекты, например повышенное воздухововлечение в бетонную смесь, повышение усадки и ползучести бетона.

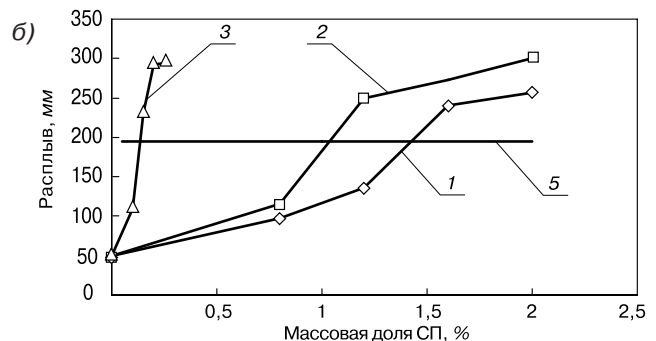
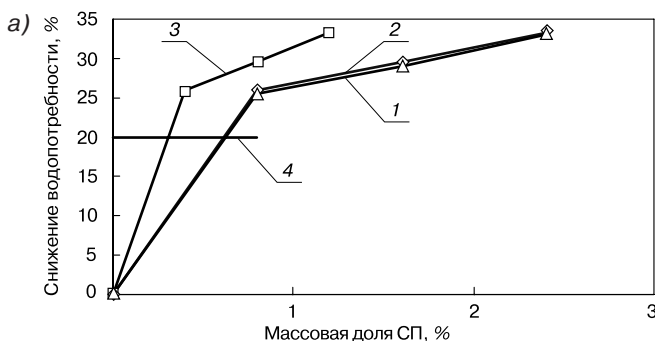
Массовая доля вводимого СП, как правило, не превышает 0,4–0,8% массы цемента в пересчете на сухое вещество, иногда до 3%. СП поставляются в сухом либо жидком виде [1]. В бетонную смесь вводятся непосредственно либо на минеральных носителях (ВНВ – вяжущих низкой водопотребности и т. п.).

Сравнительно недавно появился новый класс эффективных добавок, обеспечивающий снижение водопотребности не менее чем на 30%, – гиперпластификаторы (ГП). Массовая доля ГП, как правило, составляет 0,2–0,4%. СП и ГП производятся на различной химической основе – нафталиноформальдегидные, меламиноформальдегидные, поликарбоксилатные, акрилатные. Добавки значительно различаются по стоимости и эффективности в сочетании с конкретными цементами. В России промышленностью производятся нафталиноформальдегидные СП, планируется производство добавок на поликарбоксилатной основе.

Обилие видов как СП и ГП, так и комплексных добавок на их основе на отечественном рынке затрудняет работу практиков. Методика оценки эффективности доба-

Таблица 1

Свойства бетона	Формула	Пояснения
Предел прочности при сжатии	$R_b = \frac{kR_{ц}}{(B/C)^{1,3885}} = \frac{A}{(B/C)^{1,3885}}$	k – учитывает качество заполнителей; $R_{ц}$ – активность цемента; A – приведенная прочность
Морозостойкость	$F = kR_{ц}(C/B-b) = f(C/B-b)$	f – приведенная морозостойкость
Водонепроницаемость	$W = kR_{ц}(C/B-b) = w(C/B-b)$	w – приведенная водонепроницаемость
Усадка	$\epsilon_{SH,b} = \epsilon_{SH,c} (1-V_3)^x f(B/C)$	$\epsilon_{SH,b}$; $\epsilon_{SH,c}$ – соответственно усадка бетона и усадка цементного камня (базовая усадка); V_3 – объемная концентрация заполнителей; f(B/C) – зависимость усадки от В/Ц
Ползучесть	$C_0 = a_{cr} R_b^x$	C_0 – мера ползучести; $R_b = f(B/C)$; a_{cr} – приведенная мера ползучести
Модуль упругости	$E_0 = \frac{M}{1+29/(3,8+R_b)}$	$R_b = f(B/C)$; M – приведенный модуль упругости
Вывод		$(R_b; F; W; \epsilon_{SH,b}; C_0; E_0) = f(B/C)$



Влияние вида и дозы добавки на водоредуцирующую способность (а) и текучесть (б): 1 – С-3 (Полипласт СП-1); 2 – суперпластификатор MeIment F10; 3 – гиперпластификатор Flux-1; 4 – предел; 5 – норматив

Таблица 2

Добавки	Критерии эффективности				
	Снижение водопотребности (ΔB); требование $\Delta B_{\min} = 20\%$	Потенциальное повышение прочности (z); требование $z_{\min} = 1,363$	Влияние на гидратационную активность цемента (K); требование $K_{\min} = 0,806$	Фактическое повышение прочности (равновесные смеси) (C); требование $C_{\min} = 1$	Влияние на деформации садки (S); требование $S < 1$
Суперпластификаторы					
С-3 (Полипласт СП-1) (данные автора)	12,5–26,9	1,204–1,546	0,582–0,932	0,77–1,223	1,09–1,624
С-3 [3]	24–28	1,464–1,578	0,662–0,735	1,033–1,076	–
Melment F10 (данные автора)	23–26,9	1,439–1,546	0,713–0,936	1,03–1,39	0,91–1,445
Melment F10 [3]	24–26	1,464–1,519	0,817–0,832	1,2–1,24	–
Peramin	23–26,9	1,439–1,546	0,768–0,841	1,06–1,21	1,2–1,258
Isola	12,5–26,9	1,204–1,546	0,733–1,036	0,93–1,25	0,518 - 1,03
BW11	10,9–23	1,174–1,439	0,617–1,258	1,07–1,477	1,32
BW14	10,9–23	1,174–1,439	0,695–1,103	1,03–1,29	1,22
Plastin	1,9–19,2	1,027–1,345	0,709–1,133	0,728–1,523	
Super flow	19,2–25	1,345–1,49	0,78–0,97	1,364	0,97
Гиперпластификаторы					
MelfluxPP100F (данные автора)	32,7	1,733	0,4–0,67	0,645–0,89	0,5–0,87
MelfluxPP100F [3]	32	1,708	0,534	0,91	–
Melflux 2641 (данные автора)	24–32	1,464–1,708	0,766–0,828	1,122–1,414	1,116–1,69
Melflux 2641 [3]	32	1,708	0,566	0,967	–
Melflux 1641 [3]	32	1,708	0,528	0,9	–
Flux-1	25,5–25,9	1,505–1,517	0,727–0,82	1,094–1,24	1,32

вок, регламентированная ГОСТ 24211–2003, не охватывает всех параметров. Например, на рисунке представлено влияние добавок на снижение водопотребности и текучесть. Различие эффективности, а также неправомерность замены оценки текучести на оценку водоредуцирующей способности или наоборот очевидны.

Кроме того, при оценке эффективности СП следует иметь в виду, что в зависимости от цели применения возможно как изменение величины В/Ц, так и неизменное ее значение в сравнении с эталоном. В этом случае эффект влияния СП, например на предел прочности, будет различным. Методика оценки эффективности СП должна учитывать возможное изменение величины В/Ц.

В связи с этим в последние годы в Пензенском государственном университете архитектуры и строительства и Ростовском государственном строительном университете разрабатываются методики, позволяющие оценить эффективность любых добавок СП и ГП в сочетании с конкретным цементом по широкому спектру свойств [2–4]. Методики достаточно похожи и позволяют использовать результаты, полученные при реализации одной методики, для расчета критериев эффективности по другой. Критерии (табл. 2) имеют четкий физический смысл, а методики легко воспроизводимы.

Данные табл. 2 свидетельствуют об изменчивости эффективности применения различных добавок с различными цементами в широком диапазоне. Особое внимание следует обратить на негативное влияние на формирование прочности поликарбоксилатных гиперпластификаторов в сочетании с отечественными цементами. Представленные в табл. 3 критерии экономической эффективности добавок позволяют сделать важ-

ное для практики заключение – в большинстве случаев применения в бетонах целесообразно использовать отечественный СП С-3 (Полипласт СП-1).

В целом можно разграничить сферы применения добавок следующим образом. Суперпластификатор С-3 (Полипласт СП-1) лучше применять в большинстве случаев для обеспечения удобоукладываемости уплотняемых вибрированием бетонных смесей, получения перекрывающих смесей, повышения прочности бетонов, снижения расхода цемента. Melment F10 рационально применять для высокопрочных бетонов, когда экономический аспект не играет решающей роли, а также для производства сухих строительных смесей (ССС); Flux-1 целесообразно использовать в производстве СССР.

Важную роль в применении добавок играет обеспечение стабильности результата. В табл. 4 представлены данные о стабильности изменения показателей при применении различных партий добавок и цементов [5].

Из представленных в табл. 4 данных можно сделать следующие выводы:

Таблица 3

Критерии	Суперпластификаторы			
	С - 3	Melment F10	Melflux PP 100F	Flux-1
Δ_r (стоимость 1 МПа прочности), р.	3,93–11,67	10,83–20,37	(–54) – 6,5	15,43
Δ_r (стоимость повышения подвижности бетонной смеси на 1 см ОК), р.	40–4,87	15,71–19,13	9,36–17,05	12,7

Таблица 4

Данные авторов	Количество цемента	Критерии								
		[K] > 0,806			z > 1,363			S < 1		
		диапазон	среднее	v*	диапазон	среднее	v*	диапазон	среднее	v*
С-3										
[2]	6	0,61–0,86	0,77	0,11	1,157–1,915	1,369	0,174			
[1]	1	0,888–0,928	0,905	0,03	1,269–1,524	1,397	0,129			
[3]	4	0,662–0,735	0,701	0,052	1,464–1,578	1,502	0,044			
Автор	11	0,582–0,93	0,784	0,12	1,204–1,546	1,379	0,086	1,087–1,624	1,261	0,2
Melment F10										
[3]	4	0,817–0,832	0,825	0,009	1,464–1,519	1,478	0,019			
Автор	5	0,741–0,929	0,827	0,083	1,437–1,546	1,485	0,028	0,91–1,325	1,056	0,22
Flux - 1										
Автор	2	0,727–0,82	0,774	0,085	1,505–1,517	1,511	0,006	1,32–1,25	1,285	0,039

* v – коэффициент вариации величины.

- Melment F10, как правило, в меньшей степени по сравнению с С-3 и Flux-1 оказывает негативное влияние на формирование прочности цементного камня (критерий К);
- по водоредуцирующей эффективности (критерий z) СП располагаются в следующей последовательности: Flux-1 – Melment F10 – С-3;
- показатели Melment F10 более стабильны в сравнении с С-3 (коэффициент вариации v).

Однако специальные исследования по оценке роли С-3 и цемента в обеспечении стабильности результата – значения критериев ΔВ и z суперпластификатора С-3 с различными цементами (табл. 5); критериев

К и z для различных партий цемента и С-3 (табл. 6); стабильность критерия К для С-3 (табл. 7); значения критериев эффективности С-3 для цемента одного завода (табл. 8) – показали, что стабильность результата при применении С-3 (Полипласт СП-1) в большей степени определяется свойствами цемента, чем СП.

В связи с этим целесообразно в каждом регионе произвести оценку эффективности СП в сочетании с используемыми в регионе цементами и определить критерии эффективности. Поскольку, как уже отмечалось, величина критериев в большей степени зависит от цемента и в значительно меньшей степени от партии СП, результаты оценки для региона будут достаточно стабильны. По результатам оценки выбираются наиболее эффективные цементы в регионе для применения с конкретным СП.

Поскольку в последнее время отмечается рост стоимости и рост дефицита цемента, применение суперпластификатора С-3 (Полипласт СП-1) для решения этих проблем становится весьма перспективным направлением. Наиболее целесообразно использовать в этом случае цементы, обеспечивающие в сочетании с С-3 значения критериев ΔВ > 23% (z > 1,437), К > 0,75.

Таблица 5

Критерии	Цементы				
	«Оскол-цемент» (среднеалюминатный)	«Новоросцемент» (низкоалюминатный)	Подгоренский (среднеалюминатный)	BS 12 (среднеалюминатный)	EN 197 (высокоалюминатный)
ΔВ	23–27	23	23,5	23	12,5
z	1,437–1,548	1,437	1,45	1,437	1,204

Таблица 6

Показатели эффективности	Суперпластификатор			
	Партия 1		Партия 2	
	Цемент			
	1	2	1	2
z	1,439	1,439	1,439	1,439
К	0,639	0,811	0,658	0,854

Таблица 7

Критерий К	Для цемента 1	Для цемента 2	Для С-3 партия 1	Для С-3 партия 2	Общий
Среднее значение	0,6485	0,8325	0,725	0,756	0,7405
Коэффициент вариации	1,47%	2,58%	11,86%	12,96%	17,85%

Таблица 8

Данные	z	К
Автор	1,439	0,69–0,71
[4]	1,464	0,706

Список литературы

1. Батраков В.Г. Модифицированные бетоны. М.: Стройиздат. 1990. 400 с.
2. Калашников В.И., Демьянова В.С., Борисов А.А. Классификационная оценка цемента в присутствии суперпластификаторов для высокопрочных бетонов // Известия вузов. Строительство. 1999. № 1. С. 39–42.
3. Демьянова В.С., Калашников В.И., Ильина И.Е., Кудашов В.Я. Быстротвердеющие цементные композиции повышенной гидрофобности // Современное состояние и перспектива развития строительного материаловедения. Материалы VIII академических чтений РААСН. Самара. 2004. С. 152–155.
4. Несветаев Г.В., Налимова А.В. Оценка суперпластификаторов применительно к отечественным цементам // Бетон и железобетон в третьем тысячелетии. Материалы Второй международной науч. конф. Ростов-на-Дону: РГСУ. 2002. С. 269–274.
5. Несветаев Г.В., Виноградова Е.В., Налимова А.В. и др. Эффективность применения суперпластификаторов в бетонах и сухих строительных смесях // Бетон и железобетон в третьем тысячелетии. Материалы Четвертой международной науч. конф. Ростов-на-Дону: РГСУ. 2006. С. 335–341.

Н.П. СИНАЙКО, генеральный директор, А.П. ЛИХОПУД, технический директор, Т.В. БАБАЕВСКАЯ, канд. техн. наук, ООО «Будиндустрия ЛТД» (Запорожье, Украина)

Комплексные добавки в бетоны, цементы и сухие строительные смеси системы «Релаксол»®

Роль, объемы и области применения химических добавок в технологиях строительных материалов и строительстве постоянно возрастают. Производство добавок в мире выделилось в самостоятельную, динамически развивающуюся и прибыльную отрасль. Трудно назвать какую-либо область строительной индустрии, где бы не применялись различные по природе и механизмам действия добавки в целях достижения заданных свойств материалов и изделий, экономии материальных, энергетических и трудовых ресурсов. Все достижения последних лет в области строительства уникальных объектов — высотных зданий, мостов и тоннелей, морских буровых установок, оборонных комплексов обусловлены использованием добавок.

В странах СНГ вообще и в Украине в частности производятся и распространяются отечественные продукты в условиях все обостряющейся конкуренции с зарубежными производителями. Нельзя не отметить определенное отставание развития отечественной сырьевой базы для производства добавок, их номенклатуры, нормативного и технологического сопровождения. Вместе с тем вполне конкурентоспособными в соотношении цена — качество остаются некоторые отечественные добавки. К ним относятся российские суперпластификатор С-3, технические лигносульфонаты, микрокремнезем, украинские комплексные добавки системы «Релаксол»® и ряд других.

Производство добавок системы «Релаксол»® начато в 1993 г. Основу добавок составляют специально подготовленные продукты коксохимической отрасли. В их состав входят прошедшие многоступенчатую очистку роданиды и тиосульфаты натрия — хорошо известные в мировой практике производства добавок, интенсифицирующие твердение цемента и бетона реагенты. В дальнейшем постоянно совершенствовалась и развивалась база производства добавок, которая включает в себя самые разно-

образные по технологическим эффектам компоненты — пластифицирующие и водоредуцирующие, регулирующие темпы твердения в летних и зимних условиях, повышающие морозостойкость, водонепроницаемость и стойкость в агрессивных средах бетона.

В данной статье обобщаются результаты исследований и опыт применения добавок системы «Релаксол»®, полученные на протяжении ряда лет компанией «Будиндустрия ЛТД» в сотрудничестве с ведущими в области добавок специалистами и коллективами лабораторий НИИ и вузов, производственными предприятиями и строительными организациями.

Технические смеси роданидов и тиосульфатов натрия в технологиях цемента и бетона применяются давно [1, 2]. Механизм их действия связан с особенностями ускоренного формирования высоко- и низкосульфатной фаз гидросульфатоалюмината кальция при гидратации цемента в присутствии этих веществ. Как показали исследования, проведенные во Львовской политехнике, НИИЖБ и Харьковском государственном техническом университете строительства и архитектуры, добавки положительно влияют на образование зародышей и рост кристаллов новообразований. При этом происходит ускорение тепловыделения и нарастания начальной прочности, что обосновывает их эффективность в качестве ускорителей и антифризов.

Разработанные с учетом явлений аддитивности и синергизма действия отдельных компонентов комплексные добавки типа ускоритель — пластификатор, оказались наиболее эффективными. Технологические эффекты модифицирования твердения и свойств цементов и бетонов, регулирования реологических свойств бетонной смеси, эффекты пластифицирования и водоредуцирования вызваны в основном явлениями смачивания, адсорбции молекул пластификатора на частицах цемента и гидратных новообразований. Ускорение твердения связано с интен-

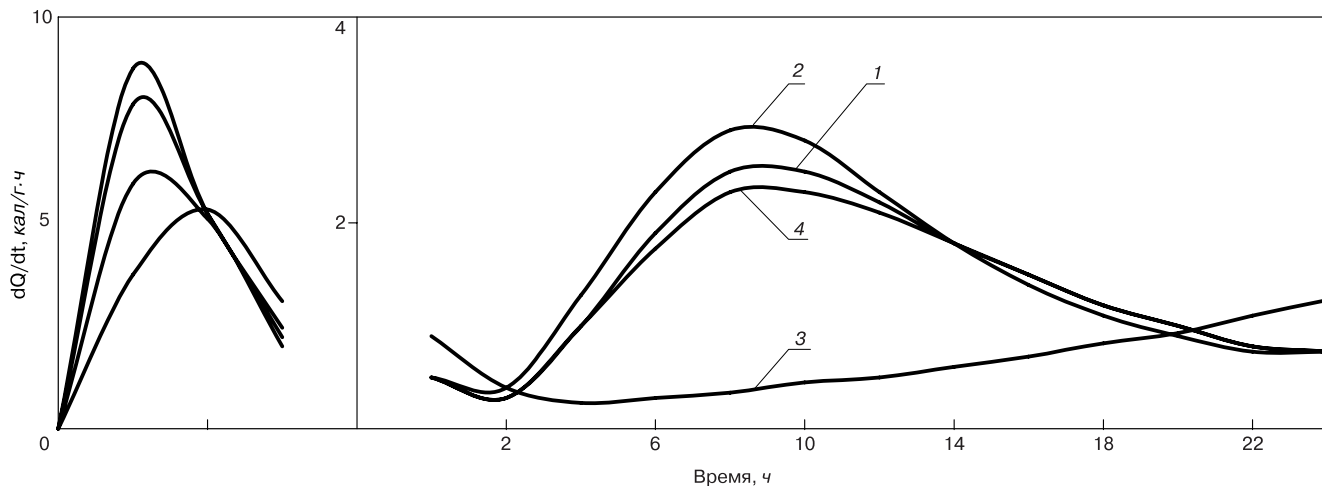


Рис. 1. Скорость (dQ/dt) тепловыделения: 1 — цемент; 2, 3, 4 — добавка ускорителя, пластификатора, комплексного модификатора

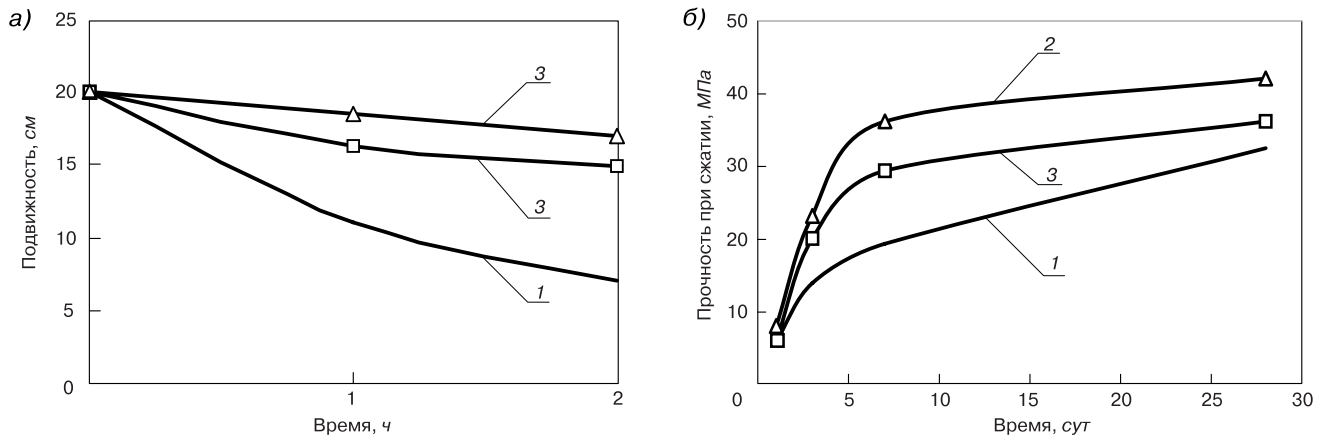


Рис. 2. Влияние добавок на сохранность бетонной смеси (а) и прочность (б) бетона: 1 – эталон; 2 – Супер ПК; 3 – Темп 4

сификацией химических реакций, образованием зародышей и кристаллизацией сложных гидратов. Противоморозный эффект основан на понижении температуры замерзания и содержания жидкой фазы, уменьшении количества и размеров пор в цементном камне, увеличении экзотермического эффекта реакций гидратации.

Характер влияния отдельных компонентов и комплексной добавки ускоритель – пластификатор четко отражается результатами calorиметрического анализа [3], представленными на рис. 1. Просматривается ускорение или замедление тепловыделения при действии пластифицирующих или интенсифицирующих твердение компонентов добавки.

Функциональность – основной критерий формирования комплексных химических и минеральных добавок системы «Релаксол»® [2]. В настоящее время эта система включает более 20 вариантов и комбинаций химических добавок, предназначенных для решения разнообразных задач в технологии товарного бетона, железобетонных изделий, цемента, специальных бетонов, ячеистых бетонов автоклавного и неавтоклавного твердения, сухих строительных смесей. Внутри самой системы, в зависимости от назначения и достигаемых технологических эффектов добавки разделены на три группы.

Техно. Добавки этой группы предназначены для изготовления бетонных смесей и изделий без предъявления к ним специальных свойств. Эти добавки позволяют повысить марку бетона или снизить расход цемента, сократить длительность укладки, а также нивелируют негативное влияние нестабильного качества других компонентов бетона. Добавки позволяют понизить температуру и время термообработки изделий в заводских условиях или вообще избежать термообработки (Темп 1, Темп 2, Темп 3), а также производить бетонные смеси в зимнее (Лидер) и летнее время с обеспечением сохранности подвижности (Темп 4, Норма).

Спец. Добавки этой группы предназначены для производства специальных видов бетонных смесей и изделий из железобетона. Применяются при изготовлении:

- высокопрочных бетонов, при этом снижается водопотребность, обеспечиваются высокие технологические свойства бетонной смеси, низкое содержание вовлеченного воздуха (Универсал В, Супер, Супер М, Универсал ВМ, Супер ПК);
- массивных бетонных конструкций для регулирования сроков схватывания и твердения бетона, замедления начального темпа тепловыделения, снижения водосодержания и расхода цемента (Темп 4, Супер, Норма, Супер ПК);
- гидротехнических бетонов с высокими показателями водонепроницаемости (W6–W16), морозостойкости (F100–F300), истираемости, термической

стойкости, сопротивлению агрессивным воздействиям (Универсал В, Супер М, Универсал ВМ);

- бетонов для дорожных и аэродромных покрытий плотной структуры, повышенной водонепроницаемости и морозостойкости (Норма, Супер, Супер М, Универсал Б, Универсал В, Универсал ВМ);
- вибропрессованных мелкоштучных элементов, при этом снижается водопотребность и повышается удобоукладываемость бетонной смеси, повышаются плотность, прочность, морозостойкость, водонепроницаемость, истираемость бетона и сокращается продолжительность виброуплотнения (Универсал А, Универсал Б, Норма, Супер, Супер М, Супер ПК);
- торкрет-бетона с высокой адгезией бетонной смеси к поверхности торкретирования, быстрыми темпами схватывания и твердения бетона (Супер М, Супер ПК).

Цемент. Добавки, которые используются при производстве цемента как разжижители шлама, интенсификаторы помола, регуляторы нормальной густоты и сроков схватывания. Они повышают марку цемента, позволяют изготавливать быстротвердеющие цементы низкой водопотребности. Применяются для изготовления специальных видов цемента – высокомарочных, гидроизоляционных, безусадочных и т. д. (Релаксол–Цемент, Релаксол–Клинкер).

Приведем несколько наиболее представительных примеров использования добавок на практике.

Товарные бетоны. Известно, что в летних условиях вне зависимости от температуры, продолжительности транспортирования на стройплощадку, специфики укладки (бетононасос, бадья, транспортер) бетонные смеси должны сохранять удобоукладываемость, однородность, воздухосодержание. При этом необходимо обеспечить заданный темп нарастания начальной прочности для снятия опалубки через 1–2 сут. С этой целью

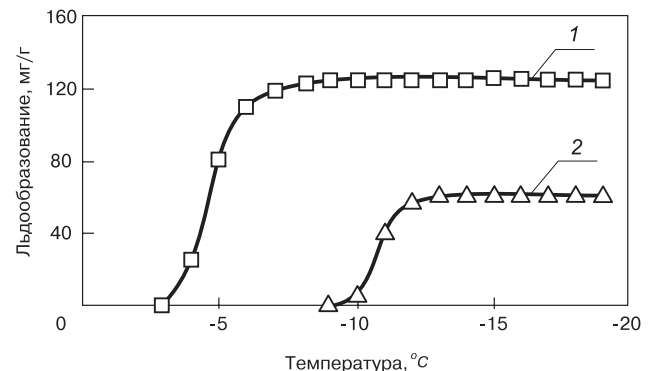


Рис. 3. Льдообразование при замораживании цементного камня: 1 – эталон, 2 – добавка Релаксол–Антифриз

Таблица 1

Добавка		Технологический эффект		
Тип	Массовая доля, %, в расчете на массу цемента	Сокращение продолжительности ТВО, ч	Снижение температуры изотермического прогрева до, °С	Экономия энергоресурсов (ориентировочно), %
Темп 1	1–2	7	35 – 45	40
Темп 2	0,8–1,6	9	40 – 50	25
Темп 3	1,6–1,4	12	50 – 60	15

Таблица 2

Добавка		Технологический эффект	
Тип	Массовая доля, %, в расчете на массу цемента	Сокращение расхода цемента, %	Набор проектной прочности, %, в возрасте 1 сут
Темп 1	1–1,8	10	40 – 50
Темп 2	0,8–1,6	12	50 – 60
Темп 3	0,8–1,5	12	60 – 70

Таблица 3

Добавка		Технологический эффект		
Тип	Массовая доля, %, в расчете на массу цемента	Плотность, кг/м ³	Водопоглощение, %	Морозостойкость
Эталон	–	2210	6	F100
Норма	0,6 – 1	2232	2	F200
Супер	0,4 – 0,8	2263	4	F250

используются добавки системы Темп 4, Супер ПК, эффективность которых подтверждается данными рис. 2.

Основное требование к зимнему бетонированию – предотвращение замерзания жидкой фазы при транспортировке, укладке и твердении бетона до начала приложения тепловых воздействий или термического выдерживания в опалубке для набора ранней прочности. Предложенные комплексы добавок в этом случае обеспечивают снижение водосодержания и опасности льдообразования, температуры замерзания жидкой фазы, интенсификацию реакций гидратации цемента и рост экзотермии бетона. Убедительны данные рис. 3, на котором четко отражается снижение количества образующего льда при введении добавки Релаксол–Антифриз.

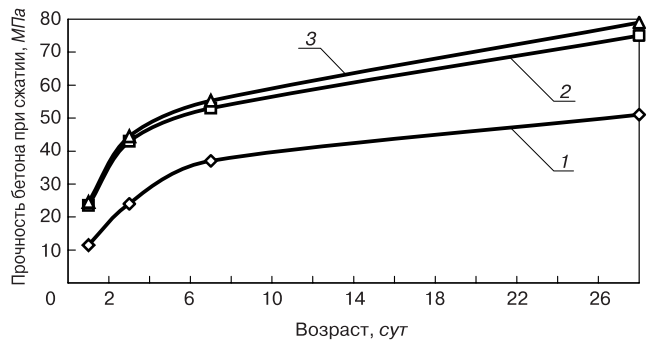


Рис. 4. Влияние добавок на прочность бетона. Цемент ПЦ I 500: 1 – без добавки; 2 – добавка Супер М; 3 – добавка Универсал ВМ

Железобетонные изделия. Для ускоренного изготовления железобетонных изделий разработан ряд комплексов, обеспечивающих снижение температуры и сокращение продолжительности тепловлажностной обработки (ТВО), устранение негативного влияния тепло- и массопереноса и температурных градиентов на структуру и свойства бетонов. Данные табл. 1 иллюстрирует эффективность добавок при необходимости использования ТВО, а табл. 2 – в случае отказа от термообработки.

Комплексные добавки гарантируют достижение заданных свойств высокопрочного, массивного, гидротехнического, дорожного и др. видов бетона. Это относится к технологичности изготовления изделий и конструкций за счет использования наиболее функциональных пластифицирующих, воздухововлекающих, повышающих прочность компонентов добавок на рядовых или высококачественных заполнителях (рис. 4).

Вибропрессованные мелкоштучные элементы. Известно, что вибропрессование объединяет два вида механических воздействий – вибрацию и прессование с целью получения высокой плотности бетона при минимальных значениях водоцементного отношения. В технологии этого вида продукции добавки должны обеспечить снижение водопотребности, повышение удобоукладываемости смесей, рост коэффициента уплотнения бетона, повышение показателей плотности, прочности, морозостойкости, истираемости, снижение коэффициента фильтрации и опасности высолообразования, улучшение условий эксплуатации оборудования (табл. 3).

Цементы. Весьма эффективными оказались добавки системы «Релаксол»® в производстве шлакопортландцемента на Днепродзержинском цементном заводе (Украина) [4]. Эффективность заключается в сочетании реагентов добавок – поверхностно-активного вещества, интенсифицирующего помол и одновременно снижающего водопотребность, электролитов, значительно активирующих гидратацию шлаковой составляющей цемента. Таким образом, шлакопортландцемент приобретает свойства быстротвердеющего вяжущего, по многим характеристикам приближающегося к портландцементу.

Таблица 4

Цементы	Компоненты		Удельная поверхность, см ² /г	Нормальная густота, %	В/Ц	Сроки схватывания, ч		Предел прочности, МПа, в возрасте, сут		
	Шлак, %	Релаксол–Клинкер				начало	конец	2	7	28
ШПЦ III/A-400	45,4	–	3920	27	0,39	3,5	5,15	11,36	24,02	44,94
ПЦ II/Б-Ш-400	30,6	–	3950	26,7	0,39	2,3	4	14,96	27,76	47,89
ШПЦ III/A-400P*	38	+	4380	26	0,39	3,3	4,45	19,11	30,12	48,41

Таблица 5

Коэффициент стойкости	Цемент		
	ШПЦ III/A-400	ПЦ II/Б-Ш-400	ШПЦ III/A-400P
Переменное воздействие	1,45	1,04	1,43
Постоянное воздействие	1,44	1,15	1,57
Сульфатостойкость	0,83	0,67	1,02

Данные табл. 4, 5 подтверждают сказанное. Но помимо этого фиксируется рост коррозионной стойкости бетона на цементе, модифицированном добавками «Релаксол»®.

Еще одно интересное направление применения химических добавок – получение гидроизоляционного, быстротвердеющего, высокопрочного, расширяющегося цемента ГИР-2 на Харьковском опытном цементном заводе (Украина). В его состав включен органоминеральный комплекс из расширяющего компонента Универсал ВМ и компонент Релаксол-Супер. Механизм действия добавки за счет ускорения кристаллизации новообразований типа гидросульфалоумината кальция обуславливает увеличение объема гидратной фазы и вызывает расширение цементного камня, уплотнение структуры

и рост прочности бетона. Важно, что достигнута высокая совместимость минеральной и органической частей комплексной добавки, введение которой устраняет усадку и обеспечивает расширение не более 1 мм/м.

Можно было бы приводить много других примеров успешного применения системы «Релаксол»® во многих регионах Украины, России и Польши. Компания «Будиндустрия ЛТД» проводит надлежащую работу по нормативно-техническому и информационному сопровождению своей продукции. Помимо соответствующих технических условий получены сертификаты Украины и России. Образцы отдельных разработок проходят строгие испытания показателей качества, в частности долговечности, сохранности арматуры, в ведущих институтах отрасли в Украине и за рубежом.

Список литературы

1. Рамачандран В. Добавки в бетон: Справочное пособие. М.: Стройиздат, 1988. 565 с.
2. Химические и минеральные добавки в бетон / Под общ. ред. А.В. Ушерова-Маршака. Харьков: Колорит. 2005. 280 с.
3. Синайко Н. П., Лихонуд А. П. и др. Система химических добавок в бетоны и растворы «Релаксол»// Будівництво України. 2000. №5. С. 30–34.
4. Ушеров-Маршак А.В., Гергичны З., Малолетши Я. Шлакопортландцемент и бетон. Харьков: Колорит. 2004. 159 с.



ООО «Будиндустрия ЛТД»
 69057 г. Запорожье, Украина
 пр. Ленина, 158, оф. 223
 тел./факс: +380 61 224-66-21, 224-67-74
 220-04-85, 289-14-95
 E-mail: m_bi@a-teleport.com

Представительство в России:
 ООО НПЦ «ПолиРелакС»
 г. Москва
 тел./факс: +7 495 980-78-38
 980-78-39
 E-mail: polirelaks@rambler.ru

Пробоотборник циклический ПЦ-6/12

производства фирмы «АГРОЭСКОРТ»

Предназначен для отбора проб мелкодисперсных сыпучих материалов из свободнопадающего ламинарного потока и вертикальных материалопроводов. Шнековый механизм пробоотборника с реверсивным асинхронным приводом, управляемым логическим контроллером LOGO 240R, осуществляет циклический отбор среднечасовой пробы цемента или иного материала, сходного по физическим свойствам.



Основные характеристики пробоотборника:

наибольший суммарный объем усредненной часовой пробы	1 дм ³
глубина погружения пробозаборной части в транспортный материалопровод	320, 410, 500 мм
количество отборов проб для формирования усредненной часовой пробы	6–12
гранулометрический состав отбираемого материала	0,001–1 мм
максимальная температура отбираемого материала	120°C
влажность материала	не более 2,5%

Пробоотборники ПЦ-6/12 эксплуатируются на ряде цементных заводов: «Новоросцемент», «Себряковцемент», «Кызылкумцемент», АО «Цемент» (Республика Молдова), «Волынь-цемент», «Пикалевский цемент», «Невьянский цементник», «Горнозаводскцемент».



ЗАО «АГРОЭСКОРТ» 196084, Санкт-Петербург, ул. Киевская, 16-Е
Тел.: (812) 316-2255, факс: (812) 388-6353
E-mail: agroescort@mail.rcom.ru http://agroescort.spb.ru

В.Г. ХОЗИН, д-р техн. наук, Н.Н. МОРОЗОВА, канд. техн. наук,
Казанский государственный архитектурно-строительный университет;
И.Р. СИБГАТУЛЛИН, первый зам. генерального директора фирмы «Унистрой»;
А.В. САЛЬНИКОВ, ведущий инженер-технолог ООО «Полипласт-Казань» (Казань)

Модификация цементных бетонов малыми легирующими добавками

Основные достижения науки и технологии бетонов связаны с их рецептурной модификацией малыми добавками веществ, различных по химическому строению, агрегатному состоянию (жидкие, твердые), дисперсности частиц (до наноразмеров), водорастворимости и функциональному назначению [1]. Традиционно их, кроме крентов и микрофибр, называют химическими добавками, что вполне справедливо, так как технология бетона по сути химическая и все добавки участвуют прямо или косвенно в химических реакциях гидратации и физико-химических процессах структурообразования цементного камня. Однако в устах строителей зачастую термин «химический» имеет двусмысленный характер, приближаясь к слову «химичить», т. е. делать что-то непонятное, хитрое, но целенаправленное. Последнее выражается в двух аспектах – в улучшении технологических показателей бетонной смеси (удобоукладываемости и стабильности – интегрального реологического эффекта и заданных сроков схватывания и скорости твердения) и повышении прочности и долговечности цементного бетона.

Следует помнить, что все добавки с самого начала введения оказываются в объеме цементного теста и в итоге в цементном камне, матрице дисперсной системы с высокоразвитой поверхностью раздела фаз вода – твердые частицы и твердое тело – твердое тело. Таким образом, все значащие события в бетонной смеси и бетоне происходят на межфазных границах, где концентрируются модифицирующие добавки. Поскольку они, как правило, термодинамически несовместимы с образующимися кристаллогидратами цементного камня, то вытесняются последними в межкристаллитные зоны.

Ярким примером такого влияния гетерофазного распределения модификатора в бетонной смеси (БС) является эффект пластификации поверхностно-активными веществами (ПАВ). Механизм этого эффекта, по нашему мнению, основан на вытеснении из адсорбционных слоев молекулами суперпластификатора связанной воды, которая находится, как известно, в твердopodobном состоянии с повышенной плотностью до 2000 кг/м³ и внутренним давлением до 3–3,5 тыс. МПа [2]. Именно эта освобожденная от адсорбционного взаимодействия вода, возвращенная в жидкое состояние, и обеспечивает эффект пластификации. Таким образом, в отличие от полимерных материалов не сам супер- и гиперпластификатор пластифицирует бетонную смесь (водно-дисперсную систему), а добавленная из адсорбированных слоев вода.

Следует отметить принципиальную общность высоких технических эффектов, главным из которых является усиление, в том числе упрочнение малыми добав-

ками, разных типов материалов. В металлах это легирование, в полимерах – межструктурная пластификация и легирование. По механизму действия, с точки зрения взаимодействия с материалом матрицы, эти микромодификаторы могут быть разделены на следующие типы:

- 1) химически активные – вещества, внедряющиеся в состав структурных элементов основного материала (легирующие добавки в металлах, активные микрокремнеземы в цементных бетонах, функционально аналогичные микродобавки в керамических материалах);
- 2) стимуляторы структурообразования – твердые зародыши кристаллизации и кренты в металлах, цементных материалах, керамике, полимерах; сюда можно отнести и электролиты (ускорители твердения – хлориды, сульфаты) в цементных бетонах, а также жидкие пластификаторы в полимерах, стимулирующие их кристаллизацию [3];
- 3) межструктурные пластификаторы – ПАВ и другие добавки, термодинамически несовместимые с матрицей, которые играют роль внутренней смазки между ее структурными элементами и релаксаторов внутренних напряжений при структурообразовании (ПАВ и кремнийорганические жидкости в полимерах, кремнийорганические и другие гидрофобизаторы в цементных бетонах, комплексоны в глиняных и гипсовых композициях);
- 4) ПАВ – супер-, гиперпластификаторы в водоминеральных дисперсных системах, чаще всего в цементных композициях (пастах, растворах, бетонах), в которых они играют роль десорбентов воды из адсорбционных слоев.

Предложенная схема разделения малых (легирующих) добавок в разных материалах, безусловно, не столь однозначна, чтобы претендовать на классификацию, цель ее – показать общий характер сильного модифицирующего эффекта при различных механизмах влияния на структурообразование твердых гетерофазных композиций. В случае пластификации твердых гетерофазных композиций остается невыясненной судьба органического ПАВ в матрице отвердевшего цементного камня, т. е. характер его распределения и функциональная роль (релаксатора внутренних напряжений; межкристаллитной смазки; структурного дефекта, ослабляющего материал).

На кафедре технологии строительных материалов, изделий и конструкций КГАСУ исследуются закономерности и механизмы модификации разных строительных материалов: цементных бетонов, битумов, полимеров, керамики различными добавками, в том числе легирующими, с целью разработки новых многофункциональных модификаторов. В частности, был разработан комплексный многофункциональный модифика-

Вид суперпластификатора (СП)	Массовая доля СП, % (в пересчете на массу цемента)	НГ, %	Сроки схватывания, ч-мин		Водоредуцирующий индекс	Прочность при сжатии, МПа/%, в возрасте, сут		
			начало	конец		1	28	после ТВО
Без добавки	–	28	2-45	3-15		13/100	42/100	27/100
С-3	0,5	25	2-50	3-40	1,12	17/131	47/112	43/159
	0,8	23	2-55	4-00	1,22	22/169	51/121	47/174
	1	22	3-40	4-15	1,27	–	–	–
АРОС	0,5	23	2-55	3-40	1,22	19/146	49/117	45/167
	0,8	22	3-05	4-00	1,27	23/177	55/131	51/189
	1	19	3-20	4-35	1,33			

тор – органоминеральная сухая бесхлоридная добавка под названием Гексалит для беспрогревной технологии цементных бетонов [4, 5].

Это многовариантная по составу добавка пластифицирующе-ускоряюще-упрочняющего действия, основанного на синергетических эффектах и специфическом способе ее приготовления. Она позволяет получать отпускную прочность бетона через сутки нормального твердения. Марочная прочность возрастает на 30–40%, а после обычного режима тепловлажностной обработки (ТВО) на 70–100%. Эффективность твердения бетона с добавкой существенно зависит от температурно-влажностных условий. Для реализации беспрогревной технологии производства ЖБИ оптимальный интервал температур составляет 23–28°C. Добавка Гексалит в количестве 2,5% от массы цемента несколько ускоряет сроки схватывания, способствует сокращению индукционного периода твердения цементных композиций и на 36% повышает степень гидратации цемента. Она на 13% повышает плотность цементного камня, снижает коэффициент однородности размера пор в 1,8 раза и на порядок – показатель среднего размера пор.

В течение длительного времени твердения (см. рисунок) наблюдается упрочняющий эффект добавки Гексалита в цементном бетоне.

Было организовано промышленное производство модификатора Гексалит. Поскольку наиболее дорогим компонентом в этой комплексной добавке оказался суперпластификатор С-3, была сделана попытка использовать вместо него новый суперпластификатор под названием АРОС, производимый в опытном масштабе из крупнотоннажных отходов органического синтеза. В таблице приведено сравнение влияния суперпластификаторов С-3 и АРОС на свойства цементного теста и раствора.

Как видно из таблицы, водоредуцирующий эффект АРОС выше, чем у С-3, при близких значениях сроков

схватывания цементного теста. По кинетике твердения и конечной прочности суперпластификатор АРОС оказался несколько эффективнее С-3.

Поскольку при модификации бетонов добавки вводятся совместно с другими ингредиентами бетонной смеси, они оказываются в составе цементного теста (затем камня) и в нем проявляют свое действие. Поэтому возникает возможность приготовления комплексно модифицированного цемента, обладающего теми же свойствами в бетонной смеси, что и с добавкой Гексалит. Для этого были разработаны составы цементного вяжущего, содержащие в качестве функциональных добавок в портландцемент суперпластификатор АРОС, ускорители твердения, минеральные порошки и асбест путем их совместного помола [6].

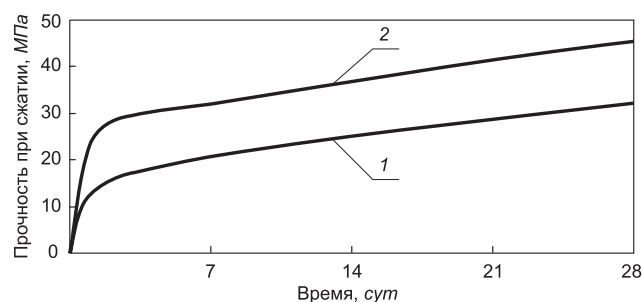
Это вяжущее проявляет те же эффекты в бетонной смеси, что и цемент в бетонах с добавкой Гексалит: пластификации, ускорения твердения, упрочнения, повышения долговечности.

Таким образом, модификация цементных бетонов малыми легирующими добавками, как индивидуальными, так и комплексными, сильно изменяет свойства цементного теста и цементного камня при обоих вариантах введения (через вяжущее или непосредственно при приготовлении бетона). В обоих случаях наблюдается эффект синергизма комплексных модификаторов в ускоряющем и упрочняющем действии.

Дальнейший прогресс в разработке эффективных модификаторов бетонов должен базироваться на глубоких исследованиях изменения структуры модифицированного цементного камня на разных масштабных уровнях начиная с наноразмерного.

Список литературы

1. Батраков В.Г. Модифицированные бетоны. Теория и практика. М.: Техпроект. 1998. 768 с.
2. Ахвердов И.Н. Основы физики бетона. М.: Стройиздат. 1981. 464 с.
3. Манделькерн Л. Кристаллизация полимеров. СПб: Химия. 1996. 336 с.
4. Хозин В.Г., Корнилов Р.М., Калашиников В.И. и др. Способ приготовления комплексной добавки для бетонной смеси (варианты) // Патент № 2144519 РФ от 15.05.1998. Оpubл. 20.01.2000.
5. Хозин В.Г., Морозова Н.Н., Сальников А.В. Органоминеральная добавка для беспрогревной технологии цементных бетонов // Материалы Первой всероссийской конференции по проблемам бетона и железобетона. Москва, 9–14 сентября, 2001. С. 1298–1303.
6. Хозин В.Г., Морозова Н.Н. Сальников А.В. и др. Вяжущее и способ его приготовления // Патент № 2225370 (РФ) от 08.04.2002. Оpubл. 10.03.2004.



Кинетика набора прочности с добавкой Гексалит: 1 – контрольный состав без добавки; 2 – 2,5% добавки Гексалит (в пересчете на массу цемента)

М.М. КОСУХИН, канд. техн. наук, Н.А. ШАПОВАЛОВ, д-р техн. наук, Ю.В. ДЕНИСОВА, инженер, ОАО «Белгородский завод ЖБК-1»; А.В. ПОПОВА, С.И. ЛЕЩЕВ, инженеры, Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова; Н.Д. КОМАРОВА, Северокавказский филиал БГТУ им. В.Г. Шухова (г. Минеральные Воды, Ставропольский край)

Вибропрессованные бетоны с суперпластификатором на основе резорцинформальдегидных олигомеров

Вибропрессованные изделия из мелкозернистого бетона – тротуарные плитки, фигурные элементы мощения, бортовые камни получили широкое применение для устройства тротуаров, садово-парковых дорожек, детских площадок, остановок общественного транспорта, территорий автозаправочных станций, а также для разделения пешеходной и проезжей части автомобильных дорог.

Многообразие конфигураций и богатая цветовая гамма делают тротуарные плитки очень популярными. Высокая морозостойкость и износостойкость обеспечивает многолетний срок службы даже в городских условиях.

Тенденция использования изделий из мелкозернистого бетона в местах с интенсивным движением автотранспорта в сочетании с агрессивным воздействием антиобледенителей при попеременном замораживании и оттаивании приводит к тому, что физико-механические характеристики бетонных изделий, регламентированные нормативно-технической документацией, оказываются недостаточными.

В связи с этим актуальной задачей является получение мелкозернистых вибропрессованных бетонов повышенной прочности и морозостойкости. Решение поставленной задачи может быть осуществлено за счет оптимизации структуры бетона путем его модифицирования полифункциональными добавками, изменяющими величину и характер порового пространства.

Были проведены исследования по получению полифункционального модификатора бетона на основе резорцинформальдегидных олигомеров и изучению его влияния на физико-механические свойства вибропрессованного мелкозернистого бетона, выпускаемого ОАО «Белгородский завод ЖБК-1». Испытания проводились на бетонной брусчатке (тротуарной плитке) классов В26,5 и В30.

В ходе проведенных испытаний был синтезирован полифункциональный модификатор на основе кубовых остатков производства резорцина (суперпластификатор СБ-3), представляющий собой 15–17% водный раствор плотностью 1034 кг/м³ [1].

Синтез модификатора прост, протекает в одну стадию при температуре 70±5°С в течение 40 мин и заключается в конденсации отходов производства резорцина с формальдегидом в щелочной среде, для создания кото-

рой служили щелочесодержащие сточные воды. Отличительной особенностью полученного модификатора является наличие гидрофильных ONa⁻ групп по сравнению с SO₃Na⁻ группами у известных существующих.

Измерение краевых углов смачивания поверхности показало, что адсорбция добавки приводит к уменьшению поверхностного натяжения на границе твердое тело – раствор на 20–25 мДж/м², что свидетельствует об увеличении гидрофильности поверхности. При этом увеличивается воздухоовлечение в бетонную смесь при постоянном В/Ц и при одинаковой подвижности на 3–5%.

Полученный модификатор в соответствии с ГОСТом относится к суперпластификаторам и может быть получен непосредственно в условиях заводов ЖБИ. Его применение позволяет значительно повышать подвижность бетонных смесей, прочность бетона, морозостойкость и сокращать расход цемента, воды и сроки тепловлажностной обработки (ТВО) бетона. Ввиду того, что сырьем для производства модификатора служат отходы химического производства, он имеет низкую стоимость и не уступает при этом по эффективности дорожностоящим суперпластификаторам на основе чистых химических веществ.

Вторым этапом проводимых исследований являлось изучение влияния полученного модификатора на прочность, морозостойкость и фунгицидность вибропрессованного мелкозернистого бетона после ТВО и твердения в нормальных условиях. Испытания проводили на образцах-кубах 100×100×100 мм состава мелкозернистого бетона класса В30 с экономией цемента 10 и 15%. Результаты испытаний представлены в табл. 1.

Результаты испытаний показали, что вибропрессование с суперпластификатором СБ-3 позволяет получать бетоны, по прочности значительно превосходящие бездобавочные. Количество циклов попеременного замораживания-оттаивания увеличивается в два раза, при этом потери массы и прочности значительно меньше по сравнению с бездобавочными бетонами. В результате морозостойкость мелкозернистого вибропрессованного бетона значительно увеличивается.

Введение полифункционального модификатора на основе резорцинформальдегидных олигомеров дает возможность получать долговечные бетоны повышен-

Таблица 1

Составы бетона класса В30	Прочность при сжатии, МПа		Морозостойкость, количество циклов	Потеря массы, %	Потеря прочности, %
	ТВО+28 сут нормального твердения	28 сут нормального твердения			
№ 1 без добавки	39	39,9	200	4	20
№ 2 с СП СБ-3 0,35% (экономия цемента 10%)	40,2	46	400	2	7
№ 3 с СП СБ-3 0,35% (экономия цемента 15%)	38,8	41,6	350	3	12

Таблица 2

Вид добавки	Количество добавки, %	В/Ц	Растекаемость цементного теста, мм	Средняя плотность в возрасте 28 сут, г/см ³	Прочность образцов при сжатии R _{сж} , МПа		Пористость цементного камня, %	Водопоглощение, %
					без грибов	зараженных спорами грибов		
Без добавки	—	0,3	55	2,2	54	52,1	25	15
С-3	0,6	0,3	80	2,21	54,1	53,2	24,6	14,8
С-3	0,6	0,26	60	2,215	59,3	58,4	24,8	14,6
СБ-3	0,2	0,3	160	2,225	54,4	54,3	23,8	13,9
СБ-3	0,2	0,26	110	2,222	60,1	61	24	14,2
С-3+СБ-3*	0,25	0,3	170	2,235	54,3	53,9	23,6	14
С-3+СБ-3*	0,25	0,26	130	2,228	61,2	61,3	23,9	14,3

* Комплексная добавка, состоящая из суперпластификатора С-3 (30%) и суперпластификатора СБ-3 (70%).

ной прочности, предотвращающие биологическую коррозию за счет наличия у модификатора фунгицидных свойств. Применение СБ-3 также улучшает поровое пространство цементного камня, уменьшает размер пор, увеличивает объем закрытой пористости и приводит к сокращению водоцементного отношения.

Исследования грибоустойчивости бетонов проводили по стандартной методике [2]. Как показали лабораторные испытания, введение разработанного модификатора в состав мелкозернистого бетона в количестве 0,35% от массы цемента полностью подавляет рост плесневых грибов. Прочностные характеристики цементного камня с добавками при заражении спорами плесневых грибов не снижаются, а наоборот, несколько увеличиваются за счет увеличения подвижности цементного теста, снижения В/Ц, уменьшения микротрещин в теле бетона и уплотнения его структуры (табл. 2).

Таким образом, экспериментальные данные свидетельствуют о том, что исследуемый модификатор и комплексные добавки на его основе [3] обладают фунгицидным действием, позволяют получать мелкозернистые вибропрессованные бетоны повышенной плотности и прочности для эксплуатации в условиях биологически активных сред.

Список литературы

1. Паус К.Ф., Ломаченко В.А., Селиванов Ю.А. АС №1047863 СССР/ Б.И. 1983. № 38.
2. ГОСТ 9.048–91. Методы лабораторных исследований на стойкость к воздействию плесневых грибов.
3. Шаповалов Н.А., Слюсарев А.А., Ломаченко В.А. и др. Суперпластификаторы для бетонов // Изв. вузов. Строительство. 2001. № 1. С. 29–31.



От замысла до производства

Разработка, изготовление и ввод в эксплуатацию оборудования и производственных комплексов по выпуску тонкодисперсного сырья

ООО НПО «АкмеТехнология» – научно-производственная инновационная компания предлагает:

- вибромельницы • роторные мельницы • классификаторы воздушные • сушилки барабанные.

Вибромельница ВМ-200 предназначена для измельчения (сухого или мокрого) сыпучих материалов в непрерывном режиме. Конструкция мельницы отличается простотой и надежностью. В качестве мелющих тел используются стержни или шары.

Техническая характеристика

Производительность, не более, кг/ч.....	1500
Крупность исходного материала, не более, мм.....	10
Тонина помола:	
– стержневой	75%, менее 0,2 мм
– комбинированный	80%, менее 0,1 мм
– тонкий	95%, менее 0,063 мм
Потребляемая мощность, кВт.....	12–18
Габаритные размеры (длина/ширина/высота), мм.....	2480/1000/1680
Масса с мелющими телами, кг.....	2230
Стоимость (в зависимости от комплектации), тыс. руб.....	348–400

Области применения вибромельницы ВМ-200

- Истирание материалов и пигментов для лакокрасочного производства
- Измельчение строительных материалов и компонентов для сухих смесей
- Истирание, смешение и гомогенизация многокомпонентных составов
- Домол цемента, повышение их марки

Вибромельница ВМ-200 – исключительная надежность

ООО НПО «АкмеТехнология»
Россия, 630090 Новосибирск, ул. Институтская, 3, оф. 163
Тел./факс: (383) 333-20-44, 330-88-01 E-mail: akme@akmetech.ru www.akmetech.ru



А.И. ВОВК, д-р техн. наук, директор Научно-технического центра ООО «Полипласт Новомосковск» (Тульская обл.)

Современные добавки в бетон для современного строительства

Наиболее простым и эффективным способом направленного изменения свойств бетонных смесей, повышения качества бетонов, создания современных технологий строительства является использование химических добавок.

В современной технологии бетона химические добавки-модификаторы являются таким же обязательным компонентом бетонной смеси, как вяжущее, заполнители и вода. Применение добавок является наиболее эффективным способом повышения качества бетона, не требующим больших капитальных затрат. Высокая прочность, низкая проницаемость, повышенная морозостойкость и долговечность бетонов могут быть достигнуты с применением высокоподвижных бетонных смесей, содержащих современные добавки.

Компанией «Полипласт» выпускается широкий ассортимент добавок с различными потребительскими свойствами. Базовым продуктом является суперпластификатор *Полипласт СП-1*, на основе которого создан ряд комплексных добавок направленного действия. Выпуск целевых добавок и дальнейшее расширение их ассортимента, увеличение селективности и эффективности их действия являются стратегической линией компании.

Чем привлекательны целевые добавки? Современные технологии производства бетона и железобетонных изделий нуждаются в добавках, выполняющих различные функции, например пластификатор с эффектом ускорения или замедления твердения бетона, пластификатор с противоморозным эффектом и т. п. В то же время далеко не все предприятия имеют возможность хранить и дозировать большое число добавок, подбирать оптимальное содержание отдельных компонентов. Компания «Полипласт» принимает на себя решение этих проблем, поставляя продукты с заведомо совместимыми компонентами и регламентируемым техническим эффектом.

Грамотное применение целевых комплексных добавок позволяет решить любые проблемы, связанные с получением бетонов с заданными свойствами.

Базовый продукт Полипласт СП-1

Базовый продукт нашей компании — добавка для бетонов и строительных растворов суперпластификатор *Полипласт СП-1* представляет собой синтетический состав на основе полимерных сульфокислот нафталина. По потребительским свойствам и технической эффективности *Полипласт СП-1* относится к I группе пластифицирующих добавок, так называемым суперпластификаторам. Добавка выпускается в сухой и жидкой формах двух типов: с нормальным и пониженным воздухововлечением (тип ВП).

На сегодняшний день на рынке суперпластификаторов *Полипласт СП-1* занимает первое место как по объемам применения, так и по качеству. В отличие от других компаний, допускающих замену части синтетического продукта дешевыми пластификаторами, в состав суперпластификатора *Полипласт СП-1* входят только продукты поликонденсации нафталинсульфокислоты и формальдегида. Это позволяет получить высоко-

подвижные смеси без снижения прочности бетона при сжатии. При использовании водоредуцирующей способности *Полипласта СП-1* повышение прочности равноподвижного бетона в ранние сроки твердения (1–7 сут) составляет 40–60%, в возрасте 28 сут — 18–30%.

Технические эффекты, обычно достигаемые при использовании суперпластификатора *Полипласт СП-1* в дозировке 0,4–0,7% от массы цемента:

- увеличение подвижности бетонной смеси от П1 до П5 без снижения прочности во все сроки твердения;
- снижение водопотребности на 20–25%;
- получение бетонов с повышенной водонепроницаемостью и морозостойкостью из литых бетонных смесей;
- увеличение сцепления бетона с арматурой и металлоизделиями;
- значительное снижение энергозатрат на стадии виброуплотнения.

Применение суперпластификатора *Полипласт СП-1* типа ВП позволяет помимо перечисленных эффектов снизить дополнительное воздухововлечение в бетонные смеси до 1%, что способствует повышению прочности бетона, устранению крупных пор, улучшению качества его поверхности.

Комплексные добавки для бетонов и растворов Реламикс

В 2004 г. компанией «Полипласт» освоено производство новых комплексных добавок *Реламикс* в жидком и сухом виде для бетонов и строительных растворов.

Эти добавки разработаны специалистами НПЦ «ПолиРелакС» совместно с ОАО «Полипласт» и представляют собой смесь суперпластификатора *Полипласт СП-1* и технических продуктов, содержащих в своем составе тиосульфат и роданид натрия, являющихся ускорителями твердения. *Реламикс* выпускают в жидкой и сухой формах двух типов: тип 1 и тип 2 (подтипы: с нормальным и пониженным воздухововлечением).

Тип 1 представляет собой суперпластификатор, обеспечивающий ускоренный темп набора прочности бетоном и незначительный прирост прочности в возрасте 28 сут.

Тип 2 — добавка, обеспечивающая более выраженное ускорение набора прочности бетоном и повышение его прочности в проектном возрасте.

Использование *Реламикса* позволяет:

- получить высокоподвижные пластифицированные смеси при дозировке 0,6–1% (ОК=20–25 см);
- увеличить прочность в равноподвижных смесях в возрасте 1 сут на 40–50%;
- повысить прочность бетона в проектном возрасте на 20%;
- при применении добавок, понижающих воздухововлечение, снизить содержание дополнительного воздуха в смеси до 1,7%.

Испытания *Реламикса* в жидкой и сухой формах показали: при использовании сухого *Реламикса* прирост прочности бетона в ранние сроки твердения выше, чем с жидким продуктом при той же дозировке.

Опыт применения добавки *Реламикс* на Первомайском заводе ЖБИ в г. Новомосковске (Тульская обл.) показал, что можно снизить расход цемента на 12–15%, увеличить оборачиваемость форм в 2 раза, сократить тепловую обработку и при этом получить бетон 100% отпусковой прочности.

Комплексные пластифицирующие добавки для бетонных и растворных смесей повышенной сохраняемости Линамикс

Добавки серии *Линамикс* представляют собой смесь суперпластификатора с различными компонентами, повышающими сохраняемость бетонных и растворных смесей.

Выпускаются следующие разновидности добавок: *Линамикс П-90*, *Линамикс П-120*, *Линамикс СП-90*, *Линамикс СП-120*, *Линамикс СП-180*. Цифра в названии означает время сохраняемости бетонной смеси в минутах, а буквы П и СП – пластификатор и суперпластификатор соответственно.

Применение добавок серии *Линамикс* целесообразно в жаркое время года и в тех случаях, когда по технологии необходимо обеспечить длительную сохраняемость раствора (бетона), например при перевозке на большие расстояния или при подаче бетононасосами.

Модификатор бетона полифункциональный ПФМ-НЛК

Добавка представляет собой смесь суперпластификатора с воздухововлекающим и гидрофобизирующим компонентами.

Применение комплексной добавки *ПФМ-НЛК* позволяет получить при соответствующем подборе состава бетонной смеси литые бетоны с повышенной влагонепроницаемостью, трещиностойкостью, морозостойкостью. Морозостойкость бетона при применении *ПФМ-НЛК* возрастает до 400 циклов и более.

Добавка *ПФМ-НЛК* применяется для изготовления сборных и монолитных железобетонных конструкций, зданий и сооружений различного назначения.

Комплексные пластифицирующие добавки с противоморозным эффектом Криволаст СП15-1 и Криволаст СП15-2

Для обеспечения возможности проведения строительных работ в зимнее время компания выпускает комплексные добавки для бетонов и строительных растворов с противоморозным эффектом *Криволаст СП15-1*, *Криволаст СП15-2*. Добавки выпускают двух типов – с нормальным и пониженным воздухововлечением (тип ВП) в форме водного раствора и сухого порошка.

Применение этих добавок обеспечивает проведение бетонных работ в зимнее время при температурах до –15°С, причем отпадает необходимость в отдельном введении суперпластификатора для обеспечения требуемого водосодержания и подвижности бетонной смеси. Обе добавки не оказывают коррозионного воздействия на стальную арматуру в бетоне, причем *Криволаст СП-15-2* также может применяться в конструкциях, армированных термомеханически упругой арматурой.

Рекомендуемые дозировки добавок: *Криволаст СП15-1* – 1,5–3,5%; *Криволаст СП15-2* – 1–2% в зависимости от температуры твердения бетона.

Суперпластификатор Полипласт СП-3

В 2005 г. компанией «Полипласт» начат выпуск пластифицирующей водоредуцирующей добавки *Полипласт СП-3*. Эта добавка по своим технико-строи-

тельным показателям аналогична базовому продукту – суперпластификатору *Полипласт СП-1*, но имеет более низкую цену. Еще одним преимуществом этой добавки перед суперпластификатором *Полипласт СП-1* является повышение сохраняемости бетонной смеси до 1,5 ч (у *Полипласт СП-1* – менее часа). Добавка выпускается двух типов – с нормальным и пониженным воздухововлечением.

Контроль качества изготовления добавок на производстве

Приоритетным направлением политики компании является многоуровневый контроль качества, начинающийся с обязательного анализа используемого в производстве сырья. Тщательный входной контроль, постоянный надзор за выполнением требований и норм технологического регламента и проверка соответствия физико-химических показателей готовой продукции нормам НТД осуществляется круглосуточно квалифицированным персоналом аналитической производственной лаборатории. Независимая проверка качества выпускаемой продукции по влиянию на свойства бетонных смесей и бетонов осуществляется аккредитованной при ВНИИФТРИ строительной лабораторией.

Все добавки для бетонов, выпускаемые ОАО «Полипласт», имеют полный пакет документов: технические условия, сертификаты соответствия, санитарно-эпидемиологические заключения, паспорта безопасности. Все добавки разрешены для применения в конструкциях систем питьевого водоснабжения.

ОАО «Полипласт» – первая в своей области российской компания, сертифицированная по нормам ISO-9001.

В ЛУЧШИХ БЕТОНАХ РОССИИ!



ПОЛИПЛАСТ

ООО «Полипласт Новомосковск»

301653, Тульская обл., г. Новомосковск
Комсомольское шоссе, 72
Тел./факс: (48762) 2-11-40, 2-11-41
2-11-48, 2-11-36, 2-11-19
e-mail: polyplast@polyplast-nm.ru

ООО «Полипласт Северо-запад»

188452, Ленинградская обл., г. Кингисепп
промзона «Фосфорит»
Тел./факс: (81375) 2-69-98
9-52-39, 9-55-89
e-mail: polyplast-nw@mail.ru

ООО «Полипласт-УралСиб»

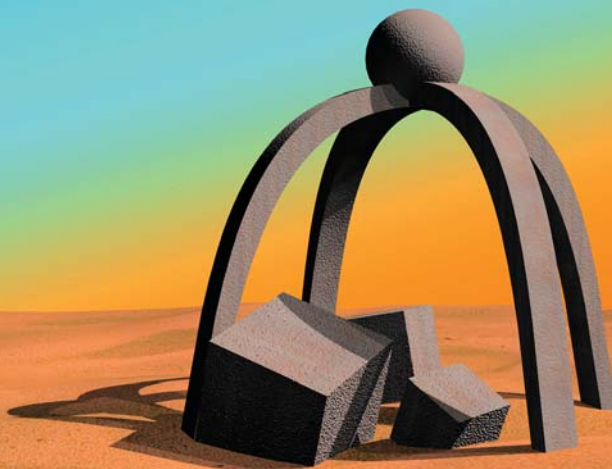
623109, Свердловская обл., г. Первоуральск
ул. Заводская, 3, а/я 766
Тел./факс: (34392) 9-19-42
9-37-37, 9-35-60
e-mail: polyplast-us@pervouralsk.ru

WWW.POLYPLAST-UN.RU



СУПЕРПЛАСТ ДОБАВКИ ДЛЯ БЕТОНА

Больше возможностей – меньше затрат



www.himdobavki.ru

(4922) 43-02-02

Реклама

УДК 666.972.16

И.К. ИВАНОВ, руководитель службы технической поддержки
ООО «СУПЕРПЛАСТ»/ ЗАО «Владимирский ЖБК» (Владимир)

Применение химических добавок в бетон – ключ к решению технологических проблем

Совершенствование технологии изготовления бетона и железобетона на современном этапе не представляется возможным без применения химических добавок. Вводимые в состав бетона добавки (массовая доля 0,01–3%) существенно изменяют свойства бетонной смеси, снижают ее способность к расслаиванию, обеспечивают необходимую скорость загустевания и др. Химические добавки могут ускорить твердение бетона в нормальных условиях и в процессе термообработки, обеспечить ему повышенную морозостойкость, водонепроницаемость, прочность, коррозионную стойкость. Их рациональное применение изменило технологию транспортирования и укладки бетонной смеси, сделало этот процесс механизированным и менее трудоемким, значительно сократило время набора технологической или отпускной прочности бетона и, следовательно, сократило срок изготовления конструкций, что в конечном счете позволило увеличить производительность технологической линии. Химические добавки дали возможность целенаправленно вести технологический процесс производства железобетонных конструкций для определенных условий эксплуатации с требуемой морозостойкостью, водонепроницаемостью и коррозионной стойкостью. Они обеспечивают возможность существенной экономии цемента.

Предложено много химических добавок различного назначения. Они группируются и классифицируются по основному их действию на бетонную смесь и бетон:

пластификаторы, ускорители твердения, противоморозные, уплотняющие и т. д. Следует отметить, что специально для строительных целей химические добавки в России начали массово производиться и применяться только с конца 70-х гг. XX века. Это было связано с разработкой пластификатора принципиально нового класса, отличающегося высоким пластифицирующим действием на бетонную смесь. Такие пластификаторы получили название «суперпластификаторы».

ЗАО «Владимирский ЖБК» 20 лет специализируется на производстве современных химических добавок для бетонов, растворов и сухих строительных смесей. В результате сотрудничества с НИИЖБ на предприятии был налажен выпуск добавки для бетона суперпластификатора С-3 (ТУ 5745-004-43184789–05).

Суперпластификатор С-3 является одной из специальных отечественных химических добавок для бетонов, производимой методом химического синтеза. Добавка прошла лабораторные испытания, получила все необходимые сертификаты и занимает одну из лидирующих позиций среди аналогичной продукции, так как обладает стабильным качеством.

Влияние суперпластификаторов на свойства бетона

Способность суперпластификаторов повышать подвижность бетонной смеси определяет наименование этого класса химических добавок и их функциональное



Лабораторные испытания бетонной смеси: а) без применения суперпластификатора С-3; б) с применением суперпластификатора С-3

назначение в технологии приготовления бетона. Чем большей способностью к повышению подвижности бетонной смеси без снижения прочности бетона обладает данное вещество, тем с большей экономической эффективностью оно может быть использовано. Это объясняется тем, что именно благодаря этому свойству пластификатора обеспечивается снижение трудозатрат при формировании изделий, повышение прочности и водонепроницаемости бетона, экономия цемента.

Снижение водоцементного отношения при прочих равных условиях позволяет получать бетонные смеси требуемой удобоукладываемости, а также литые бетонные смеси повышенной прочности. Также в экспериментальных работах была доказана возможность замены цемента марки 500 на марку 400 в бетонных смесях с суперпластификатором С-3 без снижения прочности бетона. При правильной работе с суперпластификатором С-3 можно добиться увеличения водонепроницаемости бетона на 1–2 марки, иногда даже на 3.

Присутствие в бетоне этого суперпластификатора обуславливает формирование более прочной и плотной структуры бетона, что обеспечивает повышенные показатели марочной прочности, водонепроницаемости, морозостойкости и др., что приводит к увеличению сроков эксплуатации бетона, повышению долговечности конструкций.

Технико-экономическая эффективность применения суперпластификатора С-3 в технологии железобетона

Технические возможности, обусловленные природой суперпластификатора С-3 и реализуемые при его использовании в бетонах, свидетельствуют о комплексном действии добавки. Эффективность действия добавки проявляется на начальной стадии изготовления бетона и конструкций, на каждом этапе формирования бетона, получения готового изделия или конструкции.

При изготовлении бетонной смеси суперпластификатор С-3 обеспечивает увеличение подвижности бетона в 6–7 раз, что позволяет более чем в 2 раза снизить энергетические и трудовые затраты при изготовлении изделий, уменьшить или полностью отказаться от вибрирования. Высокая подвижность бетона позволяет транспортировать его по трубопроводу, тем самым облегчая его доставку к месту назначения, а также уменьшить содержание в бетоне воды затворения, а это, в свою очередь, значительно снижает скорость его твердения. Поэтому применение суперпластифицирующей добавки С-3 при производстве равноподвижных бетонных смесей обеспечивает существенное снижение энергетических, трудовых и материальных ресурсов, а также позволяет сократить временные затраты.

Использование суперпластификаторов, в частности суперпластификатора С-3, в технологии бетона и железобетона позволяет снизить трудозатраты при укладке

бетона на 10–60%, повысить прочность бетона на 30–70%, снизить водонепроницаемость в 2–3 раза, сократить расход цемента на 15–20%. При этом обеспечивается повышение морозостойкости, общей коррозионной стойкости бетона и качества изделий. Срок службы металлических форм для изготовления сборного железобетона увеличивается в 1,5–2 раза. В целом по приведенным затратам экономия за счет применения суперпластификаторов в технологии бетона и железобетона оценивается в 90–300 р. на 1 м³ бетона.

Годовой экономический эффект от внедрения суперпластификатора С-3 представляет собой суммарную экономию от снижения расхода материалов, энергии, трудозатрат, затрат на содержание и эксплуатацию оборудования с учетом капитальных вложений на организацию применения добавки.

Расчет годового экономического эффекта на предприятиях стройиндустрии или в строительных организациях определяется по формуле:

$$\Delta = [(C_1 + E_n K_1) - (C_2 + E_n K_2)] \cdot A_2,$$

где C_1 и C_2 – себестоимость продукции, изготавливаемой соответственно без добавок (или по базовому варианту) и с рассматриваемой добавкой; E_n – нормативный коэффициент эффективности; K_1 и K_2 – соответствующие удельные капиталовложения сравниваемых вариантов; A_2 – годовой объем производства продукции, м³ или другие натуральные единицы.

Направления использования суперпластификатора С-3

Наиболее рациональным направлением использования суперпластификатора С-3 является применение его для получения высокопрочных бетонов, бетонов с повышенной водонепроницаемостью. Применение суперпластификатора С-3 позволяет заменять марку цемента на более низкую или использовать более доступные и дешевые материалы, изменять режим пропарки бетона в сторону сокращения времени и снижения температуры, дает возможность более эффективно решать технические и экономические вопросы производства бетона и бетонных изделий.

Суперпластификатор С-3 рационально применять при изготовлении крупногабаритных густоармированных конструкций. В этом случае за счет использования бетонных смесей повышенной подвижности удастся значительно снизить трудозатраты на укладку бетона, не ухудшая при этом физико-механические характеристики бетона. Кроме того, это позволяет существенно экономить цемент.

Суперпластификаторы могут быть эффективно использованы и в других технологиях, где имеет место производство затворяемых сыпучих, в том числе тонкодисперсных материалов, транспортирование материалов по трубопроводу и т. п.

В.И. КАЛАШНИКОВ, д-р техн. наук, М.Н. МОРОЗ, инженер,
В.Ю. НЕСТЕРОВ, канд. техн. наук, В.Л. ХВАСТУНОВ, канд. техн. наук,
Н.И. МАКРИДИН, д-р техн. наук, Пензенский государственный университет архитектуры
и строительства; П.Г. ВАСИЛИК, инженер, ЗАО «ЕвроХим-1» (Москва)

Металлоорганические гидрофобизаторы для минерально-шлаковых вяжущих

Гидрофобные порошкообразные водонерастворимые металлоорганические соединения предельных жирных кислот с катионами металлов цинка, кальция, магния, марганца, алюминия вследствие их малого содержания при добавлении к минерально-шлаковому вяжущему распределяются между частицами дискретно. В связи с этим можно полагать, что эффективность их действия может быть прямо пропорциональна дисперсности порошков, а водостойкость материалов из минерально-шлаковых вяжущих (МШВ) будет непосредственно зависеть от количества вводимого гидрофобизатора и равномерности распределения его частиц в смеси.

Совместно с ЗАО «ЕвроХим-1» были проведены исследования, целью которых являлся подбор для щелочной среды солей стеариновой кислоты и их оптимального количества для карбонатно- (КШВ) и глиношлаковых (ГШВ) вяжущих, а также исследование физико-технических и гирометрических свойств материалов на их основе.

Известно, что органические добавки, в том числе гидрофобные, обладая водоотталкивающим действием, могут значительно понижать прочность композиции. Поэтому важно, чтобы минерально-шлаковые вяжущие с гидрофобизаторами имели достаточную прочность при сжатии как в начальные, так и в более поздние сроки нормального твердения.

Для исследования был использован молотый гранулированный доменный шлак Новолипецкого металлургического комбината с удельной поверхностью $S_{уд}=370 \text{ м}^2/\text{кг}$ в комплексе с молотым известняком Иссинского карьера с $S_{уд}=550 \text{ м}^2/\text{кг}$ и лягушовской глиной в оптимально подобранном ранее массовом соотношении шлак : глина – 60 : 40.

В качестве гидрофобных добавок были использованы гидрофобизаторы – стеараты цинка $(C_{17}H_{35}COO)_2Zn$, кальция $(C_{17}H_{35}COO)_2Ca$, магния $(C_{17}H_{35}COO)_2Mg$, марганца $(C_{17}H_{35}COO)_2Mn$ и алюминия $(C_{17}H_{35}COO)_3Al$.

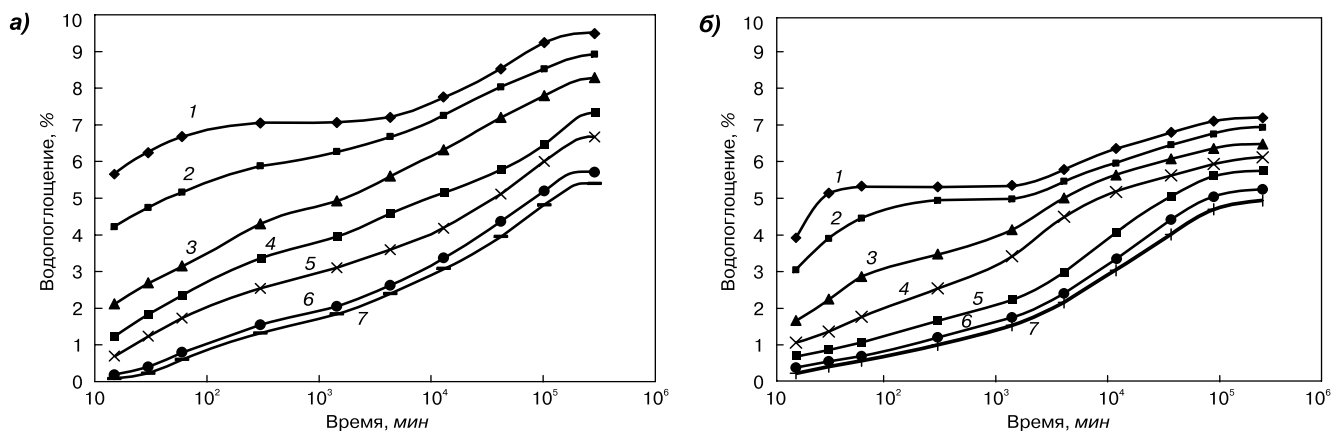
При оптимизации массовая доля стеарата цинка варьировалась от 0,5 до 3% с шагом 0,5%; В/Т отношение

во всех составах было принято 0,12. В качестве активатора твердения использовали щелочь NaOH в количестве 3% от массы вяжущего. Для предварительного анализа были отформованы образцы методом прессования при давлении 25 МПа. Часть образцов хранилась в нормальных условиях при относительной влажности воздуха более 90% в течение 28 сут, затем подвергалась испытанию на прочность при сжатии по ГОСТ 10180–78. Другая часть после твердения была помещена в эксикатор над хлоридом кальция ($CaCl_2$) для обезвоживания и стабилизации массы. Далее образцы подвергались длительному водонасыщению в воде в течение 7–8 месяцев. Периодически производился контроль водопоглощения. По истечении продолжительного экспонирования образцов в воде определяли коэффициент длительной водостойкости. Значения прочности образцов при сжатии в насыщенном водой состоянии получали после их водного испытания, а прочности в сухом состоянии – после высушивания до постоянной массы при $t=105\pm 5^\circ C$.

По результатам эксперимента были построены графики кинетики водопоглощения гидрофобизированных образцов из МШВ в зависимости от количества введенного стеарата цинка (рис. а, б) и прочности в зависимости от вида катиона металла стеарата (таблица).

Увеличение массовой доли стеарата цинка до 2–3% приводит к значительному снижению начального водопоглощения. Водопоглощение образцов КШВ с добавкой стеарата цинка в количестве 2,5% снижается в первые часы в 15–30 раз. В дальнейшем эффект гидрофобизации не исчезает и через 200 сут выдерживания образцов в воде водопоглощение понижается в 1,7–1,76 раза по сравнению с контрольным составом.

Такая же эффективность гидрофобизации наблюдается у образцов из ГШВ (рис. б). Введение стеарата цинка в количестве 2,5% от массы композиционного вяжущего после длительного экспонирования в воде понижает водопоглощение в 1,4 раза.



Кинетика водопоглощения КШВ (а) и ГШВ (б) с гидрофобной добавкой стеарата цинка: 1 – 0%; 2 – 0,5%; 3 – 1%; 4 – 1,5%; 5 – 2%; 6 – 2,5%; 7 – 3%

Таблица

№	Минерально-шлаковое вяжущее	Катион стеарата	Прочность при сжатии, МПа, в возрасте:		Водопоглощение образцов на минерально-шлаковых вяжущих, %, через:										Коэффициент длительной водостойкости
			1 сут	28 сут	15 мин	1 ч	5 ч	1 сут	7 сут	14 сут	41 сут	90 сут	200 сут		
1	Карбонатно-шлаковое	—	19,6	41,4	5,2	6,7	6,9	7	7,8	8,2	9	9,7	9,7	0,6	
2		Zn	21,3	46,3	0,2	0,8	1,6	2,1	3,2	3,6	4,6	5,2	5,7	1,18	
3		Mg	20,1	45,7	0,4	1,3	2,1	2,9	3,8	4,8	6,1	6,7	7,1	0,98	
4		Mn	16,5	30,2	0,6	1,6	2,6	3,2	4,5	5,5	6,8	7,3	7,5	0,98	
5		Ca	20,8	44,3	2,4	3,6	4,9	5,3	6,8	7,3	8,1	8,7	8,9	0,74	
6		Al	18,9	42,2	2,8	4,5	5,7	6	7,3	7,8	8,5	9,1	9,7	0,69	
7	Глиношлаковое	—	21,6	44,6	3,9	5,4	5,4	5,4	6,2	6,6	7	7,2	7,3	0,51	
8		Zn	19,4	55	0,3	0,7	1,1	1,7	3,2	3,8	4,8	5,3	5,3	1,18	
9		Mg	20,1	53,8	0,3	0,8	1,3	1,9	3,5	4,1	5,1	5,3	5,3	1,04	
10		Mn	18,8	49,5	0,3	1,1	1,6	2,2	3,8	4,4	5,3	5,5	5,5	0,65	
11		Ca	24,8	45	1,1	1,7	2,2	2,6	4,1	4,8	5,6	5,8	5,8	0,53	
12		Al	16,1	50	1,8	2,4	2,9	3,4	4,7	5,3	6,1	6,4	6,6	0,53	

Выявлено влияние вида катиона металла на повышение водостойкости минерально-шлаковых композитов и на изменение прочности при сжатии их при введении оптимального количества металлоорганических гидрофобизаторов (2,5%). По кинетике водопоглощения образцов из КШВ с гидрофобными добавками стеаратов металлов цинка, кальция, магния, марганца и алюминия видно, что более заметное уменьшение водопоглощения наблюдается при введении стеарата цинка, магния и марганца (см. таблицу). Стеарат цинка в наибольшей степени по сравнению с другими добавками повышает коэффициент длительной водостойкости: с 0,51–0,6 до 1,18 за счет интенсифицирования твердения вяжущего в воде. Введение 2,5% стеарата цинка в первые часы значительно тормозит процесс капиллярного водопоглощения, уменьшая его по сравнению с контрольным в 15 раз. К 200 сут насыщения водой водопоглощение несколько возрастает, но остается в 1,7 раза ниже водопоглощения негидрофобизированного состава.

Гидрофобное действие стеарата кальция в карбонатно-шлаковом вяжущем малоэффективно, несмотря на то что он имеет одноименный катион с карбонатом кальция.

Промежуточные значения водопоглощения через 200 сут имеют образцы, модифицированные стеаратами магния (7,1%) и марганца (7,5%), которые сорбируют воду значительно меньше, чем контрольный состав и состав со стеаратом кальция. Длительные коэффициенты водостойкости образцов со стеаратами магния и марганца высокие и составляют 0,98.

Действие гидрофобной добавки стеарата алюминия в КШВ неэффективно. Уже к 7 сут выдерживания образцов в воде значения водопоглощения практически приближаются к контрольным, а через 200 сут экспонирования становятся равными им. Коэффициент водостойкости низкий и составляет 0,69.

Введение в ГШВ стеаратов металлов магния и цинка (см. таблицу) повышает коэффициент длительной водостойкости до 1,04–1,18 и понижает водопоглощение в 1,38 раза как в начальные, так и в более длительные сроки водонасыщения. Стеарат алюминия и стеарат кальция в ГШВ, так же как и в КШВ, не проявляют высоких гидрофобных свойств.

Влияние металлоорганических гидрофобизаторов на формирование прочности МШВ также неоднозначно (см. таблицу). Замедляющее действие на формирование ранней прочности КШВ заметно на образцах, модифицированных стеаратом марганца и стеаратом алюминия. Прочность при сжатии образцов из КШВ (состав 4) через 1 сут твердения в нормальных условиях ниже контрольного на 3,1 МПа, состава 6 — на 0,7 МПа. В образцах со стеаратами кальция, магния и цинка прочность выше контрольного на 1,2; 0,5 и 1,7 МПа соответственно.

У образцов из ГШВ практически все стеараты, кроме стеарата кальция, понижают начальную прочность. Состав со стеаратом кальция имеет начальную прочность выше контрольного на 3,2 МПа.

В более поздние сроки твердения не отмечено негативного действия почти всех стеаратов, кроме влияния стеарата марганца на торможение роста прочности КШВ. Значения 28-суточной прочности при сжатии образцов из КШВ и ГШВ практически со всеми стеаратами металлов превышают значения прочности контрольного состава в различной степени в зависимости от катиона металла. Лишь стеарат марганца в образцах из КШВ (состав 5) понижает 28-суточную прочность при сжатии.

Большее повышение прочности отмечено у образцов из ГШВ с добавлением всех стеаратов металлов, и особенно стеаратов цинка и магния, прочность которых возрастает соответственно на 23 и 21%.

Можно полагать, что стеараты металлов способствуют инициированию взаимодействия глинистой составляющей с продуктами гидратации шлака.

Таким образом, полученные экспериментальные данные показали, что в глиношлаковых и карбонатно-шлаковых вяжущих наиболее длительное гидрофобизирующее действие оказывает стеарат цинка. Это можно объяснить как его более высокой дисперсностью по сравнению с другими стеаратами металлов, если принять во внимание, что насыпная плотность стеарата цинка, характеризующая дисперсность частиц, является более низкой (250 кг/м³) по сравнению с плотностями других стеаратов (300–350 кг/м³), так и вероятным селективным действием катиона металла. Возможно также изменение индукционного момента молекулы за счет различного электронного строения атомов цинка, магния, марганца, кальция и алюминия, а также различной электроотрицательности атомов. Это приводит к более сильному притяжению протонов водорода к углеводородной цепи стеарата цинка и отталкиванию молекул воды.

Проведенными ранее исследованиями гидрофобизирующей способности стеаратов металлов для цементных и гипсовых систем установлен ряд: Mg < Al < Ca < Mn < Zn, в котором гидрофобизирующая способность соответствующих стеаратов уменьшается. Однако для шлаковых вяжущих, активированных щелочью, эта зависимость нарушается. Наилучшим гидрофобизатором в этом случае является стеарат цинка, наихудшим — стеарат магния. Стеарат цинка как гидрофобизатор обладает рядом достоинств — стойкостью и длительным сохранением гидрофобизирующего воздействия на минерально-шлаковое вяжущее, а также повышением прочности вяжущего. Таким образом, стеарат цинка можно рекомендовать как эффективный гидрофобизатор шлаковых вяжущих.

Специальные добавки для бетонов компании «Бенотех»

Применение специально синтезированных химических модификаторов при производстве бетонов и растворов дает возможность выпускать долговечные высококачественные материалы. Получаемые бетоны отличаются большей морозостойкостью, сверхвысокой прочностью, высокой водонепроницаемостью, обеспечивают длительную эксплуатацию конструкций в сложных условиях.

Добавка «Суперпластификатор Бенотех S-3М» применяется при изготовлении сборных и монолитных бетонных и железобетонных конструкций и изделий, в том числе подвергаемых тепловлажностной обработке, и при приготовлении строительных растворов и товарных бетонов.

По основным эффектам действия добавка «Суперпластификатор Бенотех S-3М» относится по ГОСТ 24211-2003 к первому виду – пластифицирующе-водоредуцирующему (суперпластифицирующему), обеспечивая увеличение подвижности бетонной смеси от П1 до П5 или растворной смеси от Пк1 до Пк4, и ко второму виду, повышающему прочность бетона и раствора в проектном возрасте; снижающему проницаемость бетона и раствора; повышающему морозостойкость бетона и раствора и прочность в первые сутки твердения.

«Суперпластификатор Бенотех S-3М» – продукт на основе полиметиленафталинсульфонатов натрия, изготавливается в виде сухого порошка или готового к применению водного раствора.

Применение добавки позволяет повысить проектную прочность бетона на 20% и более, прочность в первые сутки твердения на 30%, марки бетона по водонепроницаемости и морозостойкости на 2 марки и более, а также снизить водопоглощение в равноподвижных смесях, сократить водопотребность бетонной или растворной смесей на 10–25% при сохранении заданной подвижности, применять низкомарочные цементы для получения бетонов более высоких марок.

Экономия вяжущего при применении добавки составляет 10–15 % при сохранении проектной прочности. Сохраняемость удобоукладываемости бетонной или растворной смеси удается увеличить в 1,5 раза.

Добавка «Суперпластификатор Бенотех S-3М» не снижает защитных свойств бетона по отношению к стальной арматуре и не образует высолов.

Комплексная добавка «Бенотех Уником» применяется в качестве многофункциональной при изготовлении бетонных и железобетонных конструкций и изделий, к которым предъявляются высокие требования по прочности, морозостойкости, водонепроницаемости и плотности.

Улучшенные качественные показатели бетонов и растворов, изготовленных с добавлением «Бенотех Уником», обусловлены входящими в его состав пластификаторами, кремнийсодержащими составляющими и другими соединениями. Эти компоненты позволяют эффективно использовать добавку в любых бетонных изделиях, в том числе подвергающихся тепловлажностной обработке.

Применение добавки «Бенотех Уником» позволяет повышать прочность бетона на 50–80% и обеспечивает выпуск материалов марки по водонепроницаемости W14 и выше. За счет воздухововлекающих компонен-

тов, способствующих образованию в бетонах мелкодисперсных пор, достигается морозостойкость F300–F500. Одновременно добавка уплотняет структуру бетонов и растворов, повышая их непроницаемость.

Пластичность (подвижность) бетонных и цементных растворов увеличивается с П1 до П5 (от Пк1 до Пк4), а уровень сульфатостойкости бетонов по сравнению с материалами без добавки увеличивается в 1,3 раза. При этом не снижаются защитные свойства бетонов по отношению к стальной арматуре и не образуется высолов.

Добавка «Бенотех ПМП-1» предназначена для твердения (набора прочности) бетона и строительных растворов при отрицательной температуре окружающего воздуха и предотвращения замерзания бетонной смеси при транспортировании, укладке и уплотнении на строительных объектах. Отличительной особенностью данной добавки является возможность производить строительные работы при температуре окружающего воздуха до –25°C. Она позволяет частично или полностью отказаться от прогрева инертных материалов в зимнее время.

По потребительским свойствам и технической эффективности «Бенотех ПМП-1» относится по ГОСТ 24211-03 к *противоморозным добавкам* (обеспечение твердения бетона при отрицательной температуре с набором прочности 30% и более от прочности в возрасте 28 сут нормального твердения), к *ускорителям твердения*, а также к *пластифицирующим добавкам II группы* (повышение подвижности бетонной смеси с П1 до П4 без снижения прочности бетона во все сроки твердения).

Пластифицирующая добавка «Бенотех Сипласт» предназначена для применения в строительной индустрии при производстве любых марок бетонов (товарных бетонов) и железобетонных изделий, возведения монолитных конструкций и сооружений, а также в строительных растворах, предназначенных для наружной и внутренней отделки зданий и сооружений.

Добавка «Бенотех Сипласт» увеличивает пластичность бетонных и растворных смесей, повышает технические характеристики бетонов. По потребительским свойствам и технической эффективности добавка «Бенотех Сипласт» относится к *пластифицирующим добавкам II группы* (увеличение подвижности бетонной смеси без снижения прочности бетонов) и *водоредуцирующим добавкам II группы* (снижение расхода воды с ростом прочности бетонов, повышение марки материалов по водонепроницаемости, морозостойкости).

При использовании добавки пластичность бетонных и цементных растворов увеличивается с П1 до П4, водопотребление при затворении вяжущего вещества снижается на 10–15% и позволяет обеспечивать длительную жизнеспособность бетонных смесей. Прочность бетонов или растворов повышается на 10–30%. Сцепление бетонов с закладной арматурой и металлоизделиями увеличивается в 1,5–1,6 раза с одновременным ингибированием поверхности металла. Добавка позволяет получать литые бетоны с повышенной трещино- и морозостойкостью (до 300 циклов и выше), а также водонепроницаемостью (выше W6) при использовании обычных цементов.

**ДОБАВКИ ДЛЯ СОВРЕМЕННЫХ БЕТОНОВ
И ЦЕМЕНТНЫХ РАСТВОРОВ**

БЕНОТЕХ
БЕТОН
НОВЕЙШИЕ ТЕХНОЛОГИИ

ООО Компания «Бенотех»,
Россия, 630024 Новосибирск, ул. Мира, 62
Тел.: (383) 335-86-00, 335-86-06, 335-86-20.
Факс: (383) 335-86-10, www.benotech.ru
e-mail: benotech@benotech.ru

Реклама

Alumina®

Castament®

Ceasit®

Defomex®

Denka®

Esamid®

Esapon®

Mecellose®

Melflux®

Melment®

Neolith®

Plastretard PE®

Ricem®

Starvis®

Technocel®

и многое
другое

настоящая
ХИМИЯ
будущего

 **ЕвроХим-1**

Полный спектр добавок для сухих строительных смесей

13 ЛЕТ НА РЫНКЕ СПЕЦХИМИИ

Montefibre

 CFF

 FAR

SAMSUNG

construction
polymers

115432, г.Москва, ул.Трофимова, д.2а
Тел. (495) 975-75-05 Факс (495) 975-76-00

E-mail: sss@eurohim.ru www.chem.eurohim.ru

Реклама

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

 kromschroeder

 **ПНО ПРОМАВТОМАТИКА**

 TURCK

Оборудование фирмы «Kromschroeder»:

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

Оборудование для автоматизации производства:

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

Реклама



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

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

Тел.: +7 (910) 406-83-72

Internet: www.promautomatika.ru

E-mail: mail@promautomatika.ru

MESSE MÜNCHEN
INTERNATIONAL



комплексные
строительные
конструкции

солнечные
батареи

умная
обшивка зданий



BAU 2007
15–20 ЯНВАРЯ

17 МЕЖДУНАРОДНАЯ ОТРАСЛЕВАЯ ЯРМАКА: СТРОЙМАТЕРИАЛЫ,
СТРОИТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ, МОДЕРНИЗАЦИЯ ДОМОВ
НОВЫЕ МЮНХЕНСКИЕ ЯРМАКИ

**Будущее
строительства**

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



**СТРОИТЕЛЬНЫЕ
МАТЕРИАЛЫ®**



МЕЖДУНАРОДНАЯ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ
«РАЗВИТИЕ КЕРАМИЧЕСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ РОССИИ»

КЕРАМТЭКС

15–16 марта 2007 г.

Центр Международной Торговли, Москва

**Развитие керамической
промышленности
России**

Тематические разделы конференции

Применение керамических
строительных материалов
в современном строительстве

Финансовые механизмы развития
предприятий отрасли

Рынок
технологического оборудования
для производства
керамического кирпича

Отраслевая наука
керамическому производству

Традиционно к проведению конференции
готовится тематический номер журнала
«Строительные материалы»,
в котором будут опубликованы пленарные доклады.
Текст выступления должен быть предоставлен
в редакцию журнала «Строительные материалы»
до 15 февраля 2007 г.

Спонсор конференции – ЗАО «Победа ЛСР»



Техническая поддержка –
ВК «ЭКСПО-груп»
Телефон/факс: (495) 250-75-05

**СТРОИТЕЛЬНЫЕ
МАТЕРИАЛЫ®**

Журнал «Строительные материалы»
Телефон/факс: (495) 124-32-96, 124-09-00
Лескова Елена Львовна

www.rifsm.ru

www.keramtex.ru

E-mail: mail@rifsm.ru

Кирпичный завод нового поколения будет построен в Павловском Посаде Московской области

В кирпичной промышленности России произошло знаменательное событие – в г. Павловском Посаде Московской области заложен кирпичный завод нового поколения.

К концу лета 2007 г. будет запущено полностью автоматизированное предприятие проектной мощностью 75 млн шт. условного кирпича в год. Новое производство будет выпускать лицевой кирпич одинарного и двойного формата с гладкой и структурированной поверхностью, а также широкий ассортимент фасонных изделий.

Инвесторами данного проекта, стоимость которого оценивается в 50 млн евро, выступили ЗАО «Павловская керамика» и Сбербанк России.

Строить новый завод будут буквально всем миром. Проектирует его ЗАО «Владимирский Промстройпроект». Компоновку технологической линии и отладку производства будет проводить известная немецкая фирма «Keller HCW GmbH», входящая в международную группу CERIC. Для управления всем процессом полностью автоматизированной линии использовано электронное оборудование и программное обеспечение фирмы «Siemens». Также будет задействовано оборудование итальянской фирмы «Bedeschi S.p.A.», испанской фирмы «Verdes», японской фирмы «Fapic» и др.

Строится завод практически на пустом месте, однако суть этого явления – возрождение керамического производства, которое более 100 лет велось в Павловском Посаде.

Началась история «Павловской керамики» в 1889 г., когда предприниматели П.М. Ефимов и В.Д. Костальский организовали «Гончарное заведение» и приступили к производству керамических труб. Новый бизнес процветал и расширялся, в том числе благодаря прекрасной глине Власово-Губинского месторождения, что позволяло выпускать продукцию высокого качества.

Как и все промышленные предприятия, после Октябрьской революции «Гончарное заведение» было национализировано и в 1918 г. передано в систему «Водоканала», проведены мероприятия по механизации.

В 1938 г. завод был передан в трест «Госкоммунарпром» и переименован в Павлово-Посадский завод керамических труб. Мирные планы развития предприятия нарушила Великая Отечественная война. «Все для фронта, все для Победы!» – под этим девизом в короткий срок была перестроена экономика огромной страны. В цехах Павлово-Посадского завода керамических труб собирали авиационные бомбы.

Для послевоенного восстановления народного хозяйства вновь потребовались керамические материалы в еще больших количествах. Была проведена газификация предприятия, модернизировано оборудование, расширен ассортимент выпускаемой продукции, повышено ее качество. По спецзаказу завод изготавливал керамическую черепицу для реставрации башен Московского Кремля, начал поставлять керамические трубы на экспорт.

После реконструкции в 1968 г. завод был переименован в Павлово-Посадский керамический завод. На нем была установлена прогрессивная по тем временам технологическая линия по производству лицевого керамического кирпича методом пластического формования. Производительность предприятия достигла 37,5 млн шт. условного кирпича в год.

Лихолетье перестройки и социально-экономических преобразований тяжело отразилось на процветавшем некогда предприятии. Резкий спад спроса на продукцию, постоянно изменяющиеся «правила игры» в новых условиях, ужесточение конкуренции не только с родственными предприятиями, но и с производителями других видов стеновых и фасадных изделий, невозможность провести необходимую реконструкцию производства – вот некоторые из множества проблем, возникших у предприятия.

Но настало время созидать. К руководству предприятием пришли бизнесмены новой формации, хорошо образованные, имеющие большой опыт ведения реального бизнеса в новых условиях. Перед новыми владельцами стоял непростой вопрос – реконструировать практически умирающее производство или построить на его месте новое. Видимо, новое поколение заводчиков уже готово строить. Решено было строить новый завод. И не просто завод, а самый лучший, какой можно купить за деньги.

На торжественной церемонии начала строительства нового завода присутствовали: акционеры ЗАО «Павловская керамика» В.Г. Дымов, О.Ю. Шапаренко; представитель соинвестора и.о. управляющего Киевским отделением №5278 Сбербанка России А.В. Билык; зарубежные участники проекта генеральный директор международной группы CERIC Ж. Мерьенн, генеральный директор фирмы «Keller HCW GmbH» Ж.-Ж. Вагнер, менеджер по продажам фирмы «Bedeschi S.p.A.» В. Грубачич; глава Павлово-Посадского района И.А. Варфоломеев, начальник СЭС г. Павловский Посад А.Н. Леваков, начальник налоговой инспекции г. Павловский Посад Е.В. Рудашко. Поздравить коллег приехал из Санкт-Петербурга управляющий крупнейшего в России объединения по выпуску керамического кирпича ЗАО «Победа ЛСР» С.А. Бегоулев. На торжество были приглашены также руководители предприятий-смежников, работники и ветераны предприятия, представители центральных и местных СМИ.

В своих выступлениях гости отмечали, что строительство нового завода в городе – это не только новые рабочие места и налоги в местный бюджет, это также начало нового этапа развития экономики района.

Символический первый камень нового завода был заложен в стилизованное в форме кирпича основание, на которое установлен старый пресс, демонтированный со старого завода. Начинается тяжелая, но очень благодарная работа.



Гостей торжественной церемонии начала строительства завода приветствует глава Павлово-Посадского р-на И.А. Варфоломеев



Генеральный директор фирмы «Keller» Ж.-Ж. Вагнер уверен, что в Павловском Посаде будет построен лучший завод лицевого кирпича в России



Н.Л. Конорова проработала на предприятии более 30 лет. На ней, как на гл. технолог, лежит большая ответственность при строительстве нового завода



Символический первый камень в строительстве нового завода был заложен в стилизованное в форме кирпича основание, на которое установлен старый пресс



А.А. Горячев и О.Ю. Шапаренко: «Новому заводу быть!»

КОЛЛЕГИ



К 75-летию Ю.В. Красовицкого

Редакция и редакционный совет поздравляют с 75-летием заслуженного деятеля науки РФ, доктора технических наук **Юрия Владимировича Красовицкого** — ведущего ученого и создателя научной школы в области разделения газовых гетерогенных систем с твердой дисперсной фазой зернистыми слоями.

Ю.В. Красовицкий родился 16 октября 1931 г. в Днепрпетровске (Украина). С момента окончания в 1953 г. Московского института химического машиностроения Юрий Владимирович занимался исследованиями слоевых фильтров для сухой очистки отходящих газов от пыли, которое развил затем в научное направление промышленной экологии — разделение газовых гетерогенных систем с твердой дисперсной фазой зернистыми слоями. Основными достижениями научной школы профессора Ю.В. Красовицкого являются теория кинетики фильтрования полидисперсных аэрозолей зернистыми слоями при изменяющемся во времени протекании дис-

персной фазы для различных видов фильтрования; предложен и внедрен оригинальный метод оценки степени неравномерности распределения пор в зернистых слоях.

Разработки Ю.В. Красовицкого и его научной школы защищены 6 авторскими свидетельствами СССР, 6 патентами РФ, награждены 18 серебряными и бронзовыми медалями ВДНХ СССР. Ю.В. Красовицкий автор более 400 научных работ, в том числе 7 научных монографий, которые изданы за рубежом.

Профессор кафедры «Процессы и аппараты химических и пищевых производств» Воронежской государственной технологической академии Ю.В. Красовицкий ведет большую педагогическую работу по подготовке кадров высшей квалификации. Им подготовлено 15 кандидатов наук и 2 доктора наук. Следуя гуманным традициям российской профессуры, профессор Ю.В. Красовицкий перевел в распоряжение стипендиального фонда Воронежской государственной технологической академии денежные поступления за научное руководство иностранными аспирантами, учредив персональную годовую стипендию.

Редакция и редакционный совет журнала «Строительные материалы»® желают Юрию Владимировичу крепкого здоровья и дальнейших творческих успехов.

НОВОСТИ КОМПАНИЙ

Мировой запрет экспорта хризотил-асбеста в рамках Роттердамской конвенции не прошел!

В октябре в Женеве (Швейцария) состоялась Третья конференция сторон Роттердамской конвенции. Одним из основных вопросов, стоявших на повестке встречи, было внесение хризотил-асбеста в приложение № 3 Конвенции, которое представляет собой перечень особо опасных химических веществ, международная торговля которыми подпадает под процедуру предварительного обоснованного согласия. Данная процедура фактически делает невозможной международную торговлю упомянутыми в списке веществами.

Де-факто инициаторы рассмотрения данного вопроса стремились ввести мировой запрет на торговлю хризотил-асбестом. Это уже второе рассмотрение данного вопроса; впервые ЕС и Чили поставили вопрос о запрете хризотил-асбеста в сентябре 2004 г. Тогда решение не было принято, так как 13 стран, включая Россию, проголо-

совали против ввиду отсутствия необходимых научных доказательств опасности хризотил-асбеста для населения и окружающей среды. На сегодняшний день существуют убедительные научные доказательства безопасности конечных продуктов на основе хризотила. Поэтому любые попытки стран ЕС запретить хризотил не имеют под собой достаточных научных оснований.

Согласно решению Второй конференции сторон Роттердамской конвенции вопрос о включении хризотила в Приложение № 3 перенесен на 2008 г. Это решение по-прежнему оставляет шансы противникам хризотил-асбеста вновь вынести на обсуждение этот вопрос, однако для всех участников Конвенции становится очевидным, что движущей силой этих усилий является экономический интерес, а никак не стремление обеспечить лучшее будущее для всех жителей земли.

По сообщению
НО «Хризотиловая ассоциация»

Компании «Хенкель» 130 лет

Международная компания «Хенкель» основана торговцем Ф. Хенкелем в 1876 г. в Германии для производства стирального порошка. В настоящее время компания развивает свой бизнес по четырем направлениям: моющие и чистящие средства, косметика и личная гигиена, бытовые клеи и товары для ремонта и средства обработки поверхности (Технология «Хенкель»).

Подразделение «Бытовые клеи и товары для ремонта» включает производства всех видов клеев, сухих строительных смесей, монтажной пены и герметиков. В настоящее время в России производится клей Момент, обойный клей Метулан, сухие смеси Ceresit и профессиональные продукты Момент Монтаж, Момент Герметик, Момент ПВА и др.

История компании «Хенкель» в России началась в 1991 г. с создания совместного предприятия «Совхенк» в г. Энгельсе Саратовской области по производству моющих средств. В настоящее время компания производит продук-

цию на пяти предприятиях в различных регионах России. В г. Коломне Московской обл. расположено предприятие «Хенкель Баутехник», выпускающее сухие смеси торговой марки Ceresit (клеи для укладки плитки, напольные составы, клеи для монтажа теплоизоляционных плит и система скрепленной теплоизоляции). Расширяя этот бизнес, компания в 2006 г. начинает строительство нового завода по производству ССС в Челябинске.

Также к 130-летию компании «Хенкель» приурочено открытие «Центра компетенции CERESIT – фасадные системы», задачей которого являются профессиональные консультации в области утепления фасадов системой Ceresit.

За последние пять лет инвестиции «Хенкель» в России составили 80 млн евро, только в 2005 г. — почти 18,5 млн евро. В 2005 г. общий объем продаж компании в России достиг 450 млн евро.

По материалам
компании «Хенкель»

КОЛЛЕГИ



**К 50-летию
Я.И. Зельмановича**

Яков Иосифович Зельманович родился в 1956 г. в г. Хмельницком (Украина). В 1978 г. он закончил химический факультет, а в 1981 г. — аспирантуру на кафедре общей химии Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова.

После защиты в 1982 г. диссертации на соискание ученой степени кандидата химических наук Я.И. Зельманович трудится в области производства кровельных материалов. Он работал в ведущих научных и производственных организациях этого направления — ВНИИКровля, ВНИИСтройполимер, НПО «Полимерстройматериалы».

Я.И. Зельманович принимал участие в выполнении ряда государственных целевых программ, направленных на развитие промышленности кровельных материалов. Яков Иосифович является разработчиком/создателем нескольких десятков видов кровельных материалов,

выпускаемых отечественной промышленностью. При его участии впервые в России было организовано серийное промышленное производство битумно-полимерных материалов, в том числе на полиэфирных основах и т. д.

Продолжая работать в отрасли, Я.И. Зельманович закончил в 1995 г. курс маркетинга в Лондонской школе бизнеса.

С 1999 г. он возглавляет Научно-технический центр «Гидрол-Кровля», специализирующийся на проведении научной, инжиниринговой и маркетинговой деятельности в области производства и применения кровельных и гидроизоляционных материалов. Богатые знания и опыт Я.И. Зельмановича востребованы не только на своем предприятии, он является консультантом многих строительных и производственных отечественных и зарубежных кровельных компаний, а также членом нескольких научно-технических советов. Яков Иосифович автор более 40 научных и маркетинговых работ и более 10 изобретений.

Редакция журнала поздравляет Якова Иосифовича Зельмановича — нашего постоянного автора и научного консультанта — с юбилеем и желает крепкого здоровья, неиссякаемой энергии и дальнейших творческих и трудовых успехов.

НОВОСТИ КОМПАНИЙ

**«Борский силикатный завод»
расширяет производство**

ОАО «Борский силикатный завод» (Нижегородская область) вложил в закупку оборудования и монтаж линии подготовки силикатной массы, которая используется для производства силикатного кирпича, 380 тыс. евро. Оборудование закуплено у компании «W+K» (Германия) на сумму 180 тыс. евро. Пуск линии планируется осуществить к концу 2006 г. Мощность линии рассчитана на производство 120 млн шт. кирпича в год. «Борский силикатный завод» осуществляет поставки кирпича в Нижегородскую область, Республику Коми, Мордовию, Кировскую область и Москву.

Кроме того, на территории предприятия будет размещен завод по выпуску газобетонных блоков. Пуск завода намечен на май—июнь 2007 г. Начальная мощность первой очереди составит 100 тыс. м³ блоков в год, с пуском второй очереди линии в конце 2008 г. предприятие будет выпускать около 200 тыс. м³ продукции. Контракт на поставку оборудования на сумму 4 млн евро заключило ООО «Боргазбетон» с фирмой «W+K». Инвестиции компании в новое производство составляют 265 млн р.

По материалам агентства
«НТА-Приволжье»

Новое покрытие для древесины

Впервые на отечественный рынок фирмой «Ловин-огнезащита» представлено декоративно-текстурное покрытие для древесины ЛОВИНЕКС, обеспечивающее кроме декоративного эффекта огне- и биозащиту древесины.

Покрытие представляет собой водный раствор неорганических соединений — антипиренов, биологически активных веществ и различных целевых технологических добавок, обеспечивающих высокие эксплуатационные и декоративные свойства препарата. Входящие в состав по-

крытия антипирены придают древесине огнезащитные свойства, биологически активные вещества предохраняют от биоразрушений, предупреждают появление дереворазрушающих грибов, а также древесных вредителей. Гидрофобные добавки надежно предохраняют древесину от неблагоприятных внешних воздействий. Кроме того, водо-непроницаемость пленки обеспечивает невывмываемость входящих в состав антипиренов и антисептиков.

По материалам
ООО «Ловин-огнезащита»

НОВЫЕ КНИГИ

Бедов А.И., Габитов А.И.
**Проектирование, восстановление и усиление
каменных и армокаменных конструкций**
Москва: Издательство АСВ, 2006.

В учебном пособии рассмотрены виды и механические свойства материалов, применяемых для каменных и армокаменных конструкций в соответствии с действующими нормами, описаны программные комплексы и программы, такие как МОНОМАХ, КАМИН, NormCAD и др. Показаны характерные дефекты и повреждения таких

конструкций, проявляющиеся на стадии их возведения и при эксплуатации. Рассмотрены принципиальные схемы усиления и восстановления каменных и армокаменных конструкций и их элементов, повышения пространственной жесткости каменных зданий, а также устройства и восстановления гидроизоляции и повышения теплозащиты ограждающих конструкций.

Книга предназначена для студентов строительных специальностей, а также может быть полезна инженерно-техническим работникам проектных и строительных организаций.



Главный форум нерудников России и стран СНГ состоялся в Москве

6–8 сентября 2006 г. в Москве прошла XII Международная конференция «Технология, оборудование и сырьевая база горных предприятий промышленности строительных материалов». Ее организовали ассоциация «Недра», Московский государственный горный университет и РНТО строителей. В работе конференции приняли участие более 200 руководителей и специалистов горных предприятий промышленности строительных материалов, представители фирм – производителей оборудования, ученые исследовательских институтов и вузов, представители органов исполнительной власти регионов. Пленарные заседания проходили в МГГУ, выездная сессия состоялась на Мансуровском карьероуправлении.

В России продолжается устойчивый рост объемов производства строительных материалов. Интенсивно увеличивается выпуск щебня из прочных изверженных пород. Приращения объемов производства большинства видов строительных материалов значительно превышает темпы роста промышленной продукции в целом по стране. Улучшаются такие показатели качества функционирования предприятий, как прибыль, рентабельность, производительность труда. Производителей строительных материалов – основных потребителей минеральной продукции ее качество в основном удовлетворяет.

Доля нерудных строительных материалов (НСМ) в минеральной продукции, используемой в промышленности строительных материалов, составляет 70%. По данным и.о. ректора МГГУ д-ра техн. наук В.Л. Петрова, в горной подотрасли промышленности строительных материалов работают 91,6 тыс. человек, из них горных инженеров 15 тыс. человек. Однако распределены трудовые ресурсы отрасли крайне не равномерно. Более 70% работников трудятся в европейской части страны, а в горной отрасли ПСМ Дальневосточного региона, эффективному освоению которого уделяется большое внимание руководства страны, работает лишь 2,9 тыс. человек. Этот фактор следует учитывать при планировании инвестиционных проектов.

Доля НСМ в общем объеме добываемых твердых полезных ископаемых в мире (20 млрд т) превышает 1/3. Максимальное количество НСМ производится в США – 2,9 млрд т в 2005 г. По производству НСМ на одного жителя Россия отстает от развитых государств в 4–8 раз.

Тенденцией в мировой ПСМ является концентрация производства и межотраслевая интеграция. Например, один из мировых лидеров – компания «Лафарж» выпускает 200 млн т НСМ, 35 млн т бетона и 100 млн т цемента. Процесс концентрации предприятий происходит и в России. Так, примерно половину российского цемента изготавливают 13 заводов «Евроцемент групп» с численностью персонала около 30 тыс. человек. В Северо-Западном регионе финансово-промышленная группа ЛСР объединяет предприятия по производству строительных материалов, проектные, строительные, транспортные и управляющие компании. В нее входит крупнейший производитель гранитного щебня региона ОАО «Гранит-Кузнечное», группа является самым крупным в России производителем керамического кирпича.

В выступлениях специалисты неоднократно отмечали, что в горной отрасли ПСМ сохраняются негативные явления, которые могут затормозить выполнение государственной программы по жилищному строительству и вызвать рост стоимости возводимых объектов. Основные фонды обновляются медленно, большинство предприятий не имеет возможности повышать качество продукции и расширять ее ассортимент, поскольку применяет устаревшие технологии; остается высоким травматизм. Резко обострилась проблема выделения земель для ведения горных работ, что нередко ставит под угрозу существование предприятий. Однако ни муниципальные, ни федеральные органы власти не оценивают социальных последствий, связанных с ликвидацией предприятий. Главная из них – массовая безработица, поскольку горные предприятия обычно являются градообразующими.

На конференции были заслушаны доклады по основным направлениям горного производства: минерально-сырьевая база, процессы горных работ и переработки минерального и техногенного сырья, взрывное и механическое рыхление массива скальных пород, качество минеральной продукции и перспективы расширения ее ассортимента. Доклады об опыте работы представили такие передовые карьероуправления, как Гранит-Кузнечное, Пятовское, Орское. Большое внимание в докладах было уделено оборудованию, выпускаемому в России и других странах («ОМЗ-Горное оборудование



А.А. Журавлев, президент Ассоциации «Недра»



Л.С. Кураш, нач. отдела ПТО ОАО «Нерудпром»



В.Ф. Степанова, д-р техн. наук, зав. лабораторией коррозии и долговечности бетонных и железобетонных конструкций НИИЖБ



На пленарные заседания конференции были приглашены сотрудники и студенты старших курсов МГГУ



В.И. Эйрх, д-р экон. наук, директор ООО «МКК Неруд»



Ю.А. Малинин, зам. генерального директора ОАО «Росдорлизинг»

и технологии», «БелАЗ», «Дробмаш», «Механобр-техника», НИИпроектасбест, «Ламел-777», «Новые технологии» и др.), особенно самоходным и передвижным дробильно-сортировочным комплексам. Основные доклады опубликованы в журнале «Строительные материалы»[®] №8–2006 г. Выступавшие выразили обеспокоенность отставанием отечественного горного машиностроения, отсутствием у руководителей машиностроительных заводов осознанного стремления к созданию конкурентоспособных горных и обогатительных машин. Чтобы переломить существующее положение, требуются инвестиционные программы. Но для этого нужно внести изменения в инвестиционную политику страны. Необходима также программа развития нерудной отрасли ПСМ.

Были высказаны замечания и предложения по решению вопросов, ставших актуальными в последние годы. Самым дискуссионным остается вопрос о необходимости повсеместного производства щебня 1-й группы. Хотя тема о рациональной технологии, оптимальном типе оборудования и направлении использования такого щебня обсуждается много лет, расхождения во мнениях сохраняются.

В.Ф. Степанова, д-р техн. наук (НИИЖБ), в своем докладе привела пример, показавший, насколько велико влияние качества заполнителей на долговечность сооружений. Обследование Кислогубской ГЭС, запущенной в эксплуатацию в 1968 г., показало, что конструкции находятся в хорошем состоянии. Как отметила докладчик, в те годы промышленность не располагала таким арсеналом полимерных добавок, как в настоящее время, однако при проектировании бетона уделялось большое внимание фракционному составу и чистоте заполнителей. Это позволяло получать долговечный бетон высокого качества.

Анализ действующих ГОСТов показывает, что требования к заполнителям бетона достаточно высоки. Большое значение имеет строгое соблюдение нормируемых показателей при производстве заполнителей, а также правильный подбор состава бетона.

Снова было обращено внимание на сложности, которые создает архаичная система учета НСМ в кубических метрах. Такой учет провоцирует конфликты с потребителями и транспортными организациями (канд. техн. наук А.А. Матросов, СоюздорНИИ).

Несколькими выступавшими поднимался вопрос о недостатке квалифицированных инженерных и рабочих кадров. Предложен один из путей пополнения инженерного корпуса – переподготовка специалистов, не имеющих горного образования, для получения права руководства горными работами (канд. техн. наук Е.В. Птичников, МГГУ).

Выступления участников конференции показали, что получение достоверных данных о состоянии отечественной промышленности стало весьма затруднительно. В доступных изданиях Росстата приводятся лишь отрывочные сведения общего плана. Негативную роль в этом вопросе сыграла замена классификатора отраслей народного хозяйства на классификатор видов деятельности.

На конференции были приняты итоговые документы, в которых предложено сосредоточить внимание государственных и муниципальных структур и инженерной общественности на решении группы правовых и научно-производственных вопросов. В числе основных вопросов можно назвать:

- обоснование требований к минеральной продукции будущего и разработку прогноза развития горных подотраслей ПСМ как части строительного комплекса России;
- включение в законы о недропользовании положений, стимулирующих полноту выемки запасов полезных ископаемых, комплексное освоение природных и техногенных ресурсов;
- формирование эффективной системы кредитования горных предприятий, учитывающей особенности структуры основных фондов и возможность оценки права пользования участком недр при определении размеров залога;
- сокращение землеемкости горного производства;
- расширение ассортимента минеральной продукции, в частности увеличение фракций щебня и песка, а также смесей фракций;
- расширение объема использования отсевов дробления для изготовления различной продукции;
- организацию серийного выпуска конкурентоспособного отечественного горного и обогатительного оборудования;
- создание сервисной службы обслуживания оборудования.

Участники конференции вновь отметили большую роль отраслевых мероприятий в жизни профессионального сообщества, возможность живого общения и обсуждения различных проблем руководителями и специалистами предприятий с учеными исследовательских институтов, представителями машиностроительных компаний.

Г.Р. Буткевич, канд. техн. наук,
председатель секции «Нерудные строительные материалы»
РНТО строителей



Е.Л. Рапопорт, директор по развитию Корпорации «Автострада»



Г.И. Газалева, канд. техн. наук, технический директор ЗАО «Бест-Гранит»



В.А. Гавель, нач. отдела технического развития ОАО «Гранит-Кузнецкое»



Зам. председателя комитета ТПП по предпринимательству в сфере строительства и ЖКХ Л.С. Баринаова и председатель секции «Нерудные строительные материалы» РНТО строителей Г.Р. Буткевич



Выездная сессия состоялась на Мансуровском карьереуправлении



ВОСЬМАЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ ВЫСТАВКА

ОТЕЧЕСТВЕННЫЕ СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ 2007



В РАМКАХ ВЫСТАВКИ ЕЖЕГОДНЫЙ ФОРУМ "СТРОЙИНДУСТРИЯ РЕГИОНОВ РОССИИ"

5-8 ФЕВРАЛЯ
МОСКВА, СК "ОЛИМПИЙСКИЙ"

ОРГАНИЗАТОРЫ



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



Правительство Московской области



При поддержке
Федерального агентства по строительству
и жилищно-коммунальному хозяйству



ЕВРОЭКСПО

WWW.OSMEXPORU

ГЕНЕРАЛЬНЫЙ
ИНФОРМАЦИОННЫЙ СПОНСОР



ИНФОРМАЦИОННАЯ ПОДДЕРЖКА



ГЕНЕРАЛЬНЫЙ
ИНТЕРНЕТ-ПАРТНЕР



ИНФОРМАЦИОННЫЕ СПОНСОРЫ



УДК 666.972

А.А. ЗИНОВЬЕВ, канд. техн. наук, Н.В. ДВОРЯНИНОВА, инженер,
Братский государственный университет

Местное техногенное сырье как добавка для цементных растворов

Для районов с суровым климатом, в частности для города Братска, повышение строительно-технических и эксплуатационных свойств бетонов и строительных растворов является актуальной задачей.

Известно, что термин «долговечность» применительно к бетону на цементных вяжущих означает, что строительные элементы из него в течение предусмотренного срока службы устойчивы ко всем воздействиям окружающей среды, в том числе физическим, химическим, биологическим, механическим [1].

На свойства строительных растворов, в основном применяемых в тонких слоях и укладываемых на пористые основания, определяющее влияние оказывает их структура. Структуру и свойства растворной смеси и затвердевшего раствора можно в значительной степени регулировать в нужном направлении за счет применения органоминеральных модификаторов. В настоящее время номенклатура предлагаемых на рынке модифицирующих добавок достаточно широка. Однако большинство из них является дальнепривозными, дорогостоящими либо нетехнологичными.

Город Братск и регион в целом имеют ряд крупных предприятий, образующих комплекс многотоннажных отходов и попутных продуктов, физические свойства и химический состав которых позволяют рассматривать их как потенциальное сырье для использования в качестве модифицирующих добавок цементных систем. Это такие предприятия, как ООО «Братский завод ферросплавов» и заводы и комбинаты по переработке древесины, входящие в состав ОАО «Братсккомплексхолдинг» (ранее известного как Братский лесопромышленный комплекс – БЛПК).

Основным попутным продуктом при выплавке ферросилиция и его сплавов является кремнеземная пыль или микрокремнезем (МК).

Из литературных источников [2, 3, 4] МК известен как активная пуццолановая добавка к цементным системам, оптимальное содержание которого в растворах и растворных смесях рекомендовано до 20% от массы цемента.

Механизм действия активного кремнезема обусловлен реакцией пуццоланизации, в результате которой происходит химическое связывание гидроксида кальция $\text{Ca}(\text{OH})_2$, образовавшегося в ходе гидrolитического разложения основных клинкерных минералов, с выделением дополнительных кристаллов гидросиликатов и гидроалюминатов кальция, составляющих цементный гель (С–S–Н гель).

На Братском заводе ферросплавов МК выпускается в соответствии с ТУ 5743-048-02495332-96 в неуплотненном состоянии и отгружается потребителям затавленным в биг-бэги.

В процессе основного производства осаждение микрокремнезема происходит на четырех полях системы газоочистки плавильных печей. Место отбора МК (поле) определяет его химический состав (см. таблицу) и дисперсность, которая уменьшается от 1-го поля к 4-му.

В настоящей работе в качестве минеральной модифицирующей добавки к цементным строительным растворам использовали микрокремнезем 3-го и 4-го полей, характеризующийся показателями: истинная плотность –

2,25 г/см³; насыпная плотность – 220 кг/м³; удельная поверхность – ≤ 2500 м²/кг; размер частиц – 0,1–3 мкм; ППП – 5,05%; водородный показатель (рН) – 6.

Известно, что применение МК в цементных системах наиболее эффективно в комплексе с ПАВ [5]. Такие промежуточные продукты глубокой химической переработки древесины при сульфатно-целлюлозном производстве Братсккомплексхолдинга, как черный сульфатный шлох (ЧСШ), сырое сульфатное мыло (ССМ) или отходы – «карамель» (К), лигнин талловый (ЛТ), пек талловый (ПТ) и др., известны как органические ПАВ. Эти вещества в зависимости от их функционального действия в цементных системах подразделяются на два основных типа – пластифицирующе-воздухововлекающего (ЧСШ) и воздухововлекающего действия (ССМ) и попутные продукты лесохимии из отходов, модифицированные, омыленные, щелочами для придания им водорастворимых свойств – ОК, ЛТО, ОТП).

Применение воздухововлекающих добавок является эффективным приемом повышения подвижности растворных смесей и улучшения их строительно-технических свойств [5].

В качестве ПАВ воздухововлекающего действия – органического модификатора свойств строительных растворов – в настоящей работе использовался омыленный талловый пек (ОТП) [6], известный ранее как клей талловый пековый (КТП).

Среди промежуточных и попутных продуктов БЛПК клей талловый пековый (КТП) был первым веществом, нашедшим практическое применение в качестве поверхностно-активной добавки к строительным растворам (1973 г.) и бетонам (1985 г.). Добавка была предложена и впервые исследована ОИСМ «Братскгэсстрой» сначала в растворах, а позднее как самостоятельная добавка в бетонах.

ОТП является веществом, хорошо растворимым в воде, производится на одном из заводов Братсккомплексхолдинга как товарный продукт в соответствии с ТУ 13-0281078-146–90 (взамен ОСТ 13-145–82*) и по основному назначению выпускается для приготовления клей-пасты для проклейки картона и низких сортов бумаги.

Массовая доля веществ, входящих в ОТП, %: нейтральных – 25–31; окисленных – 13–17; смоляных кислот – 18–26; жирных кислот – 31–34.

С целью изучения влияния МК Братского завода ферросплавов и ОТП на основные свойства строительных растворных смесей и растворов была проведена серия лабораторных исследований. Исследования проводились на растворных смесях одинакового состава Ц:П=1:4 при условии получения как равноподвижных

Поле	Основные оксиды, %							ППП, %
	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	Al ₂ O ₃	CaO	
1	70,6	0,48	1	0,43	0,4	0,98	0,78	25,28
2	84,3	0,28	0,98	0,42	0,36	0,86	0,48	12,24
3	90,7	0,19	1,02	0,41	0,36	0,76	0,34	6,14
4	93	0,14	1,03	0,41	0,36	0,7	0,26	3,96

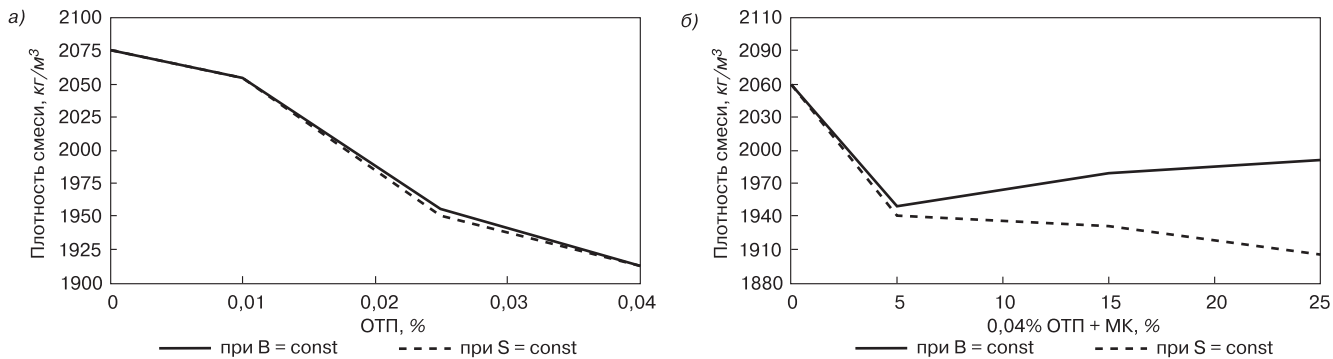


Рис. 1. Зависимость плотности растворов смесей от количества введенных добавок: а) ОТП, % от массы цемента в пересчете на сухое вещество; б) комплексной добавки (0,04%ОТП+МК), % от массы цемента

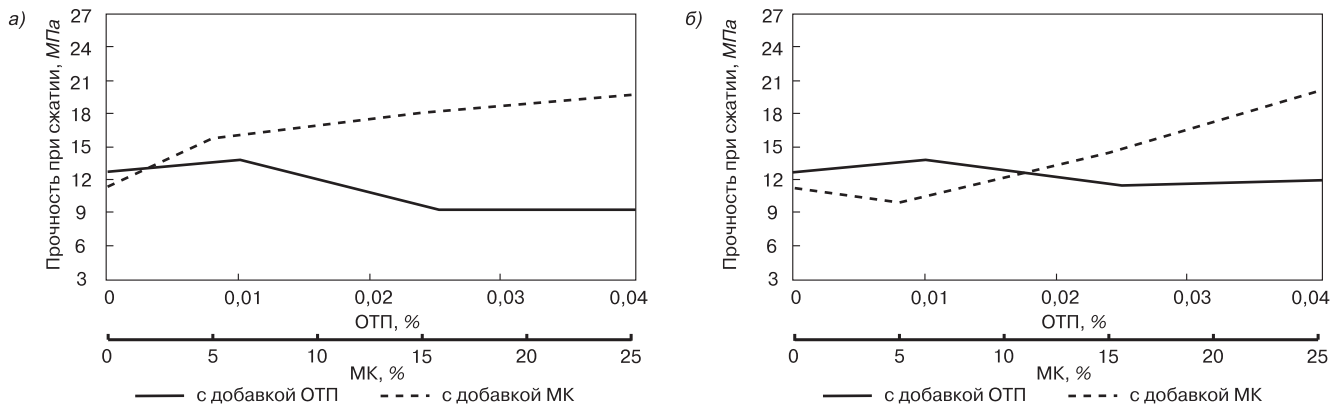


Рис. 2. Зависимость прочности раствора от количества введенных добавок ОТП и МК: а) при S=const; б) при V=const

смесей ($S=const$), так и с постоянным количеством воды ($V=const$). Дозировка МК варьировалась в интервале от 0 до 25% от массы цемента, дозировка ОТП – от 0 до 0,04% от массы цемента в пересчете на сухое вещество. В качестве вяжущего применялся широко распространённый и наиболее часто употребляемый в Иркутской области цемент Ангарского цементного завода марки М400Д20. В качестве мелкого заполнителя использовался обогащенный песок фракции 0–1,25 мм, насыпной плотностью 1520 кг/м³, модуль крупности – 1,75.

Основные свойства растворов смесей и растворов, регламентированные ГОСТ 28013–98*, определяли в соответствии с ГОСТ 5802–86.

В результате проведения лабораторных исследований было установлено следующее.

Введение добавки ОТП приводит к вовлечению дополнительного количества воздуха по сравнению с бездобавочными, что прослеживается по снижению плотности растворов (рис. 1 а). Прочностные показатели при введении добавки ОТП практически не снижаются (рис. 2 а).

Исследования позволили определить оптимальное содержание добавки ОТП в строительных растворах в количестве, равном 0,04% от массы цемента, так как при данном расходе добавки обеспечивается дополнительное вовлечение воздуха в объеме 10–12%.

Исследования влияния добавки МК осуществлялось на аналогичных смесях равной подвижности и постоянного водосодержания, при этом МК вводился в растворную смесь в количестве от 5 до 25% от массы цемента. Анализ полученных данных позволяет отметить, что плотность раствора с добавкой МК при постоянном водосодержании практически не меняется, а равноподвижные смеси с МК имеют более низкие показатели плотности, что можно объяснить увеличением количества воды в данных растворах. Прочность растворов при сжатии в возрасте 28 суток нормально-влажного твердения с добавкой МК увеличивается по сравнению с бездобавочными в 1,8 раза (рис. 2), что подтверждает увеличение количества допол-

нительных новообразований в С–S–Н-геле, приводящих к упрочнению микроструктуры цементного камня твердеющего раствора.

На рис. 4 показана зависимость подвижности растворной смеси в зависимости от содержания различных добавок.

Анализируя полученные данные, можно сделать вывод, что введение МК в разных количествах при неизменном расходе воды оказывает неоднозначное влияние на подвижность растворной смеси: с одной стороны, приводит к увеличению количества цементного теста, что способствует повышению удобоукладываемости растворной смеси, с другой – снижению его качества (консистенции). При введении МК в небольших количествах, до 5% от массы цемента, происходит некоторое увеличение подвижности смеси. В этом случае большую роль оказывает фактор увеличения общего количества цементного теста в смеси. При добавлении МК в количестве более 5% от массы цемента наблюдается снижение удобоукладываемости растворной смеси по причине ухудшения качества цементного теста (повышение консистенции) в связи с высокой удельной поверхностью и водопотребностью МК.

Введение ОТП оказывает однозначное влияние на удобоукладываемость смеси: при постоянном расходе воды с увеличением количества вводимого в смесь ОТП происходит повышение подвижности смеси, что связано с дополнительным вовлечением в смесь пузырьков воздуха. При этом добавка ОТП пластифицирует смесь, делая ее более подвижной и увеличивая ее в объеме по сравнению с бездобавочным составом.

Из этого следует, что совместное применение указанных добавок должно обеспечить получение строительных растворов с гарантированными показателями по долговечности.

Исследование совместного влияния МК и ОТП проводилось путем введения в растворную смесь их комплекса, в котором количество добавки ОТП составляло 0,04% от массы цемента, а МК – соответственно варьи-

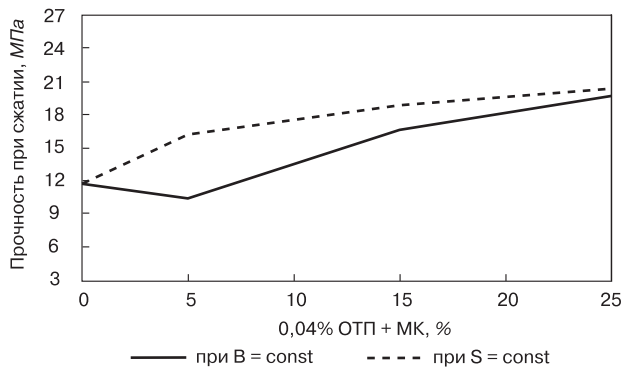


Рис. 3. Зависимость прочности раствора от количества введенной комплексной добавки (0,04%ОТП+МК), % от массы цемента

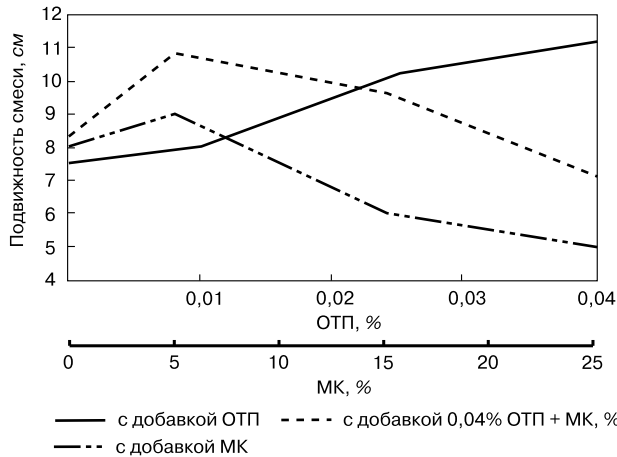


Рис. 4. Зависимость подвижности растворов смесей от количества введенных добавок МК, ОТП и комплексной добавки (МК+ОТП), % от массы цемента, при V=const

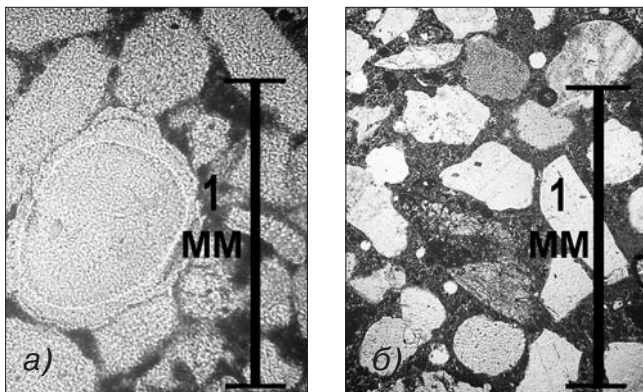


Рис. 5. Структура цементно-песчаного раствора в проходящем свете: а) без добавки; б) с комплексной добавкой

рвалось от 5 до 25%. Проведенный эксперимент позволил определить оптимальное содержание МК при использовании совместно с ОТП, которое составило 18% от массы цемента. При таком количестве МК подвижность растворной смеси остается на уровне бездобавочной, а прочностные показатели повышаются на 40–50%.

В ходе эксперимента у растворных смесей и растворов были определены некоторые из основных строительно-технических и эксплуатационных свойств, графические зависимости которых представлены на рис. 1б, 3 и 4. Анализ полученных результатов показал:

- 1) водоудерживающая способность смесей с добавкой (МК+ОТП) составила 98,2%, что превышает регламентированный показатель. Такой эффект можно объяснить высокой удельной поверхностью МК, удерживающей воду, и вовлечением в смесь диспергированных воздушных пузырьков;

- 2) жизнеспособность смеси, определяемая по замерам подвижности конусом СтройЦНИИЛ через каждые 20 мин, увеличилась по сравнению с бездобавочной смесью на 1 ч и составила 2 ч 20 мин; при этом отделения воды не произошло, указанное время было зафиксировано при достижении показателя подвижности в 3,5 см;
- 3) расслаиваемость смеси с комплексной добавкой составила 0,3%, что значительно ниже рекомендуемых значений. Эффект снижения расслаиваемости смеси связан со свойством МК сокращать водоотделение цементных растворов;
- 4) совместное применение добавки (МК+ОТП) обеспечивает увеличение прочности раствора при сжатии в 1,7 раза по сравнению с бездобавочными после 28 сут нормально-влажностного твердения с одновременным увеличением содержания в растворных смесях дополнительно вовлеченного воздуха в объеме около 7%; при этом смеси равной удобоукладываемости на практике отличаются лучшей формуемостью.

Оптическое изучение опытных образцов (ПОЛАМ Р-112) показало существенное различие в их структуре. В бездобавочном составе в сложении структуры участвуют зерна заполнителя и цементный камень с капиллярными порами размерами 0,3–0,5 мм и заземленным воздухом. Структура состава с комплексной добавкой очевидно подтверждает повышение количества вовлеченного воздуха и характеризуется тем, что изолированные воздушные поры с размерами 0,02–0,05 мм равномерно распределены по объему цементного камня (рис. 5).

Полученные результаты позволяют рекомендовать комплексную добавку состава 0,04%ОТП+18%МК для модификации свойств растворных смесей и растворов с повышенными требованиями по прочности и долговечности в условиях Сибирского региона, так как их совместное влияние изменяет микроструктуру цементного камня, одновременно упрочняя его, с одной стороны, и способствуя образованию дополнительной условно-замкнутой пористости полученных растворов – с другой. Такая структура позволит увеличить морозо- и коррозионную стойкость цементных растворов как общестроительного назначения – кладочных, монтажных, штукатурных, так и специального назначения, например гидроизоляционных.

Список литературы

1. Штарк Иохен, Вихт Бернд. Долговечность бетона. Киев: Оранта. 2004. 301 с.
2. Батраков В.Г. Модифицированные бетоны. М.: Стройиздат. 1990. 400 с.
3. Каприелов С.С., Шейнфельд А.В. Сравнительная оценка эффективности отходов ферросплавных производств // Исследование и применение химических добавок в бетонах. Сборник научных трудов/ Под ред. В.Г. Батракова, В.Р. Фаликмана. М.: НИИЖБ Госстроя СССР. 1989. С. 88–96.
4. Браун Г. Микрокремнезем – универсальная добавка // 2-я Международная научно-техническая конференция «Современные технологии сухих смесей в строительстве»: Сборник докладов. СПб.: ПГУПС. АНТЦ «АЛИТ». 2000. С. 107
5. Зозуля П.В. Общая характеристика свойств сухих строительных смесей и их оценка // II Международная конференция ВАТМIX «Сухие строительные смеси для XXI века: технологии и бизнес»: Сборник тезисов. СПб. 2002. С. 6–8.
6. Пособие по применению химических добавок при производстве сборных железобетонных конструкций и изделий (к СНиП 3.09.01–85). НИИЖБ. М.: Стройиздат. 1989. 39 с.

Принципы бетонирования монолитных конструкций

Монолитное строительство в последние годы приобретает все большую популярность. Основными достоинствами монолитного строительства являются универсальность решений, возможность получения больших пространственных конструкций, низкая капиталоемкость, короткие сроки строительства и низкие расходы. Эти достоинства обусловлены тем, что в монолитном строительстве используются готовые универсальные формирующие устройства многоразового использования, готовые элементы арматуры и бетонный раствор. Существенным достоинством также является высокая механизация всех процессов — использование кранов для монтажа и демонтажа опалубки, монтажа арматуры, перемещения емкостей с бетонным раствором, использование специальных машин и насосов для транспортировки и уплотнения раствора.

При монолитном строительстве элементы конструкции формируются, армируются и бетонируются на месте строительства. Поэтому одной из самых существенных задач реализации объекта такого типа является правильное проведение бетонирования. На окончательный результат влияют подготовка форм, качество бетонного раствора, способ его транспортировки и укладки, а также соответствующее уплотнение и правильный уход во время схватывания конструкции.

Монолитные конструкции из-за больших размеров делятся на технологические рабочие участки, стыки которых соединяются рабочими швами. Локализация рабочих швов обозначена в проекте и согласована с технологом и конструктором. Очень важно при выполнении монолитной конструкции правильно запроектировать расположение рабочих швов.

Во время исполнения каркаса бетонных монолитных конструкций швы выступают на верхней поверхности фундамента и нижних поверхностях балок. При бетонировании конструкции залов с подкладываемыми балками рабочие швы следует выполнять на трех уровнях.



Рис. 1. Заливка бетонного раствора перекрытий

Конструкция рам заловых объектов, колонны которых переходят в формирующие уклон крыши ригели, требует размещения швов за капиталью колонн на начальном участке ригелей. На высоких балках, монолитно связанных с плитами, швы размещаются на 20–30 мм ниже нижней поверхности плиты и добетонируются.

Поверхность рабочих швов должна быть перпендикулярна продольной оси бетонируемого элемента, а в случае стен и плит — перпендикулярна их поверхности. Соответствующую поверхность рабочих швов можно получить при помощи пластин с отверстиями для пропуска прутьев арматуры, проходящих через шов. Конструкция пластин должна принимать гидростатическое давление бетонного раствора.

К конструкциям такого типа относятся опоры, несущие стены, толстые фундаментные плиты и большие фундаментные подошвы. При бетонировании такого рода объектов рекомендуется деление массива на блоки площадью более 60 м², высотой 4,5 м. Бетонный раствор укладывается слоями одинаковой толщины и уплотняется. На больших объектах с низким коэффициентом армирования рекомендуется использовать бетононасосы с большим выпускным отверстием, что обеспечивает равномерное и быстрое распределение бетонного раствора.

Во время бетонирования фундаментных плит и подошв применяется этапное бетонирование. Первым этапом является подготовка основания из тощего бетона, затем, после подготовки формирующих устройств и арматуры, бетонирование соответствующей конструкционной части подошвы или плиты. Бетонный раствор укладывается слоями толщиной 30–35 см и уплотняется.

Чаще всего выполняемым элементом с большой поверхностью является монолитное перекрытие. Во время заливки бетонного раствора на перекрытия следует использовать подаватели с большим отверстием, чтобы обеспечить равномерное распределение раствора и быстрое бетонирование (рис. 1). Одновременно следует уплотнить и выровнять поверхность перекрытия.

К этой группе также относятся колонны, балки, несущие балки (каркасные конструкции), стены, плиты перекрытия. Во время бетонирования колонн бетонный раствор подается сверху отрезками высотой 5 м или через отверстия, подготовленные в формирующих щитах.

В связи с небольшой поверхностью поперечного разреза и относительно большой высотой колонн используют наружные вибраторы, которые крепятся по всей высоте колонны. Конструкцию рам следует бетонировать непрерывным методом, одновременно с двух сторон.

В каркасных монолитных конструкциях к бетонированию балок и плит перекрытия надо приступать после 2 ч перерыва, который необходим для того, чтобы прошла усадка бетона стен и колонн. Несущие балки и балки высотой выше 80 см бетонируются слоями по 35–40 см, причем верхний слой бетонируется одновременно с плитой перекрытия. Более высокие балки требуют организации горизонтальных рабочих швов. Для укладки бетонного раствора в опалубку меньших



Рис. 2. Бетонирование стен

размеров и при большем количестве арматуры используется подающее устройство с меньшим выпускным отверстием; можно дополнительно подстраховаться специальным рукавом (рис. 2).

Это позволяет более точно вводить бетонный раствор в узкие разрезы и заполнять пространства между густо уложенными прутьями арматуры. Используется также бетонный раствор с заполнителем со специальным подобранным размером зерна, чтобы раствор мог



свободно проходить между густо уложенных прутьев арматуры.

Таким образом, способ укладки бетонного раствора и организация рабочих швов зависит от типа конструкции, ее размеров, степени армирования и работы конструкций. Существенным является способ подачи раствора. Подаватели должны быть снабжены соответствующими наконечниками, которые обеспечивают распределение раствора в форме.

СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ ВЫСТАВКА НАНО-ТЕХНОЛОГИЙ И МАТЕРИАЛОВ

SPECIALIZED EXHIBITION OF NANOTECHNOLOGY AND MATERIALS

5-7 декабря 2006 года

ТЕМАТИЧЕСКИЕ РАЗДЕЛЫ:

ТЕХНОЛОГИИ И ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА НАНОМАТЕРИАЛОВ

Производство порошков;
Производство пленок и нанесение покрытий;
Производство объемных наноструктурных материалов;
Технологии производства микросхем и их компонентов на основе наноматериалов и нанотехнологий;
Применение наноматериалов и нанотехнологий в контрольно-измерительной и испытательной аппаратуре и технике

МОДУЛИ И ОРИГИНАЛЬНЫЕ КОМПОНЕНТЫ НА ОСНОВЕ НАНОМАТЕРИАЛОВ

Микроробототехника;
Датчики;
Микромеханика;
Волоконная оптика;
Интегральная оптика;
Лазерная техника;
Микроструйная техника;
Микропозиционеры и микроманипуляторы;
Другие микромеханические компоненты;
Элементы конструкции

НАНОМАТЕРИАЛЫ ДЛЯ КОМПОНЕНТОВ И МИКРОСИСТЕМ

Полимерные материалы;
Функциональная керамика;
Наноструктурные пленки

ДИРЕКЦИЯ ВЫСТАВКИ:

ООО "Компания МКМ ПРОФ"
107140, г. Москва, ул. В. Красносельская, д.2/1, стр.1
Тел./факс: (495) 502-19-38, 775-17-20, 502-19-37
E-mail: mkmprof@mail.ru www.mkmexpo.ru

НАНОМАТЕРИАЛЫ И НАНОТЕХНОЛОГИИ

Физика и химия процессов нанотехнологий;
Компоненты нанотехнологий;
Классификация по типу (порошки, пленки, покрытия, объемные наноструктурные материалы);
Основные служебные характеристики наноматериалов и их преимущества;
Сферы использования наноматериалов и нанотехнологий

УСЛУГИ В ОБЛАСТИ НАНОТЕХНОЛОГИЙ

Консультационные услуги;
Передача технологий;
Инновационное применение нанотехнологий;
Специальная литература в области наноматериалов и нанотехнологий

ПРИМЕНЕНИЕ НАНОТЕХНОЛОГИЙ В ОБЛАСТЯХ ГОРОДСКОГО ХОЗЯЙСТВА

Здравоохранение;
Правопорядок и безопасность;
Строительство и строительная индустрия;
Топливо-энергетическое хозяйство;
Охрана окружающей среды;
Транспорт;



NTMEH - 2006

Москва, Новый Арбат, 36
здание Правительства Москвы

Снижение концентрации хроматов в цементе – перспективная задача российских цементников

По материалам журналов *Zement-Kalk-Gips International*, 2002–2004 гг., и *International Cement review*, 2005 г.

Еще в 50-е годы XX века были зафиксированы факты широко распространенной среди строителей кожной болезни, так называемой чесотки каменщиков. Было установлено, что причиной этого аллергического заболевания были хроматы, содержащиеся в цементе.

В Германии этим заболеванием кожи ежегодно страдают около 300 строителей. Часто развитие этой болезни приводит к невозможности работать и потерям, оцениваемым сотнями миллионов евро. В связи с этим в Германии с января 2000 г. введены отраслевые правила, согласно которым изготовлять и упаковывать в мешки для продажи разрешается только цемент с пониженным содержанием хроматов.

В зависимости от используемого исходного сырья цемент содержит от 10 до 100 ч/млн (или млн⁻¹) [1 часть/млн=0,0001%], из которых 1–30 млн⁻¹ составляет растворимый в воде шестивалентный хром. Именно он является причиной «чесотки каменщиков». Содержание хроматов можно снизить до безопасного значения 2 млн⁻¹ за счет введения специальных добавок, которые вызывают превращение легкорастворимых хроматов в слабо растворимый гидроксид трехвалентного хрома. Согласно действующим в ФРГ в настоящее время Техническим правилам для опасных веществ (TRGS) 613 содержание хрома рассчитывают на массу раствора или бетона. Путем использования цементов с пониженным содержанием хрома или при понижении расхода цемента в растворе или бетоне возможно достичь безопасного предельно допустимого содержания хроматов до 2 млн⁻¹ без использования специальных добавок. Ожидается, что вскоре эти правила будут пересмотрены таким образом, чтобы расчет содержания хроматов производился на массу цемента. А это, в свою очередь, означает, что в будущем специальные добавки, снижающие содержание хроматов, необходимо будет добавлять во все содержащие цемент изделия с целью обеспечить содержание хроматов менее 2 млн⁻¹, но теперь из расчета на массу цемента в изделии.

Европейский союз также признал крайне актуальной задачей снижение содержания шестивалентного хрома Cr(VI) в цементосодержащих материалах. В июне 2003 г. Европейский парламент и Европейский совет приняли правила 2003/53/ЕС, целью которых является строгое ограничение использования и продажи хроматосодержащих цементов и бетонов. В будущем предельное содержание шестивалентного хрома во всех цементных продуктах, с которыми контактирует человеческая кожа, составит 2 млн⁻¹. Исключением являются закрытые, полностью автоматизированные процессы. С января 2005 г. эти нормы введены в соответствующие национальные законы большинства государств Европейского союза.

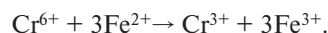
Содержание хроматов – серьезная проблема для европейской цементной и бетонной промышленности. С тем чтобы выполнить новые требования относительно предельно допустимого значения в 2 млн⁻¹, содержа-

щийся в цементе шестивалентный хром восстанавливают до практически водонерастворимого трехвалентного хрома. Результаты влияния различных восстановительных реактивов на снижение содержания в цементах растворимого шестивалентного хрома фиксируются в соответствии с европейским стандартом EN 196-10 по реакции, основанной на использовании дифенилкарбазида.

В результате сопоставления различных реагентов – нитрита, формальдегида, сульфита, тиосульфата, гидросульфита, метабисульфита, сульфата двухвалентного железа, сульфата и хлорида олова установлено, что для этой цели особенно эффективен сульфат двухвалентного железа. Это самое старое из известных решений, которое уже применяется в некоторых странах (Германия, Люксембурге и Дании) с 70-х гг. прошлого века.

В качестве восстановителя применяют преимущественно гидросульфат двухвалентного железа FeSO₄·nH₂O, который состоит, как правило, из смеси гидратных фаз с содержанием кристаллизационной воды n=7 (гептагидрат), n=4 (тетрагидрат) или n=1 (моногидрат). Сульфат двухвалентного железа при производстве цемента добавляют различными способами, например перед подачей клинкера в цементные мельницы.

Восстановление хроматов основано на окислительно-восстановительной реакции в водном растворе, при которой хром (VI) в хромате восстанавливается до хрома (III), выпадающего в осадок в виде Cr(OH)₃. В упрощенном виде происходит следующая реакция:



Известно, что использование восстановителя в виде порошка создает ряд практических трудностей, связанных с манипуляцией с порошком и его точным дозированием. Поэтому предпочтительно использование растворенных в воде восстановителей, особенно при введении их при помеле цемента.

Ход реакции и, следовательно, действенность восстановителя хромата зависят от того, в частности, насколько быстро восстановительный реактив переходит в раствор при перемешивании обрабатываемого материала с водой. Повышенная водорастворимость обеспечивает более высокую скорость растворения и тем самым улучшение восстановительного действия. На скорость растворения существенное влияние оказывает содержание кристаллизационной воды, возраст и условия хранения, а также возможная агломерация гидросульфата двухвалентного железа.

Сульфат двухвалентного железа сам по себе не является опасным веществом, но может рассматриваться как сложный в хранении и обращении, поэтому он требует обычной при обращении с химическими препаратами осторожности. У этого химического вещества имеется ряд особенностей, которые необходимо принимать во внимание. Он воздействует на кожу и глаза, опасен при вдыхании. Сульфат двухвалентного железа характеризуется температурой кипения 64°C, при контакте с водой образуется кислота. Реагент гигроскопичен.

Поскольку водорастворимость уменьшается от гептагидрата к моногидрату, особенно подходящим в качестве восстановителя является гептагидрат. Однако в связи с тем, что часть кристаллизационной воды высвобождается уже при температуре 40°C в зависимости от парциального давления водяного пара в окружающем воздухе, реакция цемента с окружающим воздухом может привести к образованию пассивирующего слоя, состоящего из продуктов гидратации и соединений трехвалентного железа. Это снижает эффективность восстановительной добавки.

Эксперты предполагают, что вследствие изданного Европейским союзом закона спрос на сульфат двухвалентного железа существенно вырастет. По оценкам, суммарная годовая потребность европейских цементных заводов в сульфате двухвалентного железа составляет около 150 тыс. т. Следовательно, для цементного и бетонного производства очень важно обеспечить надежную и непрерывную поставку сульфата двухвалентного железа.

До настоящего времени цементы и бетоны с пониженным содержанием хроматов стоили на рынке гораздо дороже, чем аналогичные материалы с повышенным содержанием хроматов. Причиной этого является то обстоятельство, что процесс приготовления дисперсного сульфата двухвалентного железа достаточно дорог.

Исходный сырьевой материал получают, например, в виде так называемой зеленой соли при производстве диоксида титана или при травлении металлов. Получаемый таким образом материал влажный и комковатый. Для его превращения в технологичный и удобный в хранении продукт следует провести достаточно дорогую операцию сушки, что предопределяет удорожание как добавки, так и конечной продукции.

Базирующаяся в г. Дуйсбурге (ФРГ) компания Ferro Duo GmbH разработала специальную технологию приготовления диспергированного сульфата двухвалентного железа, требующую существенно меньшего расхода энергии, и поэтому себестоимость получаемого по этой технологии добавки ниже. Дисперсность и удобство при хранении переработанного по новой технологии сырья достигается химическим способом. Более того, новый процесс приготовления дисперсного сульфата двухвалентного железа экологически безопасен. Работа ученых и специалистов компании была отмечена специальной премией «Экологический ангел».

Разработанный Ferro Duo GmbH продукт отвечает не только требованиям стандартов безопасности Европейского союза к добавкам в цемент, но и существенно более строгим требованиям к удобрениям, что было подтверждено Институтом сельскохозяйственных испытаний и исследований в г. Мюнстере (ФРГ).

По технологии Ferro Duo GmbH можно получать сульфат двухвалентного железа в виде двух модификаций – с размером гранул до 250 мкм и в виде более грубого материала с гранулами размером до 1 мм.

Компания Bibko Umwelttechnik+Beratung GmbH разработала и поставила компании HeidelbergerBeton GmbH дозирующее и смесительное устройства для ввода добавки, снижающей содержание шестивалентного хрома в цементе.

Соответствующие количества воды и гидрата сульфата двухвалентного железа вводят в смесительную емкость. Компоненты перемешивают с помощью мешалки до получения однородного раствора. Затем дозирующим насосом раствор подается потребителю для ввода в бетон.

Компания Marpei R & D SpA (Италия) предложила новую серию составов растворов восстановителей хрома (МА.РЕ./Сг 01 и 02), которые сочетают достоинства жидкого восстановителя хрома и интенсификатора по мола цемента. Особенностью составов МА.РЕ./Сг является то, что в них входит реагент, предотвращающий

окисление реагента-восстановителя атмосферным воздухом. Добавка МА.РЕ./Сг 02 устойчива в температурном интервале от –15 до 40°C, ее можно сохранять в течение длительного времени. Добавки поршневым насосом дозируются на клинкер с температурой 60–80°C, находящийся на конвейере.

Установлено, что при использовании добавки МА.РЕ./Сг 01 ее оптимальная дозировка составляет 60 г/т Сг VI млн⁻¹, при использовании добавки МА.РЕ./Сг 02 – 45 г/т Сг VI млн⁻¹.

Наибольший риск заболеть экземой, обусловленной содержанием шестивалентного хрома в цементе, существует у рабочих на асбестоцементном производстве, укладчиков облицовочных плиток, полов, эстрих-гипса, дорожных покрытий и каменщиков, которые соприкасаются с влажными материалами. Поэтому рекомендуется в перечисленных областях и при работах, выполняемых вручную, использовать только цементы с пониженным содержанием хроматов и применять цементосодержащие материалы, например сухие строительные смеси, бетоны, приготовленные на основе цементов с пониженным содержанием хроматов.

До настоящего времени в законодательстве Российской Федерации отсутствуют нормативы, регламентирующие содержание шестивалентного хрома в цементе и материалах на его основе. Однако нет сомнения в том, что с углублением интеграции с европейским сообществом, расширением мероприятий по сохранению среды обитания и в отечественном законодательстве неизбежно возникнут ограничения на содержания опасного для здоровья людей шестивалентного хрома. Учитывая это, ученые отрасли и специалисты цементной промышленности уже сейчас должны прорабатывать пути решения задачи снижения содержания шестивалентного хрома в цементе.

М И С И
МГСУ

**Московский государственный
строительный университет**

«Сен-Гобен Изовер»
(Россия)

при поддержке

Федерального агентства по строительству и ЖКХ
Федерального агентства по образованию
Правительства Москвы
Правительства Московской области

ISOVER
МИРОВОЙ СТАНДАРТ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИИ

Международная научно-практическая конференция

**«Эффективные тепло- и
звукоизоляционные материалы
в современном строительстве и ЖКХ»**

8 – 10 ноября 2006 г. Москва

Тематика:

- ◆ обобщение достижений в области создания и применения теплоизоляционных материалов в современном строительстве;
- ◆ вопросы совершенствования номенклатуры и видов тепловой изоляции.

Экскурсия на завод «Сен-Гобен Изовер» по производству стекловолокна в г. Егорьевске Московской обл.

Управление информации, рекламы и связей с общественностью МГСУ
Тел.: (495) 183-33-56, 231-45-14
E-mail: expo@mgsu.ru, expo-l@mgsu.ru
www.mgsu.ru, www.expo.mgsu.ru

А.П. ЛИХОПУД, технический директор, Н.П. СИНАЙКО, генеральный директор, ООО «Будиндустрия ЛТД» (Запорожье, Украина)

Будиндустрия ЛТД – производитель эффективных комплексных добавок системы «Релаксол»®

Свою деятельность ООО «Будиндустрия» начало в 1993 г. с выпуска первой добавки «Релаксол»®, название которой стало торговой маркой фирмы. В то время была создана комплексная добавка, предназначенная для снижения температуры и времени термообработки железобетонных изделий. Это – одна из важных задач, стоявших перед производителями бетона. Темпы производства железобетона были низки, экономическая ситуация негативно отражалась на темпах роста строительной отрасли, на развитии новых направлений в бетоне. Тем не менее происходил пересмотр целого ряда норм, правил и стандартов, для чего было необходимо проводить соответствующие исследования.

Динамика роста производства добавок системы «Релаксол»® как нельзя лучше отражает темпы развития строительства в Украине. На рис. 1 и 2 приведены объемы реализации добавок в зависимости от вида бетона. В 1995 г. возрос спрос на добавки, предназначенные для производства товарных бетонов, а к 2000 г. – на добавки для специальных видов бетона. В это же время существенно возросли потребности в товарном бетоне. Все это привело к созданию системы комплексных добавок «Релаксол»®.

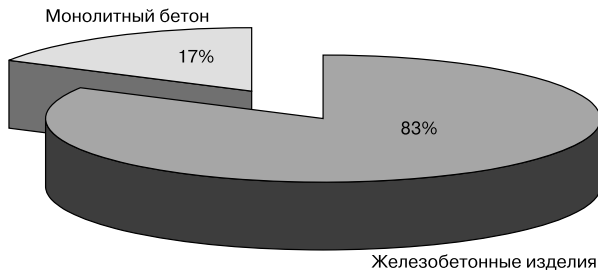


Рис. 1. Реализация добавок системы «Релаксол»®, 1995 г.

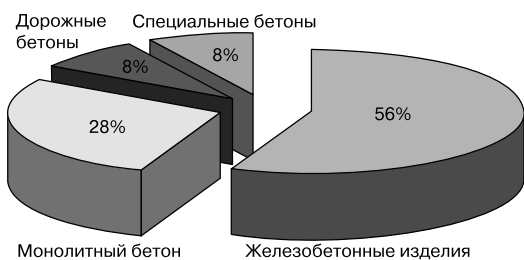


Рис. 2. Реализация добавок системы «Релаксол»®, 2000 г.



Рис. 3. Система добавок «Релаксол»®

Основу комплексных добавок составляет стабильный продукт, компонентами которого являются соли роданида и тиосульфата натрия, широко известные в мире как эффективные компоненты, ускоряющие твердение цементов и бетонов.

Номенклатура продукции системы «Релаксол»® насчитывает более двадцати видов модификаций, которые классифицируются в зависимости от основного эффекта действия и назначения, а также от температурных условий работы (рис. 3). Технологический процесс производства добавок позволяет регулировать рецептуру на начальных стадиях изготовления с целью обеспечения точности состава добавки и заданных функциональных требований к ее применению.

Добавки системы «Релаксол»® – это многокомпонентный продукт, готовый к применению. Добавки выпускаются в виде жидкого или порошкообразного продукта, из которого необходимо готовить водный раствор и дозировать на этапе изготовления бетонной смеси.

Комплексные добавки прекрасны тем, что позволяют использовать их с различными цементами, производимыми в данном регионе, обеспечивая синергизм действия для получения максимального эффекта.

С точки зрения строительной практики наиболее существенными являются результаты модификации, поэтому они являются основанием классификации добавок в стандартизирующих документах. В случае, когда данная добавка воздействует более чем на одно свойство, она считается комплексной.

К наиболее применяемым добавкам в бетон относятся:

- суперпластификаторы, влияющие на реологические свойства бетонной смеси;
- ускорители схватывания, ускорители твердения и замедлители схватывания;
- воздухововлекающие добавки;
- противоморозные добавки;
- уплотняющие добавки.

В настоящее время новые достижения в технологии бетона требуют от производителей умения безошибочно проектировать и готовить бетоны с заранее заданными свойствами – морозостойкостью, водонепроницаемостью, коррозионной устойчивостью и другими специальными показателями.

На базе компании «Будиндустрия ЛТД» был создан исследовательский центр по испытанию бетонов и добавок. Лаборатория центра оснащена современным оборудованием, которое отвечает отечественным и европейским нормам и требованиям; квалифицированный персонал осуществляет контроль качества каждой партии добавки, ее соответствие нормативным документам, проводит испытания бетонов по показателям долговечности. Непрерывно ведется разработка новых видов добавок и составов специальных видов бетона, методов контроля качества с учетом европейских стандартов. Лаборатория аккредитована в Национальном агентстве по аккредитации Украины, сертифицирована Российским морским регистром на соответствие системы качества стандартам ISO 9001.

Тесное сотрудничество с ведущими учеными и специалистами в области бетонов из Украины и России позволяет

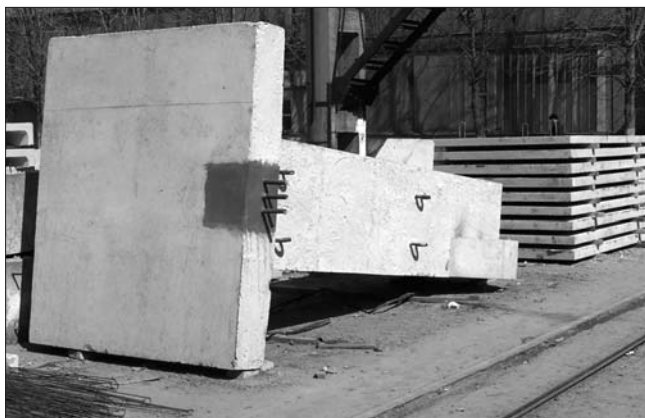


Рис. 4. Железобетонные изделия, произведенные с добавкой системы «Релаксол»®

разрабатывать и выпускать новую продукцию, которая является изученной, апробированной, предоставлять результаты испытаний добавок для различных видов бетонов, растворов, цементов и сухих строительных смесей. Исследовательские центры в Запорожье, Москве, Гданьске, Львове, Одессе, Харькове, работающие в режиме онлайн обеспечивают максимальную эффективность применения добавок практически во всех регионах Европы и Азии.

Объем потребления химических добавок системы «Релаксол»® в России составляет около 40% общего выпуска. Российским производителям бетонов хорошо известны добавки Релаксол®-1, Релаксол®-2 и Релаксол® СПР, применяемые в основном как противоморозные. Возможности добавок системы «Релаксол»® гораздо шире, и это можно продемонстрировать многолетней практикой их применения в Украине. На приведенных в статью фотографиях (рис. 4) показаны некоторые изделия, изготовленные с применением добавок системы «Релаксол»®.

Добавка Темп 1, которая является наиболее потребляемой заводами ЖБИ и ЖБК применяется для снижения температуры и времени ТВО. При применении этой добавки в количестве 1,5% можно исключить тепловую обработку и через 12 ч получить 50% проектной прочности бетона или снизить температуру до 40°C при получении 70% от проектной марки. Расход добавки и режим ТВО подбирается для каждого завода отдельно с учетом необходимых технологических задач, что позволяет регулировать темпы производства изделий.

Добавки системы «Релаксол»® сертифицированы в Украине (сертификат № ОДС-043.067) и России (сертификат №0169768), имеют санитарные заключения Украины № 05.03.02-04/47623, России №77.01.03.587.П.20163.07.2, заключения по коррозионной стойкости арматуры №9/200 (НИИСК, Киев), №ТН-13-1249/1, ТН-13-1253 (НИИЖБ, Москва).

С 2002 г. «Релаксол»® в качестве самостоятельной добавки и в составе различных комплексных добавок применяется строительными организациями России. Ввоз, реализация и продвижение на российский рынок добавки «Релаксол»® производится исключительно нашим партнером — компанией «ПолиРелакС» (E-mail: polirelaks@rambler.ru, тел. (495) 980-78-38, 980-78-39). В настоящее время российские строители потребляют около половины от общего объема «Релаксола»®, изготовляемого ООО «Будиндустрия ЛТД».

Ежегодно проводимые компанией научно-технические конференции «Дни современного бетона» в Запорожье привлекают ученых и практиков разных стран. В научных докладах и свободных дискуссиях обсуждаются вопросы технологии бетонов с добавками, итогом конференций являются сборники докладов, техническая информация.

Открытость деятельности фирмы «Будиндустрия ЛТД», рост объемов выпуска и расширение номенклатуры выпускаемых добавок, приемлемая ценовая политика позволяют надеяться, что добавки системы «Релаксол»® будут активнее применяться на предприятиях Украины и России.

IX Международная научно-практическая конференция «ДНИ СОВРЕМЕННОГО БЕТОНА»

Июнь 2007 г. Запорожье, Украина

Тематика конференции:

- проблемы современной технологии бетона;
- товарные бетоны и ЖБИ с добавками;
- проектирование составов бетона с учетом климатических факторов;
- качество выпускаемой продукции

Доклады, принятые оргкомитетом, будут опубликованы до начала конференции.

Тезисы докладов просим направлять в адрес оргкомитета до 30 апреля 2007 г.

Оргкомитет: 000 «Будиндустрия ЛТД»

69057, Украина, Запорожье,
пр. Ленина, 158, оф. 223



Телефон/факс: +380 (61) 224-66-21, 224-67-74, 289-14-95, 220-04-85
E-mail: m_bi@a-teleport.com

Секретарь оргкомитета Бабаевская Татьяна Викторовна

С.П. СИВКОВ, канд. техн. наук, РХТУ им. Д.И. Менделеева;
С.А. ГОЛУНОВ, руководитель технического центра ООО «Вакер Хеми Рус»;
Е.А. КОСИНОВ, А.Е. ЗАЙЦЕВ, инженеры, РХТУ им. Д.И. Менделеева (Москва)

Влияние редисперсионных полимерных порошков на свойства самонивелирующихся композиций

Самонивелирующиеся композиции на основе минеральных и полимерных вяжущих широко используются при изготовлении напольных покрытий в промышленных и жилых зданиях. Такие композиции должны обеспечивать высокую подвижность раствора и водоудерживающую способность, особенно при использовании на пористых основаниях, высокие темпы набора прочности, низкие деформации усадки или расширения, хорошую ударную прочность, стойкость к истиранию.

Для обеспечения указанных требований в качестве вяжущего для самонивелирующихся композиций часто применяются многокомпонентные составы, включающие помимо портландцемента алюминатный или высокоалюминатный цементы и полуводный гипс, а также комплекс добавок-модификаторов различной природы, в том числе полимеров, эфиров целлюлозы, пластификаторов, антивспенивателей, замедлителей и ускорителей твердения. Большое влияние на свойства таких композиций оказывает также природа и вид заполнителя и наполнителя.

При использовании многокомпонентных вяжущих, состоящих из портландцемента, алюминатного цемента и полуводного гипса, в зависимости от соотношения указанных компонентов можно получить составы, обладающие очень высокой скоростью набора прочности. Эти составы характеризуются относительно короткими сроками схватывания и высокой степенью расширения затвердевшего цементного камня. Роль добавок-модификаторов заключается в придании композиции необходимых строительно-технических свойств. Однако механизм воздействия большинства добавок-модификаторов на процессы гидратации и конечные свойства многокомпонентных минеральных вяжущих ранее практически не изучался.

Одним из основных продуктов гидратации композиционных вяжущих материалов, включающих портландцемент, алюминатный цемент и полуводный гипс, явля-

ется этtringит $3\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3\cdot3\text{CaSO}_4\cdot32\text{H}_2\text{O}$. Именно он обеспечивает высокие прочностные характеристики затвердевшего материала на начальных этапах твердения.

Так как гидратация самонивелирующихся композиций обычно протекает в тонком слое в условиях свободного испарения воды с поверхности материала, то количество воды в цементном камне, необходимое для стабильного существования высокообводненных кристаллогидратов, к которым относится этtringит, становится недостаточным. В этом случае этtringит переходит в менее обводненный кристаллогидрат – моногидросульфат алюмината кальция $3\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3\cdot\text{CaSO}_4\cdot12\text{H}_2\text{O}$. Однако, как это было показано ранее [1], при повторном увлажнении цементного камня моногидросульфат алюмината кальция способен вновь превращаться в этtringит, что вызывает значительное увеличение объема твердой фазы и приводит к деформациям, снижению прочности или полному разрушению затвердевшего материала. Такой вид коррозии цементного камня называется коррозией вследствие образования вторичного этtringита.

Целью настоящей работы явилось изучение влияния редисперсионного полимерного порошка на кинетику гидратации, фазовый состав и микроструктуру многокомпонентных самонивелирующихся композиций, а также их стойкость по отношению к коррозии при образовании вторичного этtringита.

Физико-химические исследования процессов гидратации самонивелирующихся композиций в присутствии редисперсионного полимерного порошка проводились с использованием модельных составов, не содержащих песка и наполнителя. Базовые составы для самонивелирующихся композиций были разработаны Техническим центром ООО «Вакер Хеми Рус».

Состав модельных композиций представлен в табл. 1. Редисперсионный полимер VINNAPAS®, представляющий собой сополимер этилена и винилацетата, вводился в состав смесей в количестве 3% мас.

Влияние редисперсионного полимерного порошка на кинетику гидратации самонивелирующихся композиций исследовалось методом дифференциальной изотермической микрокалориметрии.

Установлено, что введение в состав композиций полимера замедляет скорость гидратации цементов. После 24 ч степень гидратации композиций с добавками редисперсионного полимерного порошка составляет всего 70–88% от степени гидратации бездобавочных композиций. Это явление связано, вероятно, как с изменением свойств жидкой фазы (вязкости, ионного состава), так и с образованием более плотной экранирующей оболочки гидратных новообразований на поверхности частиц цемента. Для композиций с добавками полимера в начальный период гидратации (до 4 ч) тепловыделение выше, чем у бездобавочных композиций, что указывает на замедление процесса образования этtringита в присут-

Таблица 1

Компонент	Составы самонивелирующихся композиций, % мас.	
	Низкоалюминатный	Высокоалюминатный
Портландцемент ПЦ 500-Д0	77,31	39,14
Глиноземистый цемент «Истра-40»	11,04	45,45
Гипс полуводный Г-16	8,28	12,63
Антивспениватель Agitan 801	0,55	0,3
Пластификатор Melment F 10	2,21	1,77
Эфир целлюлозы Walocel 400 PFV	0,23	–
Эфир целлюлозы Tylose H 300 YP2	–	0,3
Винная кислота	0,23	0,2
Li_2CO_3	0,14	0,2

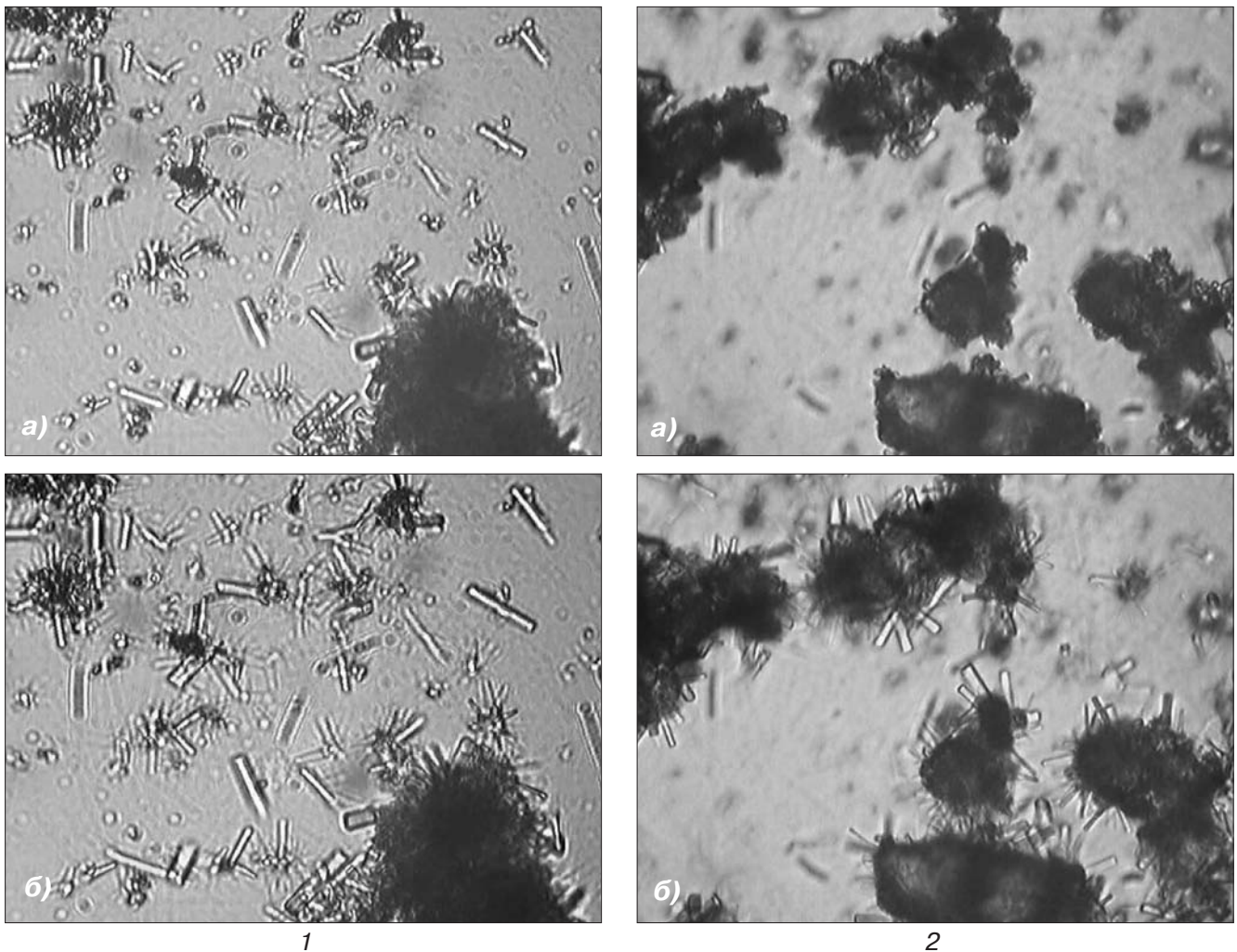


Рис. 1. Образование кристаллогидратов при гидратации высокоалюминатного состава в водной суспензии в течение 150 (а) и 300 (б) мин без добавок (1) и в присутствии добавок редисперсионного полимерного порошка (2). Увеличение в 300 раз

ствии редисперсионного полимерного порошка, так именно этtringит на начальных этапах гидратации образует экранирующие оболочки на поверхности частиц цемента и таким образом замедляет гидратацию цементов.

Более медленное образование кристаллогидратов в цементях с добавками редисперсионного полимерного порошка подтверждается при исследовании процесса гидратации вяжущих композиций методами оптической микроскопии (рис. 1). Введение в состав композиций полимерного порошка замедляет скорость формирования кристаллогидратов и предотвращает их образование в жидкой фазе, что объясняется снижением степени насыщения жидкой фазы ионами Ca^{2+} , OH^- , SO_4^{2-} и др. вследствие уменьшения растворимости исходного цемента в воде. Рост кристаллов происходит преимущественно на поверхности частиц цемента. Изменяется также внешний вид кристаллогидратов: призматические кристаллы превращаются в игольчатые, а средний размер кристаллов уменьшается.

С целью исследования влияния редисперсионного полимерного порошка на структуру и морфологию образующегося этtringита был выполнен синтез монокристаллов этtringита по стандартной методике [2] путем смешивания стехиометрических количеств насыщенных растворов $\text{Ca}(\text{OH})_2$, $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ и 1,2% раствора $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$. Редисперсионный полимерный порошок вводился в раствор в количестве, эквивалентном 3% от массы этtringита, теоретически получаемого в результате смешения известных объемов растворов.

Гранулометрический состав образующихся кристаллов этtringита исследовался методом лазерной гранулометрии. Установлено, что при введении редисперсионного полимерного порошка в состав маточного раствора средний эквивалентный по объему диаметр частиц этtringита D [4,3] уменьшился в 3,49 раза (с 14,02 до 4,02 мкм), тогда как средний эквивалентный по длине диаметр частиц D [2,1] уменьшился всего в 2,51 раза (с 2,74 до 1,09 мкм). Это указывает на то, что в присутствии редисперсионного полимерного порошка формируются более мелкие, игольчатые кристаллы этtringита с высоким отношением длины к диаметру.

Исследования микроструктуры кристаллов синтетического этtringита методом сканирующей электронной микроскопии (рис. 2) подтверждают данное наблюдение.

Такое изменение формы кристаллов этtringита связано, вероятно, с избирательной адсорбцией крупных молекул полимера на гранях кристалла, имеющих наибольшую поверхность, в данном случае на боковых гранях. Адсорбция полимера на боковых гранях замедляет или полностью блокирует их рост, изменяя морфологию кристаллов в сторону формирования более тонких игольчатых структур.

С другой стороны, при адсорбции полимера на поверхности кристалла снижается внутренняя энергия системы, что уменьшает вероятность протекания процессов перекристаллизации и приводит к стабилизации образовавшихся кристаллов этtringита.

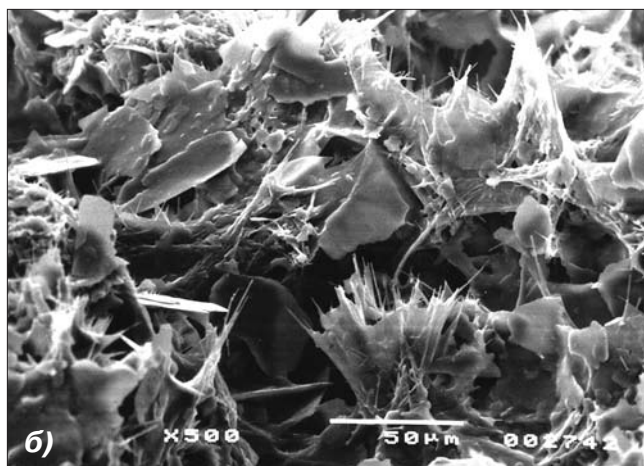
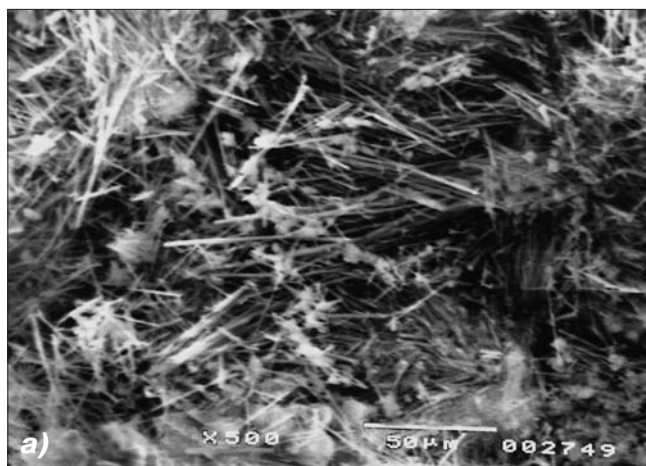


Рис. 2. Микроструктура синтетического этtringита: а – исходного; б – с добавкой 3 мас. % редисперсионного полимерного порошка

Кристаллическая структура этtringита при адсорбции полимера не изменяется. На рентгенограммах этtringита, синтезированного как в отсутствие, так и в присутствии добавок редисперсионного полимерного порошка, наблюдаются все основные дифракционные пики, соответствующие высокосульфатной форме этtringита $3\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3\cdot\text{CaSO}_4\cdot 12\text{H}_2\text{O}$ ($d=9,78-9,87; 5,64-5,67; 4,71-4,73; 3,89-3,90; 3,48-3,49; 2,78-2,79; 2,57; 2,21-2,22; 2,16; 1,95 \text{ \AA}$), а сами рентгенограммы практически идентичны.

Таким образом, при гидратации самонивелирующихся композиций редисперсионный полимерный порошок замедляет образование этtringита на начальных этапах процесса гидратации и изменяет его морфологию в сторону образования более мелких кристаллов игольчатой формы. Такие кристаллы формируют плотную, малопроницаемую оболочку на поверхности частиц цемента, снижая скорость его гидратации. В то же время они уплотняют структуру затвердевшего цементного камня, снижают его пористость и повышают стойкость к различным видам коррозии.

Фазовый состав самонивелирующихся композиций, твердевших слоем толщиной 1 см на воздухе в течение различного времени, исследовался методом рентгеновского анализа.

Установлено, что в низкоалюминатной композиции с добавкой полимера аналитический пик этtringита $d=9,8 \text{ \AA}$ наблюдается только после 3 сут гидратации, тогда как в композиции без добавки полимера этот пик появляется уже после 1 сут гидратации (рис. 3). В высокоалюминатной композиции с добавкой редисперсионного поли-

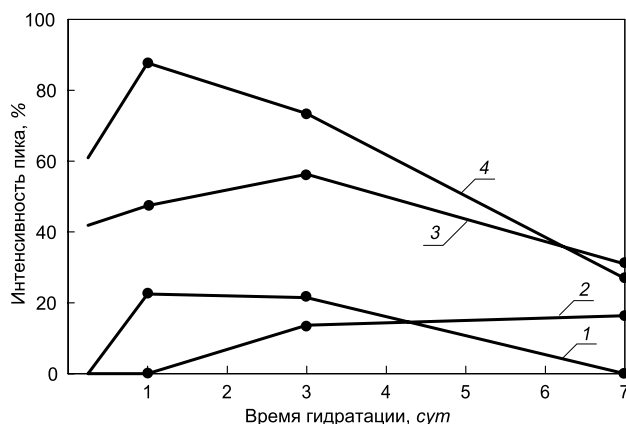


Рис. 3. Интенсивность аналитического пика этtringита ($d=9,8-9,85 \text{ \AA}$) в гидратированных образцах: 1, 4 – без добавки полимера; 2, 3 – с добавкой 3 мас. % полимерного порошка. Кривые 1, 2 – низкоалюминатные композиции; 3, 4 – высокоалюминатные композиции

мерного порошка аналитический пик этtringита появляется уже после 6 ч гидратации, однако его интенсивность заметно ниже, чем в композиции без добавки полимера.

После 7 сут гидратации самонивелирующихся композиций без добавок редисперсионного полимерного порошка интенсивности аналитического пика этtringита резко уменьшаются, в низкоалюминатной композиции – практически до нуля; одновременно на рентгенограммах появляются дифракционные пики, характерные для моногидросульфатоалюмината кальция $3\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3\cdot\text{CaSO}_4\cdot 12\text{H}_2\text{O}$ и двухводного гипса $\text{CaSO}_4\cdot 2\text{H}_2\text{O}$. Это свидетельствует о постепенной перекристаллизации этtringита, образовавшегося на начальных этапах процесса гидратации и его переходе в моногидросульфатоалюминат кальция.

В композициях, содержащих 3 мас. % редисперсионного полимерного порошка, интенсивность аналитического пика этtringита мало изменяется после 3–7 сут гидратации, что подтверждает сделанное ранее предположение о стабилизации мелкодисперсных игольчатых кристаллов этtringита в присутствии полимера.

Образцы самонивелирующихся композиций после 7 сут твердения на воздухе подвергались 10 циклам попеременного увлажнения-высушивания с целью интенсификации процессов перекристаллизации гидратных новообразований. Рентгенофазовый анализ обработанных таким образом образцов показал, что в композициях, не содержащих полимера, после попеременного увлажнения-высушивания вновь образуется значительное количество этtringита. В низкоалюминатной композиции интенсивность аналитического пика этtringита увеличивается от 0 до 15,1%, а в высокоалюминатной – от 26,9 до 57,8%. Так как вновь образующийся этtringит кристаллизуется в стесненных условиях затвердевшего цементного камня, это приводит к появлению внутренних напряжений, объемным деформациям набухания и в конечном итоге к полному разрушению материала.

Образование крупных кристаллов вторичного этtringита в структуре затвердевшего вяжущего, не содержащего полимеров, подтверждается результатами электронно-микроскопических исследований (рис. 4).

В композициях, содержащих полимер, интенсивность аналитического пика этtringита после попеременного увлажнения-высушивания образцов также несколько увеличивается: в низкоалюминатной – с 16,4 до 16,6%, а в высокоалюминатной – с 31 до 34,6%. Однако количество вновь образующегося этtringита относительно невелико и не приводит к коррозии затвердевшего цементного камня.

Данные наблюдения согласуются с исследованиями по измерению линейных деформаций образцов, под-

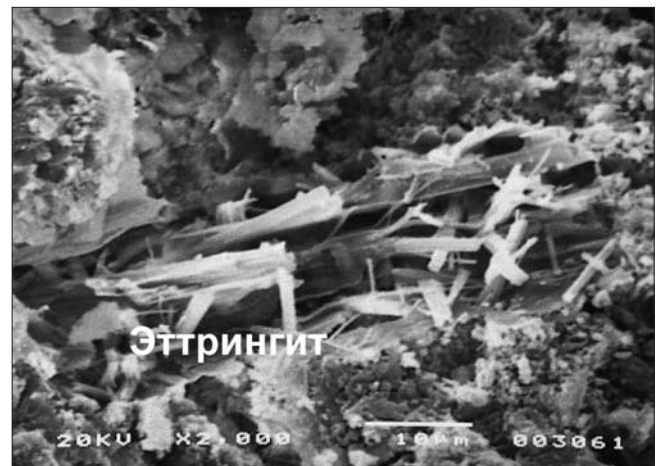


Рис. 4. Вторичный этtringит в затвердевшем цементном камне после 10 циклов попеременного увлажнения – высушивания

вергнутых попеременному увлажнению-высушиванию после 7 сут твердения на воздухе (рис. 5).

Установлено, что образцы на основе низкоалюминатной композиции, не содержащие добавок полимера, после 10 циклов попеременного увлажнения-высушивания набухают и увеличиваются в размерах на 0,36%; при этом линейное расширение образцов с добавкой 3 мас. % полимера в аналогичных условиях составляет всего 0,11%. Линейное расширение образцов на основе высокоалюминатной композиции без добавок составляет 0,17%, а с добавкой полимера – всего 0,02%.

Так как расширение образцов после нескольких циклов попеременного увлажнения-высушивания связано с образованием в затвердевшем материале вторичного этtringита, то можно утверждать, что применение редисперсионных полимерных порошков в составе самонивелирующихся композиций на основе смеси портландского, алюминатного цемента и гипса снижает вероятность коррозии затвердевшего материала вследствие образования вторичного этtringита.

Строительно-технические свойства самонивелирующихся композиций с добавками редисперсионных полимерных порошков (прочность при изгибе и сжатии, адгезия к основанию, сопротивляемость истиранию) в начальные сроки твердения (1–3 сут) несколько уступают свойствам бездобавочных композиций. Это связано с замедлением процессов гидратации и структурообразования. Однако в более поздние (7–28 сут) сроки твердения композиции с добавками редисперсионных полимерных порошков демонстрируют более высокие показатели вследствие образования полимерных пленок, которые оказывают армирующее действие на цементную матрицу, а также за счет образования более плотной, прочной и стабильной структуры цементного камня.

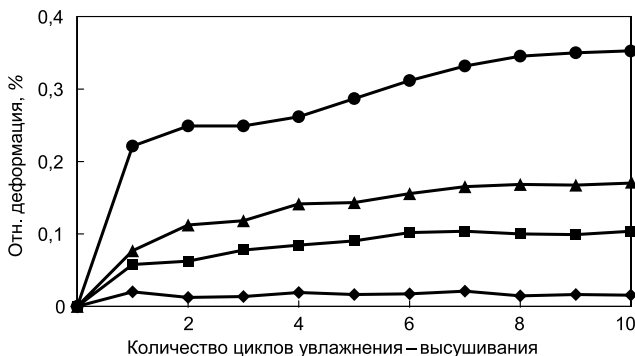


Рис. 5. Относительная деформация удлинения образцов: ● H без полимера, ■ H с 3% полимера, ▲ B без полимера, ◆ B с 3% полимера

Таким образом, введение редисперсионных полимерных порошков VINNAPAS® в состав самонивелирующихся композиций в целом оказывает положительное влияние на конечные свойства материала, улучшая не только адгезионные и прочностные показатели, но и его коррозионную стойкость, морозостойкость и стабильность в тяжелых условиях эксплуатации.

Список литературы

1. Сивков С.П., Корж Н.Н. Термодинамический анализ причин коррозии цемента, сопровождающейся образованием вторичного этtringита // Техника и технология силикатов. 2000. Т. 7. № 1–2. С. 22–24.
2. Lee F.M., Desch C.H. Chemistry of Cement and Concrete. London. 1956. P. 563.

1-я специализированная выставка

ЗАСТЕКЛЮЕ

13-16 февраля 2007

Екатеринбург
ЦМТЕ, ул. Куйбышева 44

EXPO

Коллекция выставок 15-летней выдержки

УРАЛЕКСПОЦЕНТР ЕвроАзиатский выставочный холдинг

тел.: 343/3623017, 27, факс: 343/3623019
www.ELL.ru
Информационные спонсоры: ROSFIRM.ru, ИРАУ

Официальный интернет-провайдер: Трансофт
Мультимедиа партнер: Трансофт

удк 666.9.031

А.П. ПУСТОВГАР, канд. техн. наук,
Московский государственный строительный университет

Эффективность применения активированного диатомита в сухих строительных смесях

Диатомиты являются природными активными минеральными добавками (АМД) осадочного происхождения. В эту группу добавок вместе с ними входят трепелы, опоки и глиежи.

Диатомиты представляют собой легкие пористые породы от белого до желтовато-серого цвета. Темные тона диатомитам придают органические соединения. Часто диатомиты перемешаны с глинами, карбонатными породами или песком. Средняя плотность диатомитов в сухом состоянии колеблется в пределах 150–600 кг/м³. Диатомиты получили широкое распространение в химической, пищевой, пивоваренной и других отраслях промышленности. С применением диатомитов связывают секрет изготовления скрипок Страдивари, а финансовая основа Нобелевских премий сформирована благодаря использованию А.Б. Нобелем диатомита в качестве основы для динамита. По данным Геологической службы США, мировая добыча диатомитов в 2005 г. составила около 2000 тыс. т (рис. 1).

Наиболее крупной компанией на рынке диатомитов является World Minerals. На месторождениях компании, расположенных в Испании, Исландии, США, Франции, Китае и ряде других стран, добывается около 65% мирового потребления диатомитов. В России крупные месторождения диатомитов расположены в Ульяновской и Пензенской областях, а также на Урале и в Сибири.

Диатомиты относятся к так называемым кислым добавкам. При смешивании их в тонкомолотом виде с воздушной известью они придают ей свойства гидравлического вяжущего, а в смеси с портландцементом повышают его сульфатостойкость [1]. Диатомиты обладают высокой пористостью и являются хорошими инсектицидами. Эти свойства диатомитов широко используют при производстве товарного бетона, строительных растворов и сухих строительных смесей различного назначения.

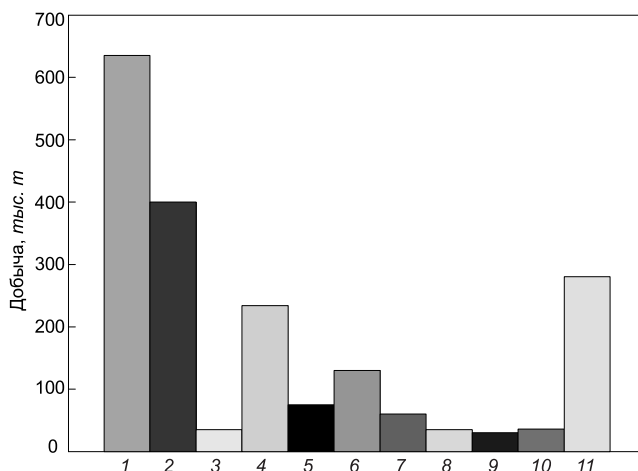
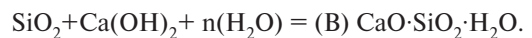


Рис. 1. Мировая добыча диатомитов по состоянию на 01.01.2006: 1 – США; 2 – Китай; 3 – Чехия; 4 – Дания; 5 – Франция; 6 – Япония; 7 – Мексика; 8 – Перу; 9 – Румыния; 10 – Испания; 11 – остальные страны

Действие диатомитов как активных минеральных добавок основано на способности содержащегося в них аморфного кремнезема связывать известь в низкоосновные гидросиликаты кальция по схеме:



Большинство месторождений диатомитов сформировалось миллионы лет назад. Диатомовые водоросли, извлекая из воды кремнезем, использовали его для построения своих панцирей, а отмирая, образовывали диатомитовые породы. На снимках, сделанных с помощью электронного микроскопа, хорошо видна структура диатомитов, сложенных панцирями диатомовых водорослей (рис. 2). Панцирь диатомовой водоросли состоит из аморфного кремнезема, который образовался за счет нестабильностей при диффузионном осаждении. Пространственная структура панциря диатомей состоит из отдельных частей размером около 100 нм, что определяет высокую пористость диатомитов.

Способность связывать гидроксид кальция в присутствии воды при обычной температуре обусловлена содержанием в диатомитах веществ в химически активной форме, поэтому характер и интенсивность взаимодействия с известью различны. Количество аморфного SiO₂ в диатомитах может колебаться от 40 до 100% к общему количеству SiO₂. В основном это определяется условиями и водной средой обитания диатомей, в которых происходило формирование панциря. Однако увеличения активности диатомита можно достичь, производя специальную комбинированную активацию природного диатомита. Научными работниками МГСУ совместно со специалистами ООО «Диатомовый комбинат» была разработана технология активации природного диатомита Инзенского месторождения.

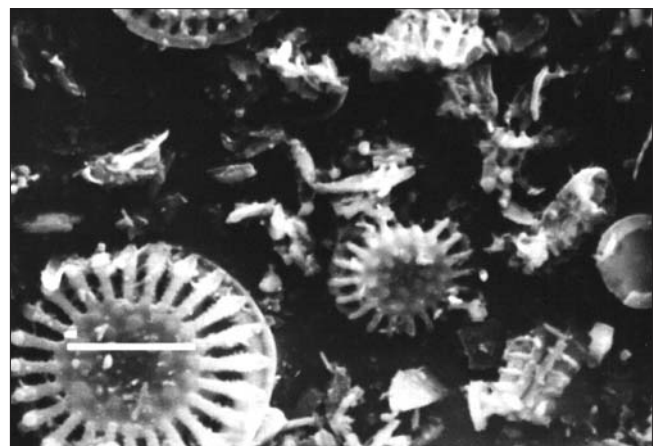


Рис. 2. Структура диатомитов, сложенных панцирями диатомовых водорослей. Увеличение ×2000

Для оценки эффективности применения активированного диатомита были проведены сравнительные исследования строительно-технологических характеристик сухих строительных смесей с различными природными и техногенными АМД.

Использование АМД в составах сухих строительных смесей способствует формированию плотной структуры материала, благодаря чему наряду с повышением прочностных характеристик снижается проницаемость, повышается морозостойкость, стойкость к истиранию и эрозии, а также устойчивость материала к различным видам коррозии, что в конечном итоге определяет его высокую долговечность.

При определении активности различных минеральных добавок использовался метод, основанный на способности поглощения добавками извести из известкового раствора в течение 30 сут (табл. 1).

Поглощение извести активированным диатомитом через 30 сут до 4 раз превышает аналогичный показатель природных АМД и на 60% выше активности микрокремнезема. Наряду с высоким показателем активности в возрасте 30 сут для активированного диатомита наблюдалось интенсивное поглощение извести в первые 3 сут.

Дальнейшие испытания проводились для составов сухих строительных смесей с различными АМД при замещении ими портландцемента в количестве 5, 10, 15 и 20%. Для снижения водопотребности в составы сухих строительных смесей дополнительно вводились суперпластификаторы различного типа. В рамках данной статьи рассмотрено совместное действие АМД и поликарбоксилатного суперпластификатора «Флюкс 1» при замещении портландцемента на АМД в количестве 10% от массы цемента (табл. 2).

Совместное использование суперпластификатора и большинства АМД положительно влияет на прочность затвердевшего раствора в возрасте 28 сут (рис. 3), однако в ранние сроки интенсивный набор прочности наблюдается только при использовании активированного диатомита (рис. 4).

Расход суперпластификатора является одним из важнейших показателей при определении эффективности применения АМД. Он определяется как тониной помола АМД, так и наличием в ее составе веществ, обладающих повышенной адсорбционной способностью. Как правило, чтобы на поверхности данных адсорбентов создать насыщенный мономолекулярный слой, необходимы повышенные дозировки суперпластификатора (рис. 5). Вместе с тем введение в состав сухих строительных смесей АМД оказывает неоднозначное влияние на

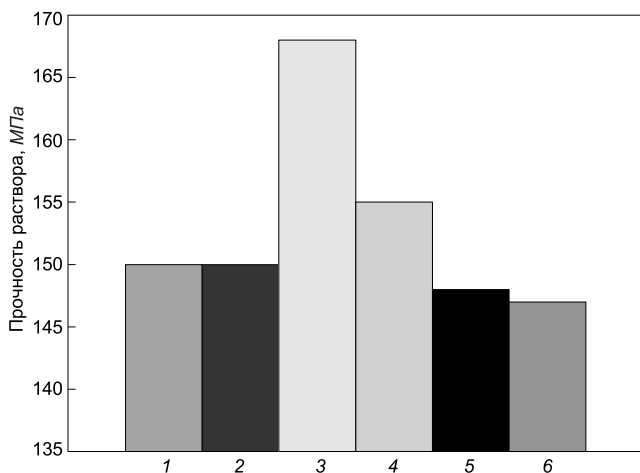


Рис. 3. Прочность раствора при сжатии в возрасте 28 сут в зависимости от вида АМД: 1 – контрольный; 2 – замещение ПЦ на 10% ПД; 3 – замещение ПЦ на 10% АД; 4 – замещение ПЦ на 10% МК; 5 – замещение ПЦ на 10% Тр; 6 – замещение ПЦ на 10% Т

Таблица 1
Характеристики природных и техногенных АМД

Наименование АМД	Активность, мг/г	Содержание SiO ₂ , %	Содержание Al ₂ O ₃ , %
Природный диатомит (ПД) Инзенского месторождения	248	82,5	5,29
Активированный диатомит (АД) Инзенского месторождения	392	87,9	5,5
Микрокремнезем (МК) ОАО «Челябинский металлургический завод»	250	93,2	0,49
Трас (Тр)	129	74,0	11,5
Туф (Т)	85	68,7	10,2

Таблица 2
Составы сухих строительных смесей для испытаний

Цемент М 500 ДО, (ОАО «Осколцемент»), %	АМД, %	Суперпластификатор «Флюкс-1», %	Кварцевый песок фракции 0–2,0 мм, (Мансуровское карьероуправление), %
250	0	0,2	750
225	ПД, 25	0,2	750
225	АД, 25	0,2	750
225	МК, 25	0,2	750
225	Тр, 25	0,2	750
225	Т, 25	0,2	750

адсорбционную способность портландцементов различного минералогического состава, поэтому увеличение дозировок суперпластификаторов в отдельных случаях может быть связано с влиянием АМД на процессы гидратации и структурообразования цементных систем.

Исследования показали, что при твердении на воздухе при t=20°C и W=50% для составов с микрокремнеземом и природным диатомитом усадочные деформации вдвое превышают аналогичные показатели для составов с активированным диатомитом (рис. 6). Следует отме-

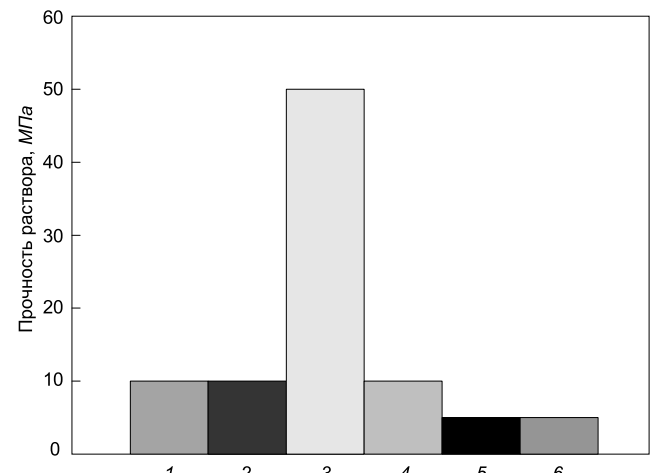


Рис. 4. Прочность раствора при сжатии в возрасте 1 сут в зависимости от вида АМД: 1 – контрольный; 2 – замещение ПЦ на 10% ПД; 3 – замещение ПЦ на 10% АД; 4 – замещение ПЦ на 10% МК; 5 – замещение ПЦ на 10% Тр; 6 – замещение ПЦ на 10% Т

тить, что наиболее интенсивное развитие деформаций при использовании природного диатомита и микрокремнезема наблюдается в первые трое суток твердения.

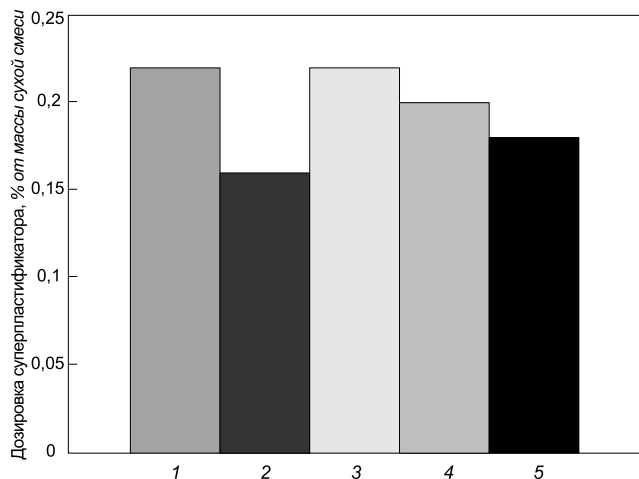


Рис. 5. Расход суперпластификатора при подвижности строительного раствора П2: 1 – с ПД; 2 – с АД; 3 – с МК; 4 – с Тр; 5 – с Т

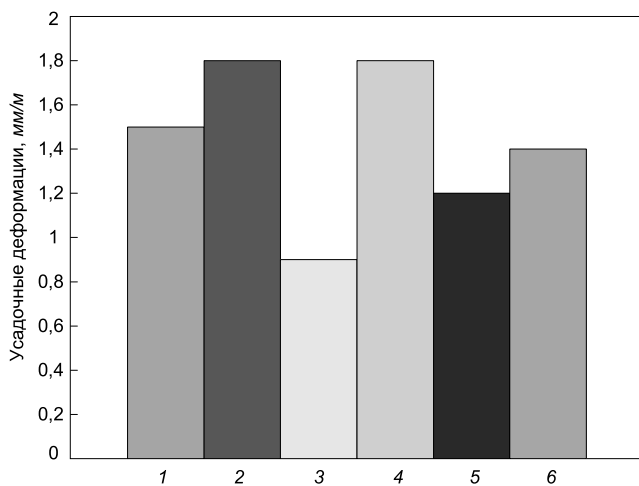


Рис. 6. Усадочные деформации затвердевших растворов в возрасте 28 сут в зависимости от вида АМД: 1 – контрольный; 2 – замещение ПЦ на 10% АД; 3 – замещение ПЦ на 10% МК; 5 – замещение ПЦ на 10% Тр; 6 – замещение ПЦ на 10% Т

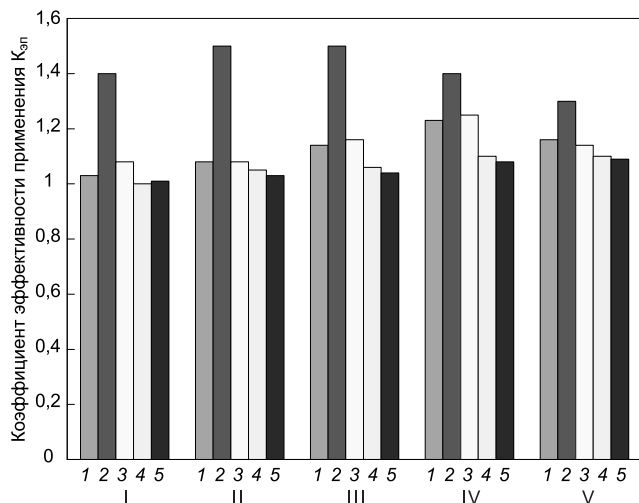


Рис. 7. Коэффициент эффективности применения АМД различного вида. Содержание АМД в % от массы цемента: I – 3%; II – 5%; III – 10%; IV – 15%; V – 20%; 1 – с ПД; 2 – с АД; 3 – с МК; 4 – с Тр; 5 – с Т

Для анализа сравнительной эффективности природных АМД различного вида был принят коэффициент эффективности применения $K_{эф}$, учитывающий изменение прочностных характеристик, расход цемента, суперпластификатора и АМД (рис. 7).

Как видно на рисунке, эффективность применения природных АМД неодинакова и зависит от вида АМД и ее количества в составе сухой строительной смеси. Наиболее эффективным является применение активированных диатомитов в количестве 3–10% от массы цемента, при дальнейшем увеличении дозировки эффективность применения активированных диатомитов начинает снижаться. Для сравнения, максимальная эффективность применения микрокремнезема и природного диатомита находится в пределах 10–15% от массы цемента, а для природных АМД вулканического происхождения этот предел может увеличиваться до 20%.

Результаты сравнительных испытаний активированных диатомитов и АМД различного происхождения показывают, что предлагаемая технология активации природных диатомитов существенно повышает эффективность их применения в сухих строительных смесях. При оптимальной дозировке активированных диатомитов, используемых в сочетании с суперпластификаторами, благодаря их полифункциональному действию возможно получение составов сухих строительных смесей с высокими прочностными характеристиками, низкими усадочными деформациями, высокой морозостойкостью и стойкостью к различным видам коррозии.

Литература

1. Ю.М. Бутт. Технология цемента и других вяжущих материалов. М.: Стройиздат. 1976. 344 с.

10-я международная выставка

УРАЛСТРОЙИНДУСТРИЯ/ URALBILD

28 ноября - 1 декабря
Екатеринбург
Высоцкого, 14

EXPO

Коллекция выставок 15-летней выдержки

УРАЛЭКСПОЦЕНТР
ЕвроАзиатский выставочный холдинг
тел.: 343/3623017, 27, факс: 343/3623019
e-mail: uralexpo@uralexpo.mplk.ru www.URALEX.RU

Информационные спонсоры: ROSFIRM.ru, СТРОЙМАРКЕТ, ELL.ru, ТИТАНСОФТ

Мультимедиа партнер: Официальный интернет-государственный портал

УДК 666.9.031

В.В. БЕЛОВ, д-р техн. наук, М.А. СМИРНОВ, инженер,
Тверской государственной технической университет

Модифицированные сухие общестроительные смеси оптимальной гранулометрии

Разработка композиций и технологий сухих строительных смесей с улучшенными эксплуатационными свойствами идет по пути создания композиционных материалов оптимальной структуры на основе цемента, мелкого заполнителя оптимальной гранулометрии, тонкодисперсного наполнителя и химических добавок.

Для нахождения оптимальной гранулометрии заполнителя определяли соотношения фракций песка, обеспечивающих наиболее плотную упаковку частиц заполнителя, при этом критерием плотной упаковки служило максимальное значение насыпной плотности заполнителя. Установленные закономерности проверялись на реальных сухих строительных смесях. Исследования, проведенные на ОАО КСК «Ржевский», выпускающем ССС, показали, что наиболее эффективным с точки зрения технологии и затрат на просеивание является разделение песка на фракции с размерами частиц 0–0,5 мм, 0,5–1,25 мм и 1,25–3,2 мм.

Рассев песка на указанные три фракции показал, что их содержание составляет соответственно 30, 46 и 24%. Этот состав был принят за

контрольный. Эксперименты позволили наметить составы смесей, соответствующие их наибольшей насыпной плотности, то есть оптимальной гранулометрии: 30% фракции 0–0,5 мм, 20% фракции 0,5–1,25 мм, 50% фракции 1,25–3,2 мм. Далее изготовлялись образцы-кубы с размером ребра 70 мм из цементно-песчаной смеси (1:4,5) нормальной консистенции на песке контрольного и оптимального гранулометрического составов и определялась прочность при сжатии в возрасте 3 и 28 сут (см. таблицу).

Как показывают данные, оптимальная гранулометрия позволила повысить предел прочности при сжатии цементно-песчаной смеси на 18% по сравнению с применением песка контрольного гранулометрического состава.

Существенные различия в структуре цементно-песчаного раствора с заполнителем контрольного и оптимального составов подтверждаются результатами электронно-микроскопического исследования с помощью сканирующего электронного микроскопа Cam Scan 4 (рис. 1, 2). За счет использования заполнителя оптимального состава структура материала становится более плотной,

образующиеся агрегаты равномерно распределены по объему материала.

Одним из способов улучшения физико-механических свойств композиционных материалов, в том числе сухих строительных смесей, является наполнение матрицы цементного вяжущего высокодисперсными минеральными частицами различной природы и фракционного состава. При этом не только улучшаются прочностные и деформативные характеристики материалов, но и появляется возможность направленного формирования макро- и микроструктуры композита, а также существенного расширения сырьевой базы за счет использования местного сырья.

В настоящее время цементно-песчаные сухие смеси производятся на основе портландцемента марок ПЦ-400 или ПЦ-500, что не всегда экономически и технологически оправданно. Вместе с тем большинство регионов страны располагает достаточными запасами местных материалов для организации производства наполненных композитных вяжущих низких и средних марок и сухих строительных смесей на их основе. В качестве минеральных наполнителей смесей могут быть использованы как местные сырьевые ресурсы, например измельченный кварцевый песок, так и техногенные отходы необходимой дисперсности, что, безусловно, эффективнее.

Тонкодисперсный минеральный компонент выступает в роли микронаполнителя в цементном вяжущем, образуя микрокаркас и создавая микробетонную структуру материала [1]. В цементных композициях тонкомолотый минеральный компонент может служить центрами кристаллизации, создавая условия для зонирования новообразований при их кристаллизации. В результате этого достигается соответствующая модификация структуры. Существенным в физико-химической составляющей структурообразующей функции является и действие частиц минерального компонента как подложки для ориентированной кристаллизации гидросиликатов кальция на их

Гранулометрический состав песка, %			Насыпная плотность песка, кг/м ³	Характеристика гранулометрического состава заполнителя	Предел прочности при сжатии, МПа, в возрасте, сут	
0–0,5 мм	0,5–1,25 мм	1,25–3,2 мм			3	28
30	20	50	1645	оптимальный	12,3	17,22
30	46	24	1560	контрольный	10,4	14,6

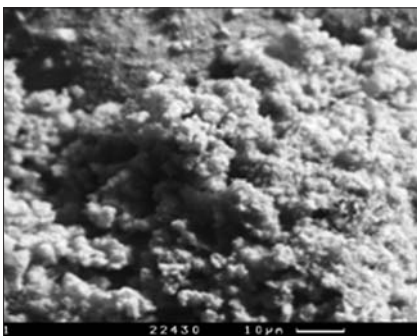


Рис. 1. Микроструктура цементно-песчаного раствора с заполнителем контрольного состава в возрасте 28 сут

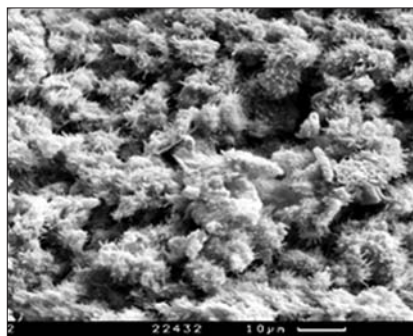


Рис. 2. Микроструктура цементно-песчаного раствора с заполнителем оптимального состава в возрасте 28 сут



Рис. 3. Зависимость насыпной плотности зернисто-дисперсной системы от содержания дисперсной части

поверхности с образованием контактов по механизму эпитаксии [2]. На сегодняшний день недостаточно изученным вопросом является методика определения оптимальной концентрации дисперсного наполнителя в цементных системах, в частности в сухих строительных смесях.

Для определения количества добавки тонкомолотого минерального компонента составляли зернисто-дисперсные системы на основе песка оптимальной granulometрии; интервал варьирования тонкомолотого минерального компонента составил 0–16% от массы зернистой части. Зависимость насыпной плотности полученных зернисто-дисперсных систем от количества тонкомолотого минерального компонента (рис. 3) показывает, что его оптимальное количество в данном случае составляет 6%; при этом наблюдается максимум насыпной плотности, что говорит о достижении такого состояния, при котором частицы дисперсной части (тонкомолотый компонент) располагаются между частицами зернистой части, не раздвигая их. При дальнейшем увеличении количества дисперсной части происходит резкое снижение насыпной плотности системы, что говорит о существенной роли поверхностных сил в закономерностях упаковки дисперсных систем. В этом случае наполнитель способен образовывать собственные структуры – кластеры.

Уменьшение насыпной плотности системы свидетельствует о том, что в системе начинается явление раздвижки, то есть частицы меньших размеров вклиниваются в промежутки между крупными частицами, отодвигая их друг от друга на некоторое расстояние, которое равно диаметру меньших частиц. Осаждение дисперсных частиц наполнителя тонким слоем на крупных зернах заполнителя вызовет увеличение плотности контактных зон и прочности наполненного материала. В нисходящей области зависимости (рис. 3)

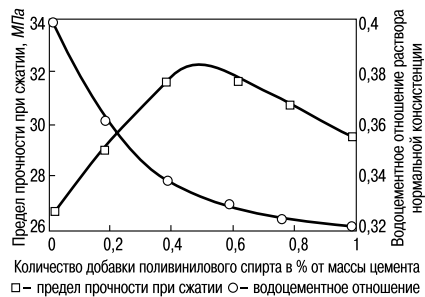


Рис. 4. Зависимость предела прочности при сжатии цементно-песчаного раствора и водоцементного отношения от концентрации добавки поливинилового спирта

объем дисперсной части превышает объем межзерновых пустот скелетной (зернистой) части, увеличивает раздвижку крупных частиц, разрушение контактных зон и снижение прочности материала.

Усиление указанного выше эффекта упрочнения контактных зон при оптимальной концентрации тонкодисперсного наполнителя может быть обеспечено за счет перераспределения баланса внутренних сил в системе с помощью полимерных добавок, вводимых с целью улучшения адгезии, деформативности, водонепроницаемости и других свойств в современных ССС [3]. Однако в России полимерные добавки в порошкообразном состоянии, за исключением карбоксилметилцеллюлозы, практически не выпускаются. Введение полимерных добавок в виде дисперсий с водой затворения непосредственно на строительном объекте существенно снижает эффективность сухих смесей, так как наряду с определенными преимуществами (отсутствие токсичных компонентов, пожаро-взрывобезопасность, высокая концентрация целевого компонента) работа с полимерными дисперсиями вызывает ряд затруднений. Поскольку дисперсии водные, то с ними можно работать при температуре не ниже 0°C; для хранения и транспортировки необходима герметичная тара во избежание пролива или высыхания. Поэтому в составах ССС применяют, как правило, полимерные порошкообразные добавки, выпускаемые за рубежом.

В качестве полимерной добавки к растворным и бетонным смесям достаточно широко используется поливиниловый спирт [1], выпускаемый отечественной промышленностью в гранулированном состоянии (ГОСТ 10779–78). Судя по многочисленным литературным источникам [4, 5], поливиниловый спирт может применяться не только в качестве водоудерживающей добавки, но и как пластификатор растворной смеси, а также как добавка, увели-

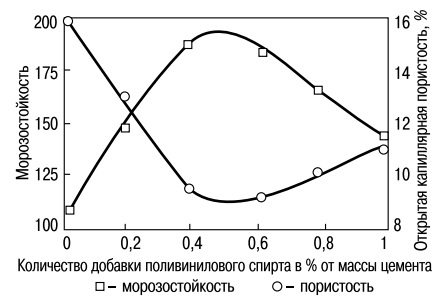


Рис. 5. Зависимость морозостойкости цементно-песчаного раствора и открытой капиллярной пористости от концентрации добавки поливинилового спирта марки ГФ

чивающая прочность раствора, влияющая на морозостойкость, пористость и другие физико-механические характеристики цементных систем. Следовательно, возможности поливинилового спирта как модификатора сухих строительных смесей выявлены далеко не полностью и требуют дальнейшего изучения.

В данной работе сухой поливиниловый спирт использовался по запатентованному способу совместно с тонкомолотым минеральным компонентом в оптимальной концентрации, определяемой по изложенной выше методике. Зависимости предела прочности при сжатии цементно-песчаного раствора и водоцементного отношения цементно-песчаной смеси от концентрации добавки поливинилового спирта, введенной совместно с тонкомолотым минеральным компонентом (рис. 4), показывают, что при этом значительно уменьшается водопотребность цементно-песчаной смеси, то есть эти добавки оказывают пластифицирующий эффект. Наибольший пластифицирующий эффект наблюдается при дозировке добавки ПВС 0,2% от массы цемента, затем эффект пластифицирования уменьшается. При увеличении концентрации добавки до 0,5% от массы цемента наблюдается увеличение прочности цементно-песчаного раствора по сравнению с бездобавочным раствором. Приrost предела прочности при сжатии при оптимальной концентрации добавки поливинилового спирта около 6 МПа, что составляет 22% от прочности бездобавочного раствора. Следует отметить, что при увеличении концентрации добавки поливинилового спирта в цементно-песчаной смеси ее водопотребность непрерывно уменьшается, однако при количестве спирта более 0,5% от массы цемента, несмотря на продолжающееся снижение водопотребности, прочность образцов падает. Данное обстоятельство объясняется, по-видимому, некоторым воздухововлечением растворной

смеси. При оптимальной концентрации добавки 0,5% от массы цемента снижение водопотребности цементно-песчаной смеси составило около 18% по сравнению с контрольной смесью.

На рис. 5 представлены зависимости морозостойкости цементно-песчаного раствора (1:4) и показателя открытой капиллярной пористости от концентрации добавки поливинилового спирта. При концентрации добавки спирта 0,5% от массы цемента наблюдаются минимальное значение открытой капиллярной пористости (9%) и максимальное значение морозостойкости (190 циклов). При этом прирост морозостойкости составил около 73% по сравнению с контрольной смесью.

Существенное влияние небольших количеств поливинилового спирта на свойства цементно-песчаного раствора объясняется характером расположения полимера в матрице цементного камня. Спирт образует упругие прослойки между кристаллическими новообразованиями минерального вяжущего, адсорбируется на поверхности частиц заполнителя и благодаря высокому адгезионным свойствам повышает прочность и деформативность мате-


риала. Часть поливинилового спирта закрывает поры, снижая водопоглощение раствора, повышая его морозостойкость и водонепроницаемость. Известно, что прочность при разрыве полимерных пленок и их сцепление с различными основаниями значительно превышают эти показатели для отвердевшего цемента, поэтому жесткий пространственный каркас из гидратированного цемента укрепляется в наиболее ослабленных местах (порах, микротрещинах) данным полимером. Указанные явления усиливают отмеченный выше эффект упрочнения контактных зон материала при оптимальной концентрации тонкодисперсного наполнителя.

Таким образом, эффективными способами модификации сухих цементно-песчаных смесей с целью управления их физико-механическими характеристиками и существенного улучшения эксплуатационных свойств является использование заполнителя оптимальной гранулометрии, а также введение в состав смесей добавок поливинилового спирта и тонкомолотого минерального компонента в оптимальных концентрациях, определяемых по специальным методи-

кам. Себестоимость модифицированных сухих строительных смесей улучшенного качества по сравнению с обычными отечественными смесями увеличивается не более чем на 200–220 руб. за 1 т.

Список литературы

1. Рунова Р.Ф., Носовский Ю.Л. Особенности применения минеральных вяжущих в сухих строительных смесях // Сб. трудов 2-й Международной конференции «Современные технологии сухих строительных смесей в строительстве». СПб. 2000. С. 16.
2. Николаев А.Ф., Охрименко Г.И. Водорастворимые полимеры. Л.: Химия. 1979. 144 с.
3. Соломатов В.И., Бобрышев А.Н., Химлер Н.Г. Полимерные композиционные материалы в строительстве. М.: Химия. 1988. 309 с.
4. Еженкова Л.Л., Князева Т.В. Производство поливинилового спирта. Под ред. М.Э. Розенберга. М.: НИИТЭХИМ. 1980. 88 с.
5. Князева Т.В., Колина К.Ш., Еженкова Л.Л. Водорастворимые сополимеры винилового спирта и пленки на их основе. М.: НИИТЭХИМ. 1979. 32 с.




**СПЕЦИАЛЬНОЕ КОНСТРУКТОРСКОЕ БЮРО
СКБ СТРОЙПРИБОР**
ПРИБОРЫ НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ

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


ПГМ-100 / ПГМ-500 / ПГМ-1000

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




ПОС-30(50)МГ4 "Отрыв"

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



ИПС-МГ4.03

Измеритель прочности бетона, раствора методом ударного импульса по ГОСТ 22690.
Расширенный режим измерений с возможностью выбора вида заполнителя, возраста и условий твердения бетона.
Диапазон измерения прочности.....3...100 МПа




ПСО-МГ4

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



ПОС-50МГ4 "Скол"

Измерители прочности бетона методами скалывания ребра и отрыва со скалыванием по ГОСТ 22690.
Диапазон:
методом скалывания ребра.....10... 70 МПа
методом отрыва со скалыванием.....5... 100 МПа




Влагомер-МГ4У

Измеритель влажности древесины, бетона, сыпучих по ГОСТ 16588 и ГОСТ 21718.
Может комплектоваться зондовым преобразователем.
Диапазон измерения влажности1...60%



ПОС-2МГ4П

Измеритель прочности ячеистых бетонов методом вырыва спирального анкера.
Предусмотрена возможность корректировки результатов испытаний в зависимости от влажности бетона.
Диапазон.....0,5...8 МПа




ИПА-МГ4

Измеритель защитного слоя бетона, расположения и диаметра арматуры железобетонных конструкций магнитным методом по ГОСТ 22904.
Диапазон измерения защитного слоя.....3... 100 мм
При диаметре стержней.....3... 40 мм



ИТП-МГ4 «100/250»

Измерители теплопроводности и термического сопротивления материалов при стационарном режиме по ГОСТ 7076 и методом теплового зонда по ГОСТ 30256.
Диапазон.....0,02...1,5 Вт/м·К



Измерители теплопроводности, плотности тепловых потоков, параметров вибрации, влажности строительных материалов. Термометры, гигрометры, анемометры, пирометры, толщинометры, твердомеры, дефектоскопы, лазерные дальнометры.

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

Вибрационные конвективные сушилки

Проблема сушки сыпучих материалов актуальна в различных отраслях промышленности. Сушка необходима при производстве минеральных удобрений и различных химических веществ, для подготовки песка при изготовлении сухих строительных смесей и в других отраслях промышленности.

Предприятие ООО «Консит-А» специализируется на создании, изготовлении и поставке вибрационных сушилок. Под воздействием вибрации интенсивность теплообменных процессов в слое материала увеличивается, и эффективность сушки существенно возрастает. Кроме того, в вибрационных аппаратах возможно совмещение технологических и транспортных операций.

Предприятие ООО «Консит-А» выпускает вибрационные сушилки различных типов: электрические [1]; конвективные (сушка горячим воздухом); инфракрасные; паровые.

Вибрационные конвективные сушилки относятся к аппаратам псевдооживленного слоя. Сущность процесса тепловой обработки в указанных аппаратах состоит в том, что при продувании размещенного на газораспределительной решетке слоя сыпучего зернистого продукта сушильным агентом (горячим воздухом) продукт переходит в полувзвешенное состояние и приобретает свойства текучести.

В этом состоянии слой разрыхляется и интенсивно перемешивается, благодаря чему все частицы материала равномерно омываются сушильным агентом. Вследствие этого перемешивания, а также взаимного контакта отдельных частиц происходит выравнивание температуры в объеме слоя, что особо важно при сушке термолabileльных продуктов. Следует отметить, что благодаря указанным особенностям процесса эффектив-

ность сушки, а также достигаемые качественные показатели обрабатываемых продуктов в аппаратах псевдооживленного слоя значительно выше, чем в традиционно используемых барабанных, шнековых, туннельных и ленточных сушилках.

В вибрационных конвективных сушилках на газораспределительную решетку и соответствующий слой находящегося на ней продукта накладывается вибрационное воздействие. Благодаря этому образуется виброкопящийся слой материала, и количество воздуха, подаваемого в сушилку, может быть уменьшено, так как не требуется дополнительной энергии на оживление материала.

По сравнению с аппаратами стационарного кипящего слоя вибрационные конвективные сушилки обладают следующими преимуществами:

- возможностью осуществления сушки плохооживаемых материалов, в том числе тонко- и полидисперсных;
- возможностью обработки тонких слоев продукта;
- более высокой интенсивностью теплообмена;
- меньшими энергозатратами;
- минимальной адгезией продукта к внутренним поверхностям аппарата;
- пониженным выносом мелких частиц из аппарата.

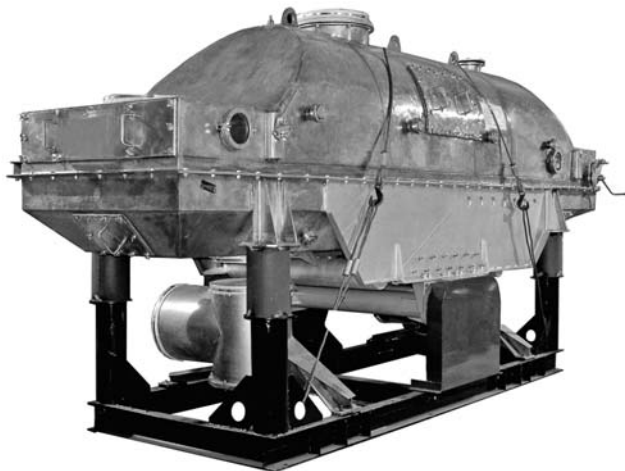
Вибрационные конвективные сушилки (см. рисунок) состоят из рабочего органа, внутри которого установлен перфорированный лист, выполняющий функцию газораспределительной решетки. Рабочий орган снабжен патрубками загрузки и выгрузки продукта, а также подвода и отвода воздуха и смонтирован на раме через пружины. Для создания вибровозмущения на кронштейне устанавливается привод.

Аппарат работает следующим образом. Исходный продукт загружается через патрубок внутрь рабочего органа, где под воздействием вибрации, создаваемой приводом, равномерно распределяется на перфорированном листе и транспортируется в сторону патрубка разгрузки.

Горячий технологический воздух, поступивший через патрубки внутрь аппарата, проходит затем через отверстия в перфорированном листе и слой находящегося на нем продукта, который при этом приходит в псевдооживленное состояние. В результате интенсивного теплообмена между воздухом и частицами продукта осуществляется сушка. Отработанный воздух через патрубок отводится из сушилки.

Время пребывания продукта в аппарате, а следовательно, его конечное влагосодержание регулируется параметрами вибрации привода, а также изменением высоты слоя с помощью заслонки. Сушилка может работать как в периодическом, так и в непрерывном режиме.

Для проведения тепловой обработки продуктов вибрационная конвективная сушилка должна быть обеспечена:



Показатели	СВК 0,36	СВК 0,5/3,0	СВК 0,75/3,0	СВК 1,0/4,0	СВК 1,4/8,2
Производительность по испаренной влаге, кг/ч	15	60	90	150	450
Площадь перфорированного листа, м ²	0,36	1,5	2,3	4	8,2
Температура воздуха, подаваемого на сушку, °С, не более	433 (+160)				
Мощность двигателя, кВт	2×0,12	2×0,75	2×0,75	3×1,1	5,5
Габаритные размеры, (L×B×H), мм	1720×840×1580	1080×740×3350	3700×1350×1975	4610×1840×2200	8790×2137×2760
Масса, кг	235	600	760	1710	2980

- приточным и вытяжным вентиляторами, обеспечивающими подачу в аппарат и отвод из него воздуха;
- фильтром и теплообменником для очистки и нагрева воздуха, подаваемого в сушилку;
- устройствами, обеспечивающими улавливание частиц продукта из воздуха, отводимого из сушилки;
- технологическими воздуховодами.

В зависимости от условий эксплуатации на месте применения аппарата в качестве теплообменников могут применяться паровые или электрические калориферы, а также топки или теплогенераторы.

Выбор устройств, применяемых для улавливания из отработанного воздуха продукта, определяется исходя из его физико-химических свойств (гранулометрического состава, насыпной плотности и удельного веса), а также требований ПКД. В качестве этих устройств могут применяться циклоны, рукавные фильтры, скруббера и др.

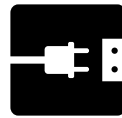
Сушилка может использоваться также и для охлаждения продукта, при этом вместо калорифера применяется трубчатый теплообменник, в который подается вода или хладагент. Сушка и охлаждение в случае необходимости могут производиться последовательно в одном аппарате.

Техническая характеристика конвективных сушилок приведена в таблице.

В 2006 г. две сушилки типа СВК-1,0/4,0 были экспортированы на предприятия в Латвию и Украину. Вибрационные аппараты предприятия ООО «Консит-А» позволяют эффективно решать самые разные задачи в области сушки, стоящие перед производством.

Литература

1. *Одинокий М.И.* Сушка сыпучих материалов с помощью виброаппаратов//Строит. материалы. 2006. №9. С. 50.



ВАШЕ ЖИЛИЩЕ

13-я специализированная выставка
Ярославль, 1-3 ноября '06

В рамках работы выставки состоится Всероссийская научно-практическая конференция **“Основные проблемы и механизмы реализации программы “Модернизация жилищно-коммунального комплекса”**

Разделы выставки:

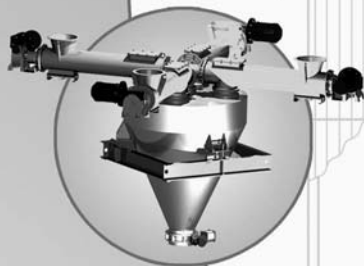
- строительные материалы и конструкции
- средства теплозащиты зданий и сооружений
- оборудование для тепло-, водо-, газо-, энергосбережения
- материалы и оборудование для строительства и ремонта
- инженерное оборудование и системы
- системы очистки воды и воздуха

Оргкомитет: (4852) 45-06-46, 73-28-87

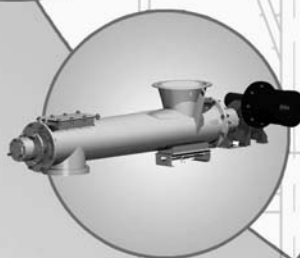
E-mail: info@energo-resurs.ru

Сайт выставки: www.energo-resurs.ru

Разрабатываем и поставляем:



- вибрационные сита и грохоты;
- вибрационные смесители;
- многокомпонентные дозаторы;
- винтовые питатели;
- вибрационные сушилки;
- вибрационные питатели;
- электромагнитные питатели;
- ленточные элеваторы;
- фасовочное оборудование.



Осуществляем комплексные поставки оборудования заводов по производству сухих строительных смесей

с автоматизированными системами управления на базе PLC и PC.



115093, Россия, Москва,
ул. Люсиновская, д. 35,
оф. 504, 514
Тел.: (495) 236-04-16
Тел./факс: 239-40-54
E-mail: info@consit.ru
www.consit.ru



10. СТИЛЬ

Стиль — это лицо разума.
А. Шопенгауэр

В предыдущих статьях рубрики больше внимания было уделено правилам изложения содержания научной работы, ее организации, последовательности аргументации, чем отдельным предложениям. Но чтобы понять аргументацию, читателям надо понять ваши предложения. Чем ближе к окончательному варианту статьи, тем больше внимания надо сосредоточить на *стиле* изложения. Предполагается, что начинающий автор знаком с грамматикой, поэтому вопросы правописания, согласования подлежащего и сказуемого и основы словоупотребления рассматриваться не будут. Если вы считаете, что нуждаетесь в дополнительных знаниях грамматики, то обратитесь к соответствующим преподавателям или курсам.

В зависимости от целей и задач, которые ставятся в процессе общения, происходит отбор языковых средств. В результате создаются разновидности единого литературного языка, называемые функциональными стилями, — публицистический, разговорный, официально-деловой, научный, стиль художественной литературы.

Существует *две ступени владения языком*: первая — это знание грамматики, определенного количества слов, умение построить предложение, высказывание, общаться на языке с другими носителями; вторая ступень подразумевает умение дифференцировать речь с точки зрения стиля, строить текст, подбирая языковые средства с учетом цели высказывания, ситуации, собеседника, сферы деятельности, формы общения (устной, письменной).

Наиболее сложной задачей является овладение второй ступенью даже для людей, которые считают тот или иной язык родным для себя. Истинное овладение стилевыми средствами языка может происходить только осознанно; при этом изучаются, анализируются языковые стилистические средства и принадлежащие к разным стилям тексты с их особенностями.

Историческая справка. В России научный язык начал складываться в первые десятилетия XVIII в., когда авторы и переводчики научных книг стали со-

здавать русскую научную терминологию. Во второй половине XVIII в. благодаря работам М.В. Ломоносова и его учеников формирование научного стиля сделало шаг вперед, но окончательно стиль сложился во второй половине XIX в.

Тексты научного стиля обслуживают сферу науки, техники и научного общения. Цель научного текста — представить, классифицировать и обобщить факты, выдвинуть гипотезу, привести логические доказательства, сформулировать закономерности и законы. Задача научного текста — по возможности точно и полно объяснить факты окружающей нас действительности, показать причинно-следственные связи между явлениями и выявить закономерности их развития.

Форма речи, преимущественно реализуемая в научном тексте, письменная, реже устная.

Выделяются следующие *жанры текстов научного стиля* для письменной речи: резюме, реферат, тезисы, статья, аннотация, диссертация, монография, научный отчет, учебник, каталог, справочник, патентное описание; техническое описание, технические условия; спецификация, инструкция, реклама фирмы или продукции (имеющая признаки и публицистического стиля). В устной речи выделяются доклад, выступление в дискуссии.

Научная речь характеризуется следующими качествами:

— **объективностью**, которая проявляется в безличности языкового изложения различных точек зрения на проблему;

— **логичностью**, которая проявляется в непротиворечивости изложения и создается с помощью особых конструкций (сложноподчиненные предложения с придаточными причины, условия, следствия; предложения с вводными словами *во-первых, наконец, следовательно, итак* и т. п.) и типичных средств межфазовой связи (повторов ключевых слов, синонимов, описательных замен);

— **точностью**, которая достигается использованием терминов, однозначных слов, четким оформлением синтаксических связей, ясной внутренней семантической связью;



- **обобщенностью и отвлеченностью** (абстрагированием), которые проявляются в отборе слов (преобладание имен существительных; отглагольных существительных; общенаучных слов и терминов; имен существительных с абстрактным значением *диалектика, процесс, свойство*; конкретных существительных в обобщенном значении *температура, номенклатура* и т. д.); в употреблении форм слов (глаголы настоящего времени во «вневременном» значении; возвратные и безличные глаголы; преобладание 3-го лица глагола и форм несовершенного вида); в использовании неопределенно-личных предложений, страдательных оборотов;
- **насыщенностью** фактической информацией.

В зависимости от целей, назначения и адресата научные тексты делятся на научно-популярные, научно-деловые, научно-технические, научно-публицистические, научно-учебные. Это определяет лексику научного текста – словарный состав языка, определенного стиля, сферы. *Лексика* научных текстов имеет яркие особенности:

- строгий отбор, точность языковых средств;
- однозначность словоупотребления;
- использование терминов, слов с абстрактным значением.

Повтор в научном тексте ключевых слов и терминов не считается недостатком, поскольку создает ощущение ясности, однозначности и точности.

Точность научной речи предполагает отбор языковых средств, обладающих качеством однозначности и способностью наилучшим образом выразить сущность понятий.

Лексика научных текстов включает общеупотребительные слова, общенаучные слова и термины.

К общеупотребительной лексике относятся слова общего языка, которые наиболее часто встречаются в научных текстах. Например: *Прибор работает как при низкой, так и при высокой температуре*. В этом предложении нет на одного специального слова. В любом научном тексте такие слова составляют **основу** изложения.

В зависимости от читательской аудитории доля общеупотребительной лексики в тексте меняется: она уменьшается в работах, предназначенных для специалистов, и возрастает в научно-популярных и научно-публицистических текстах.

Предостережение. Часто начинающий автор прибегает в научно-технической статье к излишне сложному, слишком «академическому» стилю изложения, делая тем самым свою работу более трудной для понимания. Витиеватый, неконкретный текст, избилующий иностранными словами и сложными синтаксическими построениями предложений, демонстрирует не умение писать, а то, с чем бездумным авторам удается «проскочить».

Слово в научной речи обычно называет не конкретный неповторимый предмет, а класс однородных предметов, т. е. выражает не частное, индивидуальное, а общее научное понятие. Поэтому для изложения научных текстов прежде всего отбираются слова с обобщенным и отвлеченным значениями, например: *Химия занимается только однородными телами*. Здесь почти каждое слово обозначает общее понятие.

При помощи общенаучной лексики описываются явления и процессы в разных областях науки и техники. Эти слова закреплены за определенными понятиями, но не являются терминами: *операция, вопрос, задача, явление, базироваться, поглощать, абстрактный, ускорение, приспособление* и др.

Ядром лексики научного стиля является терминология. Термин воплощает в себе основные особенности научного стиля и точно соответствует задачам научного общения. Термин можно определить как слово или словосочетание, точно и однозначно называющее предмет, явление или понятие науки и раскрывающее его содержание. Термин обозначает научное понятие и входит в систему понятий той науки, к которой принадлежит.

Каждый автор должен стремиться к использованию современной научной терминологии и системы обозначений; возможности автора в этом отношении связаны с его эрудицией и общением с коллегами. Часто автор сталкивается с тем, что общепринятая терминология еще не сложилась. Особенно такое бывает, когда область знания находится на начальном этапе развития. Именно на этом этапе происходит формирование терминологии. В этом случае автор должен ориентироваться на традиции журнала, в который направляет статью.

К сведению. Химическую терминологию разрабатывает Международный союз теоретической и прикладной химии, и соответствующие рекомендации публикуются в органе этого союза – журнале «Pure and Applied Chemistry». Часть переведенных на русский язык рекомендаций публикуется в «Журнале аналитической химии».

Во многих случаях, особенно при введении нового термина или при употреблении термина из другой области знания, приходится при первом упоминании термина или обозначения указывать, что под ним подразумевается.

В отечественной научной литературе установилась традиция писать работу нейтральным языком, лишенным эмоций и образности, с преобладанием безличных оборотов. Такой язык призван, очевидно, подчеркнуть объективность научного знания, оттенить беспристрастность, осторожность и ответственность исследователя. Однако даже такой нейтральный язык может быть хорошим и плохим. К недостаткам языка современных научно-технических статей относятся многословие (например, *процесс гидратации* вместо *гидратация*; *процесс отверждения* вместо *отверждение* и т. п.), неумеренное использование вспомогательных глаголов (*проводили, осуществляли* и т. д.) и соответствующих отглагольных существительных (*проведение* и т. д.), неумелое использование пассивных конструкций (например, *плотность определяется* вместо *плотность определяли*), неловкое построение длинных фраз, неточное акцентирование, нанизывание родительных падежей, неправильное использование деепричастных оборотов.

Помните, что наилучшая форма красноречия – это обезоруживающая простота. Как правило, длина предложения становится проблемой, когда предложение достигает 10–15 слов. В произведениях выдающихся писателей длина предложений строго контролируется и варьируется.

Качества, которые определяют изящество стиля, настолько разнообразны и неуловимы, что никакой краткий обзор не может их охватить. Тем не менее изящные тексты характеризуются сбалансированным синтаксисом – смыслом, звучанием, ритмом.

Очень важную роль здесь играет пунктуация. Чтобы избежать многочисленных ошибок, пишите ясно сконструированные предложения, а ваша пунктуация позаботится о себе сама.

О приемах, которые помогут найти и исправить ошибки стиля, будет рассказано в следующей статье.



Международная научно-практическая конференция «Строительный комплекс России: наука, образование, практика»



Выступает А.В. Убеев (Москва)



Выступает В.К. Козлова (Барнаул)



Выступает К.И. Сергеев (Улан-Удэ)



Выступает П. Сэргэлэн (Улан-Батор, Монголия)

12–16 июля 2006 г. в Улан-Удэ (Республика Бурятия) в Восточно-Сибирском государственном технологическом университете состоялась Международная научно-практическая конференция «Строительный комплекс России: наука, образование, практика», посвященная памяти заслуженного деятеля науки РФ, доктора технических наук, профессора Анатолия Дашиевича Цыремпилова. Конференция была организована при поддержке Министерства строительства, архитектуры и ЖКХ РБ, Министерства образования и науки РБ, Ассоциации «Дарханинвестстрой» и др.

В конференции приняли участие более 100 специалистов – ведущих ученых, преподавателей, руководителей и инженеров, многие из которых ученики, последователи и единомышленники А.Д. Цыремпилова из различных городов России и зарубежных стран.

Конференцию открыл ректор ВСГТУ д-р эконом. наук **В.Е. Сактоев**. На пленарном заседании выступили министр строительства, архитектуры и ЖКХ Республики Бурятия **В.А. Рубан** с докладом о перспективах развития строительного комплекса Республики Бурятия; проректор по научной работе ВСГТУ д-р техн. наук **А.И. Артюнин**, который рассказал о научной школе А.Д. Цыремпилова; генеральный директор ООО «Экодом» канд. техн. наук **К.М. Марактаев** – учитель А.Д. Цыремпилова, который вспомнил основные этапы становления Анатолия Дашиевича как ученого и педагога. Одним из основоположников научной школы, занимающейся теорией и практикой получения эффективных строительных материалов на основе эффузивных пород Забайкалья, как отметили выступающие доктора техн. наук П.К. Хардаев и М.Е. Заяханов, был д-р техн. наук А.Д. Цыремпилов. Докладчики высоко оценили вклад А.Д. Цыремпилова в развитие строительной науки и подготовку научно-педагогических кадров высшей квалификации не только Республики Бурятия, но и России.

Секционные заседания конференции состоялись в спортивно-оздоровительном лагере «Ровесник» ВСГТУ, расположенном на берегу уникального озера Байкал. За три дня было заслушано более 40 докладов по вопросам архитектуры и градостроительства; дорожного строительства в суровых климатических условиях; разработки эффективных строительных материалов, изделий и конструкций; совершенствования и разработки энергоудерживающих систем жизнеобеспечения зданий и сооружений; современных технологий в строительстве, а также вопросам подготовки специалистов и научных кадров для строительного комплекса.

О комплексном использовании основных и сопутствующих пород перлитов и цеолитов для производства пористых заполнителей и бетонов на их основе, малозергемких вяжущих, теплоизоляционных материалов с высокими теплотехническими и прочностными свойствами, стекольной шихты и др. доложил первый заместитель министра строительства, архитектуры и ЖКХ РБ **Н.Ю. Рузавин**.

Проблемам повышения долговечности бетонов был посвящен доклад д-ра техн. наук **В.К. Козловой** (Барнаул). В докладе рассмотрено влияние на позднее образование этtringита и долговечность бетона таких факторов, как изменение влажностных условий, совместное действие мороза и соли, действие углекислоты.

Производству модифицированных высокопрочных мелкозернистых модифицированных бетонов с улучшенными деформационными характеристиками посвятил выступление инженер **В.Г. Дондуков** (Москва).

Выступления докторов техн. наук М.П. Калашникова, В.С. Очирова (Улан-Удэ), кандидатов техн. наук Л.В. Сосновских (Пермь), Е.И. Гаршиной (Новосибирск), магистра Монгольского университета науки и технологии П. Сэргэлэн (Улан-Батор), заместителя начальника управления ОАО «Атомстройэкспорт» А.В. Убеева, канд. техн. наук К.И. Сергеева, А.Н. Плотникова (Улан-Удэ) и др. были посвящены проблемам энерго- и теплоснабжения, вентиляции и кондиционирования, перспективам развития строительного комплекса, науки и образования России.

Многими выступающими было отмечено, что развитие и создание научной школы профессора А.Д. Цыремпилова в Республике Бурятия происходило в тесной связи науки, учебного процесса и производства. Прошедшая конференция показала, что работы, начатые А.Д. Цыремпиловым, развиваются и продолжают его учениками, обеспечивая преемственность поколений.

Л.А. Урханова, канд. техн. наук,
Восточно-Сибирский государственный технологический университет



15-я МЕЖДУНАРОДНАЯ СТРОИТЕЛЬНАЯ НЕДЕЛЯ

Более 700
фирм-участниц!



Базовые выставки Федерального агентства
по строительству и ЖКХ (Росстрой)
Базовые выставки строительных комплексов стран СНГ

**27 ФЕВРАЛЯ –
3 МАРТА 2007**

Москва,
КВЦ «Сокольники»




ДИРЕКЦИЯ ВЫСТАВКИ:
Тел./факс.: (495) 105-34-97, 268-99-14
E-mail: info@mvk.ru, sly@mvk.ru, hnr@mvk.ru

ОРГАНИЗАТОРЫ:
Федеральное агентство по строительству
и ЖКХ (Росстрой),
Межрегиональный институт окна,
Российская ассоциация
производителей обоев «Рособои»,
Союз производителей цемента «Союзцемент»,
выставочный холдинг MVK

ПРИ ПОДДЕРЖКЕ:
НП «АВОК», НА производителей стальных гнутых
профилей, Ассоциации производителей
трубопроводов с ППУ-изоляцией

ГЕНЕРАЛЬНЫЙ ИНФОРМАЦИОННЫЙ СПОНСОР:

Стройка
группа ГАЗЕТ

-  **СТРОЙТЕХ**
www.stroytekh.ru
Оборудование, машины, дорожная техника, материалы для капитального строительства
-  **БЫСТРОВЗВОДИМЫЕ И МОБИЛЬНЫЕ ЗДАНИЯ**
- ИНЖЕНЕРНЫЕ КОММУНИКАЦИИ**
- ПОДЪЕМНО-ТРАНСПОРТНАЯ ТЕХНИКА**
-  **SWE /МИР ОКОН И ДВЕРЕЙ/**
www.swexpo.ru
Окна, двери, материалы, комплектующие и оборудование для их производства
-  **BAUSTEIN /КЕРАМИКА И КАМЕНЬ/**
www.baustein.ru
Керамика, натуральный и искусственный камень для строительства и отделки
-  **BETONEX /ЦЕМЕНТЫ, БЕТОНЫ/**
www.betonexpo.ru
Цементы, бетоны и изделия из бетона для капитального и ландшафтного строительства; цемент, бетон, сухие смеси, изделия из железобетона
-  **RFI /КРОВЛЯ И ИЗОЛЯЦИЯ/**
www.roofexpo.ru
Кровельные, тепло- и гидроизоляционные материалы
ФАСАДНЫЕ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ
-  **WALLDECO /ОТДЕЛОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ/**
www.walldeco.ru
Отделочные материалы. Обои, лепнина, расходные материалы и оборудование для их производства, лакокрасочная продукция
-  **ТЕКСТИЛЬ ДЛЯ ДОМА**
www.tex-expo.ru
-  **CAFLEX /НАПОЛЬНЫЕ ПОКРЫТИЯ/**
www.caflex.ru
-  **LIGHTEXPO**
www.lightexpo.ru



50 лет

Научно-техническая конференция «Строительная физика в XXI веке»

25–27 сентября 2006 г. в Москве прошла научно-техническая конференция с международным участием «Строительная физика в XXI веке», посвященная 50-летию Научно-исследовательского института строительной физики Российской академии строительства и архитектуры (НИИСФ РААСН). В конференции приняли участие ученые и специалисты из различных регионов России, стран СНГ, Европы и Азии.

Участников конференции приветствовали президент РААСН **А.П. Кудрявцев**, директор НИИ строительной физики **Г.Л. Осипов**. В июле 2006 г. строительная общественность России отметила юбилей одного из ведущих научных строительных институтов страны – Научно-исследовательского института строительной физики РААСН. В настоящее время институт является одним из головных государственных научно-исследовательских институтов строительной отрасли, экспертным базовым центром РФ, сочетающим профессионализм научных сотрудников с собственной уникальной экспериментальной базой. В составе института 18 научных лабораторий, которые занимаются созданием и исследованием энергоэффективных, долговечных материалов и конструкций, мероприятий по защите зданий и территорий застройки от вредных физических факторов и воздействий и другими вопросами. На протяжении всего времени своего существования НИИСФ является специализированной организацией, которая разрабатывает нормативно-техническую документацию, определяющую строительные-физические характеристики и свойства строительных материалов, конструкций, оборудования, изделий, помещений зданий, территорий застроек и санитарно-защитных зон. Структура института постоянно совершенствуется и модифицируется, появляются новые задачи, которые

требуют ее изменений, подборе специалистов других профилей, приобретении нового оборудования. НИИСФ РААСН ведет научную и практическую деятельность на многих строительных объектах страны.

На пленарном заседании были заслушаны доклады об истории развития НИИ строительной физики (д-р техн. наук **В.Г. Гагарин**); о современных методах расчета высотных зданий из монолитного железобетона (академик-секретарь РААСН д-р техн. наук **Н.И. Карпенко**); о новых экспериментальных установках (канд. техн. наук **В.А. Могутов**); об актуальных вопросах обеспечения радионезопасности зданий (д-р техн. наук **Л.А. Гулабяни**); о развитии методов расчета и проектирования естественной освещенности зданий и сооружений (канд. техн. наук **В.А. Зельцов**). В них были рассмотрены этапы становления строительной физики как науки и вклад в этот процесс коллектива ученых и специалистов НИИ. Кроме того, на пленарном заседании были заслушаны доклады ведущих специалистов – гостей конференции: президента АВОК чл.-корр. РААСН, д-ра техн. наук **Ю.А. Табунщикова** (Москва) о зарубежном и отечественном опыте строительства энергоэффективных зданий; заведующего кафедрой Балтийского государственного университета «Военмех» д-ра техн. наук **Н.И. Иванова** (Санкт-Петербург) о проблемах шума и современных способах их разрешения; зав.

кафедрой ТУ МАДИ д-ра техн. наук **Ю.В. Трофименко** об актуальных проблемах инженерной экологии в приложении к автомагистралям и автотранспорту и др.

Далее работа конференции велась на заседаниях секций. На секции строительной теплофизики (сопредседатели чл.-корр. РААСН д-р техн. наук Ю.А. Табунщиков и д-р техн. наук В.Г. Гагарин) основными обсуждавшимися темами были нормирование и расчет теплофизических параметров ограждающей конструкции, энергосбережение, теплоизоляционные и теплоэффективные конструкционные материалы и др.

При строительстве и производстве строительных материалов и изделий важно быстро измерять и контролировать значение теплопроводности в натуральных и производственных условиях. Развитие теории подобия в строительной теплофизике позволили д-ру техн. наук **В.С. Ройфе** (Москва) предложить новый способ определения теплофизических характеристик капиллярно-пористых материалов. Предпосылкой теоретического обоснования аналогии между теплофизическими и диэлектрическими характеристиками послужил тот факт, что плотность потока энергии пропорциональна градиенту потенциала поля. Развитие этого теоретического посыла позволило докладчику предложить диэлькометрический способ, на основании которого в НИИСФ создан



Конференцию приветствует директор НИИСФ лауреат Государственной премии РФ, академик РААСН, д-р техн. наук Г.Л. Осипов



О зарубежном и отечественном опыте строительства энергоэффективных зданий рассказывает д-р техн. наук Ю. А. Табунщиков



С докладом об истории института выступает заведующий лабораторией НИИСФ д-р техн. наук В.Г. Гагарин



Задачи строительной теплофизики активно обсуждались на заседании секции. На снимке: канд. техн. наук А.Н. Машенков (Нижний Новгород)



Конференция – место общения и дискуссии специалистов. В центре – Г.Ф. Ярошенко, нач. отдела стандартизации НИИСФ



Инженерный метод расчетов параметров тепло- и пароизоляции наружных ограждений зданий обосновывает А. Г. Перехоженцев

прибор, измеряющий теплофизические характеристики.

Большой интерес и дискуссию вызвал доклад д-ра техн. наук **А.Г. Перехоженцева** (Волгоград) о нормировании и расчете тепло- и пароизоляции многослойных ограждающих конструкций зданий, в котором подвергся критике СНиП 23–02–2003. По мнению докладчика, на первом месте при проектировании зданий и сооружений должно быть условие комфортности, на втором – надежности и долговечности и только затем энергосбережение. Отмечено, что при расчете приведенное значение сопротивления теплопередаче принимается по табл. 4 СНиП, в которой не учитывается суровость климата и условия эксплуатации помещения. Это приводит к тому, что при проектировании здания в условиях, например, Крайнего Севера можно неправильно запроектировать ограждающие конструкции, что приведет к повышению норм энергопотребления. А.Г. Перехоженцев предложил метод инженерного расчета параметров тепло- и пароизоляции наружных ограждений зданий, в котором приведенное сопротивление теплопередаче рассчитывается исходя из соблюдения санитарно-гигиенических условий и требуемого уровня энергосбережения.

Ряд докладов был посвящен методам расчета теплофизических характеристик вентилируемых фасадов, получивших широкое распространение в строительстве. Так, в докладе канд. техн. наук **А.А. Сиявина** (Москва) была исследована задача формирования течения и температурного режима в зазоре между стеной и экраном под действием тепловой конвекции с учетом горизонтальных целевых просветов между элементами облицовки. В результате был разработан метод решения связанной задачи.

Показано, что проницаемость приводит к существенному изменению скорости конвективного потока в зазоре при незначительном изменении распределения температуры по

высоте фасада. В рамках развитой методики расчета можно исследовать случаи полностью закрытого нижнего и/или верхнего сечения зазора.

Знание скорости потока воздуха в зазоре вентилируемого фасада необходимо для расчета температурно-влажностного режима. Доклад канд. техн. наук **В.В. Козлова** (Москва) был посвящен аналитическому методу расчета движения воздуха в воздушном зазоре вентилируемого фасада с облицовкой, содержащей периодические разрывы. Для предложенной математической модели получены как точное, так и приближенное решение. По мнению докладчика, дальнейшая разработка этой проблемы позволит выделить характеристики движения воздуха, знание которых достаточно для решения прикладных задач.

В докладе д-ра техн. наук **В.Г. Гагарина** были изложены основные методики расчетов, разработанные в последнее время, которые учитывают особенности навесных фасадных систем и позволяют наиболее объективно учитывать их влажностное состояние: переменные по высоте фасада граничные условия влагообмена, эксфильтрацию влажного воздуха через стену, конденсацию водяного пара на облицовке и элементах подконструкции.

Результаты лабораторных исследований стойкости фасадных систем мокрого типа к температурно-влажностным воздействиям были изложены в докладе канд. техн. наук **И.В. Бессонова** (Москва). Показано, что наиболее устойчивой к циклическому температурно-влажностному воздействию является фасадная система с теплоизоляцией из пеностекла (ориентировочный срок службы до капитального ремонта 40 лет), а наименее устойчивой – система с теплоизоляцией из экструзионного пенополистирола (10 лет). Дополнение лабораторных данных натурными испытаниями, по мнению докладчика, позволит более точно определить срок службы фасадных систем мок-

рого типа с различными теплоизоляционными материалами.

Заседание секции «Кровли и гидроизоляция» открыла сопредседатель секции канд. хим. наук **Г.Ф. Ярошенко** (Москва), которая доложила о состоянии дел в сфере стандартизации и сертификации кровельных материалов. Как подчеркнула в своем докладе канд. техн. наук **Г.Н. Андреева**, при проектировании кровель необходимо не только соблюдать требования СНиП 26–76, но и учитывать рекомендации по конструктивным решениям, разработанные ЦНИИПромзданий. В докладе были приведены варианты конструктивных решений узлов традиционных и инверсионных кровель.

Вопросам оптимального проектирования и разработки кровельных систем конструкций, моделирования работы кровельного материала при эксплуатации был посвящен доклад **А.В. Берстенева** (Екатеринбург).

При разработке новых материалов, проектировании кровли важно знать долговечность материалов. Методике оценки потенциального срока службы кровель из эластомерных рулонных материалов был посвящен доклад канд. техн. наук **А.В. Пешковой** (Москва). Вопросам долговечности был также посвящен доклад **Е.В. Кременецкой** (Москва).

В ряде докладов были рассмотрены вопросы развития рынков битумных и полимерно-битумных кровельных материалов России (**В.М. Горячев, А.Ю. Коробицын**) и Китая (канд. техн. наук **Я.И. Зельманович**).

Теплая атмосфера и дружеская дискуссия позволили специалистам из разных регионов России и зарубежных стран обменяться мнениями, поделиться опытом, знаниями и достижениями в области строительной физики.

И.В. Козлова,
канд. физ.-мат. наук,
В.Л. Козина,
канд. техн. наук

В.М. ГОРИН, канд. техн. наук, генеральный директор ЗАО «НИИКерамзит», председатель Союза производителей керамзита и керамзитобетона (Самара)

45 лет НИИКерамзиту в стройкомплексе России

Возрастающие потребности в легких эффективных заполнителях для бетонов, необходимость быстрого возведения жилых и промышленных объектов, обусловленные развитием индустриального домостроения в стране, вызвали необходимость создания специализированного института по керамзиту. Государственный научно-исследовательский институт по технологии керамзита НИИКерамзит был организован на базе созданного в 1961 г. Куйбышевского НИИ Стройиндустрия. Большую и сложную организационную работу на стадии становления НИИКерамзита провели первые руководители института М.Г. Чентимиров, В.П. Горных и В.В. Еременко.

География деятельности института расширилась, охватив почти все регионы страны от Прибалтики, Белоруссии, Молдавии и Украины до Дальнего Востока и Якутии. В середине 70-х гг. прошлого века НИИКерамзит стал головным институтом по пористым заполнителям. НИИКерамзит постоянно проводил детальный технико-экономический анализ работы всех действующих керамзитовых заводов и других предприятий по выпуску пористых заполнителей. На базе этих данных издавался ежегодный сборник «Технико-экономический обзор производства пористых заполнителей в стране», который представлял значительный интерес для специалистов промышленности строительных материалов, руководящих и плановых органов.

При НИИКерамзите было организовано СПКБ — специализированное проектно-конструкторское бюро, которое выполняло большой объем работ по проектированию новых предприятий, пуско-наладочные работы, а также работы по реконструкции действующих заводов.

При непосредственном участии института было построено, налажено и введено в действие 338 керамзитовых заводов, расположенных практически во всех регионах Советского Союза; испытано и утверждено на территории СССР 5,6 млрд м³ сырья, пригодного для производства керамзитового гравия, что может обеспечить на долгие годы самые высокие темпы развития производства. Таким образом, была создана мощная производственная база; керамзит стал основой для легкобетонного строительства в нашей стране, он составлял до 80% общего объема пористых заполнителей.

В своей работе НИИКерамзит активно сотрудничал с ведущими институтами страны по созданию строительных материалов и оборудования, такими как ВНИИСТРОМ им. П.П. Будникова, НИИЖБ, ВНИИСтройкерамика, ВНИИЖелезобетон, ГИПРОстром, СамГАСА, ВНИИСтроммаш, ВНИИНеруд, ЦКБ Строммашина, ВНИИСТ, а также со смежными министерствами и предприятиями различных отраслей производства.

Неоспорим научно-технический и практический вклад, внесенный сотрудниками института в успешное становление и развитие керамзитовой промышленности, что явилось основой крупнопанельного домостроения и способствовало резкому подъему жилищного и промышленного строительства в стране в 60–80-е годы XX века.

В институте было создано восемь лабораторий: технологии производства керамзита, керамзитобетона, физико-химических исследований, жаростойкого и глинозольного керамзита, теплотехники, тепломассообмена, автоматики.

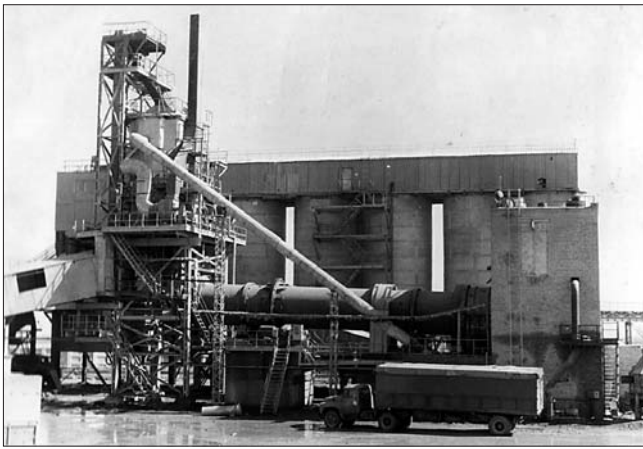
Глубокие физико-химические исследования имели важнейшее значение для изучения сырьевых материалов, керамзита и процессов, протекающих при обжиге. На их основе решались главные задачи: оптимизация свойств керамзитового гравия (максимальное снижение насыпной плотности и повышение прочности), совершенствование технологических процессов и расширение сырьевой базы, снижение удельных затрат на производство.

Значительное место в работе института занимали исследования по использованию крупнотоннажных техногенных отходов. Помимо расширения сырьевой базы эти разработки внесли вклад в решение экологических проблем. Разработаны теоретические основы и промышленные технологии глинозольного и жаростойкого керамзита, керамзита из отходов угледобычи и углеобогащения, шлакозита и стеклозита, жаростойких бетонов для футеровки различных тепловых агрегатов, в том числе вращающихся печей, керамзитобетонные лотки теплотрасс.

Научный коллектив института работал над совершенствованием технологий, созданием нового технологического, теплотехнического оборудования, исследованием сырьевой базы, интенсификацией процессов подготовки и переработки сырья, обжига полуфабриката. Новое технологическое оборудование, разработанное институтом, широко внедрено на заводах керамзитовой промышленности, что стало возможным благодаря совместной работе коллектива со специализированными организациями и машиностроительными заводами. Разработано и серийно освоено совместно с ЦКБ «Строммашина» (Харьков) прогрессивное перерабатывающее и формующее оборудование: глиноочистители СМК-344 и СМК-346, гранулирующие прессы СМК-315 и СМК-345 для линий производительностью 100 и 200 тыс. м³ гравия в год соот-



Коллектив ЗАО «НИИКерамзит» 2006 г.
Слева направо стоят: *Первый ряд:* инженер-связист В.Г. Трипольский, инженер А.Л. Шлямов, инженер по эксплуатации офисной техники А.Н. Кольцов, главный технолог П.Ф. Нижаев, зав. лабораторией А.М. Кривопапов, бухгалтер Е.В. Орлова, генеральный директор В.М. Горин, юрист М.В. Ивченко, зам. генерального директора Н.Л. Антоненко, инженер А.С. Кузнецова. *Второй ряд:* главный бухгалтер А.Р. Телешевская, научный сотрудник В.Д. Авакова, инженер-технолог Т.А. Рябинчук, помощник директора СПКиК Н.М. Чертова, директор С.А. Токарева, начальник отдела кадров С.П. Шведова, инженер О.В. Чернышева.
Слева направо сидят: инженер технолог Т.Г. Вавилина, технический работник Г.М. Беспалова, инженер по снабжению В.И. Романеева, помощник генерального директора Н.Е. Горина, секретарь К.А. Земскова.



Обжиговый агрегат СМС-197 разработан в НИИКерамзит, установлен на Безьямянском опытном керамзитовом заводе

ветственно, сушилка барабанная СМЦ-69. Широкое внедрение получили гранулирующие приставки к прессам СМК-23, СМК-435, СМК-217 и другие виды технологического оборудования.

К числу наиболее значимых разработок института относятся созданный и серийно выпускавшийся Куйбышевским заводом «Строммашина» и обжиговый агрегат СМС-197.

Серия разработок НИИКерамзита была посвящена способу опудривания огнеупорными и тугоплавкими порошками, что обеспечивает повышение вспучиваемости практически для любого вида сырья; были разработаны технологические основы и оборудование для промышленной реализации этого способа.

Большая работа велась по совершенствованию технологии и улучшению качества керамзитобетона, по изучению влияния свойств керамзитового гравия на показатели получаемого на его основе легкого бетона. Разработаны технологии высокопористого легкого бетона, жаростойких легких и тяжелых бетонов, изучены их прочностные и деформативные характеристики. Изучена огнестойкость керамзитобетона.

Многие разработки выполнялись на уровне изобретений, институтом получено около 500 авторских свидетельств на изобретения и патентов, в том числе зарубежных. Ряд разработок получил высокую оценку: сотрудники института награждены 19 медалями ВДНХ СССР; за разработку и внедрение технологии особо легкого керамзита с насыпной плотностью 180–200 кг/м³ получены правительственные награды. В НИИКерамзите были подготовлены и успешно трудились 23 кандидата технических наук, трое из них впоследствии защитили докторские диссертации.

Большой вклад был внесен ведущими специалистами института: В.В.Еременко, О.Ю.Якшаровым, В.П.Петровым, Б.В.Скиба, А.Н.Емельяновым, В.Ф.Вебер, В.В.Сыромятниковым, Б.С.Комиссаренко, В.И.Шипулиным, Г.М.Бигильдеевой, Б.В.Шаль, А.А.Эльконюк, М.К.Кабановой, В.М.Красавиным, В.Я.Ратновским и др.

Активная и плодотворная деятельность НИИКерамзита, СПКБ и опытного завода БОКЗ внесла большой вклад в развитие керамзитового производства. Опыт эксплуатации керамзитовых заводов подтвердил правильность научных, технологических и проектных решений.

Для вновь строящихся заводов и реконструкции действующих подготовлен большой объем проектно-конструкторской документации на базе самых передовых разработок; большое значение имела разработка нормативной документации для предприятий: Инструкция по технологическому процессу производства керамзита; Указания по испытанию глинистого сырья; Инструкция и рекомендации по применению корректирующих добавок в шихту и опудриванию сырьевых гранул; Методические

указания по проектированию и планированию горных работ; государственные стандарты на керамзитовый гравий и на глинистое сырье для производства керамзита и др.

Значительное внимание уделялось научно-технической помощи керамзитовым предприятиям и организациям, занимающимся вопросами керамзитового производства. При институте НИИКерамзит успешно действовала школа передового опыта для подготовки работников керамзитовых заводов, повышения квалификации мастеров и главных специалистов заводов.

И в настоящее время НИИКерамзит также считает важнейшей задачей оказание научно-технической помощи предприятиям по производству керамзита и керамзитобетона, продолжает и успешно развивает традиции института. При активном участии опытных специалистов В.М.Горина, М.К.Кабановой, С.А.Токаревой, В.Д.Аваковой, Т.А.Рябинчук, А.П.Мажары, С.П.Шведовой, Н.М.Чертковой разрабатываются направления, связанные с решением экологических проблем, с расширением сырьевой базы за счет новых видов сырья, техногенных отходов, а также проводятся работы по улучшению качества керамзитового гравия и совершенствованию технологии керамзитового производства. В 2000–2001 гг. выполнены исследования отходов НГДУ «Туймазынефть», Самарского металлургического завода, ОАО «Мягкая кровля», проведены опытно-промышленные испытания на комбинате ОАО «Жигулевские стройматериалы», в керамзитовом цехе 81 КЖИ, ОАО «Дмитровградстрой». Разработаны предложения по совместной деятельности в области исследования отходов с Китаем и Индией.

Многие керамзитовые заводы остро нуждаются в квалифицированной помощи специалистов, которую может оказать НИИКерамзит на базе многолетней научно-исследовательской и внедренческой деятельности.

В 2002 г. проведены работы по исследованию сырья Карабулакского месторождения (Ингушетия), дано положительное заключение и подготовлен Технологический регламент на производство керамзитового гравия, сделан подбор оборудования для этой технологической линии. В настоящее время в Ингушетии развернуто строительство керамзитового завода на базе этих работ.

Плодотворно развивается многолетнее сотрудничество с проектными и строительными организациями Республики Саха (Якутия) по восстановлению и реконструкции керамзитовых заводов, а также ведутся разработки технологии заполнителей на базе цеолитового сырья.

Разработаны предложения и комплексная программа по развитию керамзитового производства для север-



Лаборатория жаростойких бетонов НИИКерамзит, 80-е гг. XX века. Слева направо: зав. группой В.М.Горин, зав. лабораторией жаростойких бетонов В.И.Шипулин, научный сотрудник С.А.Мизоряев

ных регионов Европейской части страны (Нарьян-Марский автономный округ).

Проведены НИР и разработаны рекомендации по улучшению качества керамзитового гравия для заводов Саратова, Нижнекамска, даны заключения по глинистому сырью ряда месторождений, в том числе г. Сарова Нижегородской области.

При НИИКерамзите создан и аккредитован испытательный центр по керамзиту и керамзитобетону. Большое внимание уделяется рекламно-информационной деятельности, участию в выставках и конференциях.

Большое значение для возрождения и развития отрасли имеет деятельность Союза производителей керамзита и керамзитобетона (СПКиК), созданного по инициативе НИИКерамзита.

Огромный опыт керамзитобетонного строительства и производственный потенциал должны быть использованы для решения проблем сегодняшнего дня по ускорению строительства, возведению качественного, комфортного и безопасного жилья с высокой степенью экологичности и пожаробезопасности.

В настоящее время спрос на керамзит значительно возрос и в некоторых регионах превышает предложение. Проектируются и строятся новые заводы по производству керамзита, модернизируются и расширяются существующие.

Наличие сырьевой базы, значительного производственного потенциала, инфраструктуры и квалифицированных кадров позволяет развернуть производство легких бетонов для ограждающих и несущих конструкций с использованием керамзитового гравия, отвечающих современным требованиям и стандартам.

Наиболее актуальными вопросами отрасли, решение которых имеет первоочередное значение, являются:

- модернизация и реконструкция действующих керамзитовых заводов с целью выпуска высокоэффективного керамзитового гравия марки 250–350 для ограждающих конструкций плотностью 500–700 кг/м³, а также высокопрочного керамзита с прочностью до 10 МПа для несущих конструкций (керамзитобетон М300–М600);
- внедрение прогрессивных технологий, оборудования; автоматизация технологических процессов для снижения энергоемкости, повышения качества продукции и роста производительности труда;
- разработка и внедрение технологий с использованием крупнотоннажных промышленных отходов в производстве керамзита с целью ресурсосбережения и улучшения экологии;
- разработка комплекса мер по государственной поддержке керамзитовых заводов, ЖБИ и машиностроительных заводов.

Применение керамзитобетона обеспечит:

- снижение стоимости строительства до 15%;
- широкую номенклатуру строительных материалов и изделий, необходимых для возведения жилья;
- ускоренные сроки, индустриальные методы строительства;
- высокую экологичность, пожарную безопасность, комфортность и долговечность жилья.

Союз производителей керамзита и керамзитобетона совместно с ЗАО «НИИКерамзит» готов представить программу реконструкции и модернизации предприятий по производству керамзита и керамзитобетона по регионам страны.



ЗАО «НИИКерамзит»

45 лет успешной научно-практической и внедренческой деятельности в области производства искусственных пористых заполнителей и бетона на их основе

- **Обследование технологических линий** и разработка предложений по их усовершенствованию.
- **Исследование** физико-химических и технологических свойств глинистого сырья, оценка его пригодности для производства керамзита и кирпича.
- **Разработка научно-технической документации.**
- **Оказание технической помощи** предприятиям.
- **Подбор составов керамзитобетона** на местных материалах с отработкой технологии изготовления мелкостручных блоков.
- **Определение основных** физико-механических и теплотехнических характеристик керамзитового гравия и керамзитобетона.
- **Выполнение теплотехнических расчетов** наружных ограждающих конструкций зданий.

Разработки НИИКерамзит реализованы в странах СНГ, в Польше, Болгарии, Югославии и Монголии.

Оказываем помощь по поставкам керамзитового гравия и оборудования для его производства.

Скидка 20% предприятиям, входящим в Союз производителей керамзита и керамзитобетона.

Россия, 443086, Самара, Ершовского, 3 «А», оф. 202

Телефон/факс: (846) 927-30-59, 334-69-53

E-mail: keramzit@saminfo.ru

www.keramzit-isr.saminfo.ru



СОЮЗ ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ КЕРАМЗИТА И КЕРАМЗИТОБЕТОНА

некоммерческая организация

Россия, 443086, Самара, Ершовского, 3 «А», оф. 229

E-mail: keramzit_union@mail.ru

Тел./факс: (846) 927-40-25

ОСНОВНЫЕ ЗАДАЧИ

- Осуществление четкой, обоснованной научно-технической политики
- Выработка кардинальных направлений по применению керамзита и керамзитобетона в России и за рубежом
- Организация рекламно-информационной службы для продвижения керамзита и керамзитобетонных изделий на строительном рынке
- Оказание содействия членам союза в заключении договоров на поставку продукции
- Участие членов союза в разработке нормативных правовых актов, государственных программ, стандартов и иных документов на региональном, федеральном, межгосударственном уровнях

Союз производителей керамзита и керамзитобетона приглашает в свои ряды единомышленников!

Союз производителей керамзита и керамзитобетона набирает силу



В ЗАО «НИИКерамзит» проведено совещание НО «Союз производителей керамзита и керамзитобетона», участие в котором приняли более 30 руководителей и специалистов предприятий по производству керамзита и керамзитобетона из разных регионов России и Беларуси.

Открывая совещание, председатель НО «СПКК», генеральный директор ЗАО «НИИКерамзит» канд. техн. наук **В.М. Горин** подчеркнул, что для решения задачи резкого увеличения объемов строительства необходимо максимально задействовать потенциальные возможности действующих отечественных предприятий, способных выпускать качественные строительные материалы.

Союз производителей керамзита и керамзитобетона координирует усилия предприятий для решения наиболее актуальных вопросов развития керамзитового производства, улучшения качества керамзита и керамзитобетона, распространения передового научно-технического опыта.

Выступление директора НИИКерамзита **С.А. Токаревой** было посвящено вопросам использования керамзита и керамзитобетона для реализации национального проекта «Доступное комфортное жилье — гражданам России».

Полувековой опыт эксплуатации зданий из керамзитобетона (в США и Канаде он превышает 70 лет) подтвердил их высокую долговечность и экологическую безопасность. Керамзит и керамзитобетон послужили основой для решения острой жилищной проблемы в нашей стране в 60–80-е годы прошлого века.

Керамзит и керамзитобетон — отечественные строительные материалы доступные по цене, надежные и проверенные многолетним опытом. Их применение исключает зависимость от зарубежных поставщиков. В настоящее время в стране работает с неполной загрузкой порядка 200 керамзитовых заводов. Мощности существуют, их необходимо эффективно использовать. Для модернизации и реконструкции этих предприятий необходима государственная поддержка. После реконструкции и модернизации возможно получить до 15 млн м³ керамзита в год, что даст возможность изготовить порядка 30 млн м² качественных наружных стен из керамзитобетона и позволит вводить в эксплуатацию дополнительно до 15–20 млн м² жилья в год.

В России отмечается повышение спроса на керамзитовый гравий.

Ряд ведущих специалистов страны указывает на появление потребности в легких бетонах классов В50–В70 и даже выше. Из этих бетонов будут возводиться несущие каркасы высотных домов, большепролетные мосты, гидротехнические сооружения, в том числе и нефтяные платформы. В России уже начинается строительство высотных зданий в 30–50 этажей. НИИКерамзит разра-

ботал ряд регламентов на технологические линии по производству керамзита. На основании этих работ идет строительство керамзитового завода в Республике Ингушетия. НИИКерамзитом активно ведутся работы в направлении использования керамзита для северных регионов (Якутия, Ненецкий автономный округ).

Возрастающий интерес к керамзиту в настоящее время отмечается в ряде зарубежных стран. В первую очередь, это имеет место в странах Балтии и Скандинавии, где идет строительство керамзитовых заводов большой мощности, заводов-автоматов по выпуску блоков. НИИКерамзит за последние два года с целью обмена опытом посетили делегации из Норвегии, Финляндии, Эстонии, Чехии.

Вопросы теплотехнических расчетов строительных ограждающих конструкций были рассмотрены в докладе зав. кафедрой гидравлики и теплотехники Самарского государственного архитектурно-строительного университета канд. техн. наук **Ю.С. Вытчиков**. Новый СНиП 23-02-2003 «Тепловая защита зданий» дает широкие возможности проектировщикам и строителям в выборе конструктивных решений наружных ограждающих конструкций стен проектируемых и строящихся зданий. Докладчик отметил, что керамзитобетонные конструкции позволяют обеспечить энергетическую эффективность здания; это относится и к керамзитобетонным блокам нового поколения типа «ТермоЛюкс», и к неоправданно забытым однослойным керамзитобетонным панелям.

В порядке обмена опытом выступили представители передовых предприятий по производству керамзита и керамзитобетона. В докладе **И.В. Юдина**, заместителя генерального директора ОАО «Новочебоксарский ДСК», были показаны достижения предприятия и опыт использования керамзитового гравия в конструкционных бетонах. Новочебоксарский ДСК поставляет высокопрочный керамзит для возведения высотных зданий в Москве. На основе высокопрочного керамзита фракции 0–10 мм, плотностью 830 кг/м³ и прочностью 12 МПа, фракции 10–20, плотностью 750 кг/м³, прочностью 7,6 МПа, при использовании цемента марки 500 был получен керамзитобетон класса В60, который был рекомендован для строительства каркасов 24-этажных зданий в Москве. Комбинат производит не только элементы каркаса из бетонов класса В35–В40 на прочном керамзите, но и сваи, которые получают более ударопрочными и морозосолеустойчивыми, с более высокой трещиностойкостью, чем сваи, изготовленные на гранитном щебне.

Главный инженер ОАО «Завод керамзитового гравия г. Новолукомль» (Беларусь) **С.И. Иванов** рассказал, что на заводе на полную мощность работают шесть печей для обжига керамзита, фактический выпуск составляет



Л.Д. Евсеев — генеральный директор ПСК «Ритм», доктор техн. наук, член Экспертного совета при Администрации Президента РФ



Ю.С. Вытчиков — зав. кафедрой гидравлики и теплотехники Самарского государственного архитектурно-строительного университета



И.В. Юдин — заместитель генерального директора ОАО «Новочебоксарский ДСК» (Республика Чувашия)

550–600 тыс. м³ керамзита в год. Выпускаемые предприятием теплоэффективные керамзитовые блоки отвечают высоким требованиям европейских стандартов.

В докладе генерального директора ООО «Завод керамзитового гравия» г. Октябрьска **Л.П. Шиянова** была отражена активная работа, которая проводится предприятием по расширению сфер применения керамзита. Предприятие выпускает керамзит М 400–450 и высокопрочный М 600–700 с прочностью П150. Керамзит используется как для изготовления различных бетонов, так и в качестве надежного утеплителя в засыпках.

Мелкая фракция 1–5 мм применяется как звуко- и теплоизолирующий слой при устройстве сборных оснований полов на основе гипсоволокнистых плит. Дробленый керамзит различных фракций используется для изготовления фасадной облицовочной плитки, керамзитоблоков и кирпича, сухих смесей.

Калиброванный дробленый керамзит применяется в водоочистных и канализационных сооружениях в качестве фильтрующего материала.

Вопросы реформы технического регулирования в России были рассмотрены в докладе **Л.Д. Евсеева**, генерального директора ПСК «Ритм», д-ра техн. наук, члена Экспертного совета при Администрации Президента РФ. Докладчик указал на необходимость разработки стандартов по керамзиту, обосновал целесообразность использования керамзитобетона для решения задач жилищного строительства с учетом экологической безопасности, высокой пожаростойкости и долговечности керамзита.

НИИКерамзит был подготовлен доклад на тему «Энергосбережение в производстве керамзита», кото-

рый вызвал живой интерес производителей керамзитовых заводов. Детально были рассмотрены причины, вызывающие повышение тепло- и энергозатрат, а также способы их снижения. Докладчик, ведущий научный сотрудник канд. техн. наук **М.К. Кабанова** представила рекомендации по технологии и оборудованию, по экономии тепла и повышению энергоэффективности в производстве керамзита (установка теплообменников, порогов; реконструкция обжиговых агрегатов для организации оптимального обжига и др).

Серьезным резервом оптимизации процесса и качества керамзита является внедрение эффективных горелочных устройств, применение рациональных добавок, правильно подобранных для конкретного сырья, использование опудривания.

Главный технолог ОАО «КуйбышевАзот» (г. Тольятти) канд. техн. наук **С.С. Сабитов** доложил о возможности поставки многофункциональной добавки ПК, которая предотвращает смерзаемость глиномассы, улучшает ее перерабатываемость и формование, повышает качество керамзита.

При изготовлении керамзитобетонных изделий добавка улучшает удобоукладываемость, снижает расходы цемента, повышает прочность изделий и морозостойкость.

Генеральный директор «Строммашкомплект» (Самара) **И.А. Ксенофонтов** доложил, что предприятие готово выпускать качественное оборудование для производства керамзита по доступным ценам.

В результате активного обмена мнениями было подготовлено Обращение в Правительство РФ от лица Союза производителей керамзита и керамзитобетона.

специальная литература



«Керамзитобетонные ограждающие конструкции зданий и сооружений. Рекомендации по проектированию с вариантами конструктивных решений»

Рекомендации разработаны ЗАО «НИИКерамзит», Союзом производителей керамзита и керамзитобетона при участии и содействии ряда организаций и предприятий стройиндустрии и одобрены Главным управлением архитектуры и градостроительства Самарской области.

В издании обобщен положительный опыт использования керамзитобетона в современном строительстве; рассмотрены современные варианты и конструктивные решения. Представлены теплотехнические расчеты наружных стен, чердачных и подвальных перекрытий, выполненных из керамзитобетона.

Теплотехнические расчеты выполнены в соответствии с требованиями и по методикам, изложенным в СНиП 23-02-2003 «Тепловая защита зданий», СП 23-101-2004 «Проектирование тепловой защиты зданий». Приведены варианты конструктивных решений керамзитобетонных наружных стен со значениями сопротивлений теплопередаче и паропроницаемости для каждого вида стены.

Используя данные таблиц и предлагаемые конструкции стен, можно быстро подобрать наиболее оптимальный вариант энергоэффективной наружной стены с учетом применяемых материалов и регионов строительства для различных климатических зон.

Представлены разнообразные варианты наружных стен, разделенные на три группы:

А – однослойные керамзитобетонные наружные стены;

Б – керамзитобетонные стены с наружной облицовкой из кирпича или бессер-блока;

В – комбинированные керамзитобетонные наружные стены.

Однослойные стены могут выполняться из эффективных теплоизоляционных керамзитобетонных блоков плотностью 500 – 700 кг/м³. Как правило, стены из таких блоков проектируются самонесущими с поэтажным опиранием на элементы перекрытия с дальнейшим их оштукатуриванием и нанесением фасадных покрытий. Класс по прочности таких блоков должен составлять В1 – В2,5.

Однослойные стены на основе керамзитобетона плотностью 800 – 900 кг/м³ могут быть выполнены из блоков в виде стеновых панелей или монолитных стен. Такие стены могут быть самонесущими и несущими в зависимости от назначения. Класс по прочности такого керамзитобетона должен находиться в пределах В2,5 – В5.

Теплоизоляционные керамзитобетонные блоки плотностью 500 и 600 кг/м³ могут быть успешно применены для дополнительной теплоизоляции реконструируемых зданий.

Россия, 443086, Самара, Ершовского, 3 «А», оф. 202. Телефон/факс: (846) 927-30-59, 334-69-53
E-mail: keramzit_union@mail.ru www.keramzit-isr.saminfo.ru

В.С. ПРОКОПЕЦ, д-р техн. наук, С.Ф. ФИЛАТОВ, канд. техн. наук,
В.В. ШИПИЦЫН, инженер, Сибирская государственная
автомобильно-дорожная академия (Омск)

Восстановление старых асфальтобетонов холодным способом

Технология холодной регенерации (ХР) старого асфальтобетона заключается в измельчении материала покрытия (в некоторых случаях с захватом части основания) посредством холодного фрезерования, перемешивании смеси непосредственно на дороге или в специальных установках (с добавлением или без добавления вяжущего, нового наполнителя и других добавок). Полученную смесь распределяют равномерно и уплотняют. Такой материал принято называть асфальтогранулобетоном (АГБ).

Для восстановления старых асфальтобетонов используют регенерирующие добавки органического и минерального происхождения. Из органических регенерирующих добавок используют жидкие и вспененные битумы, битумную катионную эмульсию. В качестве минеральных добавок в основном применяют цемент и известь. Наибольшее предпочтение в настоящее время получили комплексные регенерирующие добавки, в состав которых входят: битумная эмульсия + цемент, битумная эмульсия + известь, вспененный битум + цемент.

К недостаткам применения в добавках цемента можно отнести появление усадочных трещин, более низкую морозостойкость, отсутствие механизма заживления структуры материала в летний период, короткую жизнеспособность смеси (2–3 ч) и запрет движения транспорта по регенерируемому слою в течение двух суток.

При использовании жидких битумов движение допускается непосредственно после уплотнения слоя. Однако прочность у этих материалов невысокая и зависит от температуры.

Композиционный материал, в частности АГБ, применяемый для устройства конструктивных слоев дорожной одежды, должен обладать достаточной прочностью, водо-, трещино- и морозостойкостью, то есть высокой деформативной способностью. Такой материал может быть получен на основе комплексного вяжущего, состоящего из медленнотвердеющего минерального (МТМВ) и органического вяжущих. Довольно высокие прочностные и деформативные свойства материала из МТМВ объясняются образованием при медленном твердении гелевидных гидросиликатов кальция. Органическое вяжущее повы-

шает водо- и морозостойкость, залечивает микротрещины, возникающие в минеральном наполнителе.

К МТМВ относятся доменные и фосфорные гранулированные шлаки, белитосодержащие шламы (бокситовые и нефелиновые), малоактивные золы теплоэлектростанций.

Благодаря низкой вязкости при рабочих температурах 90–110°C разжиженный битум обволакивает тонкой пленкой гранулы и зерна, а также частично пластифицирует старый битум в асфальтогрануляте за счет диффузии легких углеводородов в пленки старого битума. В результате они размягчаются, снижается их вязкость и уменьшается вероятность самоагрегирования зерен, покрытых разжиженным битумом. Такая АГБ-смесь способна длительное время после перемешивания оставаться в рыхлом состоянии. Это объясняется наличием тонкой битумной пленки на зернах асфальтогранулята, из-за чего микроструктурные коагуляционные связи в смеси настолько слабы, что даже небольшое усилие приводит к их разрушению.

Хотя добавка битума и замедляет первоначальный гидролиз и гидратацию минерального вяжущего, она не мешает дальнейшему твердению смеси. Процесс пластифицирования старого битума зависит от свойств разжиженного битума и будет ускоряться при уплотнении смеси, движении транспортных средств и повышении температуры в летний период.

Образующиеся связи при твердении минерального вяжущего, наличие гибких коагуляционных битумных связей между зернами асфальтогранулята и прослоек битума среди продуктов гидратации минерального вяжущего являются основными факторами, которые определяют повышенные деформативные свойства, высокую прочность, водо- и морозостойкость асфальтогранулобетона на комплексном вяжущем.

Между прочностью АГБ при сжатии $R_{сж}^0$ и прочностью при растяжении при расколе R_p^0 при температуре 0°C существует соотношение $R_{сж}^0/R_p^0$, которое можно рассматривать в качестве косвенной характеристики его упругих свойств – условный показатель жесткости. Чем меньше отношение $R_{сж}^0/R_p^0$, тем более деформативен материал и выше его сопротивление динамическим и температурным нагрузкам.

Исследовали АГБ-смеси, где использовали цемент (Ц), шлаковое вяжущее (ШВ), разжиженный битум (B_p), вспененный битум (B_B). Составы испытуемых АГБ-смесей и их прочностные показатели при содержании асфальтогранулята 100% и 40% воды от массы шлаковязущего и цемента приведены в таблице.

Из анализа проведенных исследований следует, что слои АГБ из смесей на основе МТМВ будут обладать повышенной деформативностью, а следовательно, и лучшей трещиностойкостью по сравнению с АГБ, в состав которых входит цемент.

Вид и содержание вяжущего в АГБ	Показатель		
	$R_{сж}^0$, МПа	R_p^0 , МПа	$R_{сж}^0/R_p^0$
ШВ 5% + B_p 1,5%	13,2	5	2,64
Ц 5% + B_B 3%	16,8	5,5	3,05
ШВ 5%	10,8	4,8	2,25
Ц 5%	16,1	5,55	2,9

Пути совершенствования дозирования бетонной смеси

Нет нужды доказывать, какое значение для предприятий строительной индустрии имеет весодозировочная техника. Однако необходимо признать, что отечественные рычажные весовые дозаторы, применяемые на предприятиях стройматериалов, существенно уступают лучшим зарубежным аналогам в части использования унифицированных наборов средств автоматизации, номенклатуры, материалоемкости, качества изготовления, эргономических и эстетических показателей, а во многих случаях — по надежности, производительности, точности. Ограниченные валютные возможности предприятий не позволяют ликвидировать дефицит и компенсировать низкое качество применяемых весовых дозаторов.

На сегодняшний день еще на многих предприятиях производство бетонной и растворной смеси осуществляется на базе бетоносмесительных узлов (БСУ), спроектированных и построенных еще в 70–80-х гг. прошлого века. Эти БСУ морально и физически устарели, вследствие чего при производстве бетонной и растворной смеси производителям приходится сталкиваться с целым рядом проблем. Особенно эти проблемы приобретают первостепенное значение при широком внедрении в жизнь монолитного строительства зданий.

При существующей рычажно-весовой системе дозаторов невозможно обеспечить высокую производительность, заданную точность дозирования компонентов смеси, дозирование химдобавок, порция которых может быть менее 1 кг/м³ бетонной смеси.

Отсутствие автоматической коррекции рецептуры и, следовательно, необходимого контроля ряда параметров технологического процесса, таких как влажность заполнителей в бункерах; подвижность смеси в бетоносмесителе; температура воды в емкости, цемента в бункере, смеси в бетоносмесителе, не позволяет гарантировать производство качественной бетонной смеси.

Отсутствие материальных резервов для уменьшения времени простоя оборудования при выходе его из строя за счет существенного увеличения его надежности, сокращения потери времени на поиск уникальных (устаревших и давно снятых с производства) запасных частей при ремонтно-восстановительных работах приводит к повышению себестоимости продукции.

Основными направлениями совершенствования отечественных весовых дозаторов можно считать:

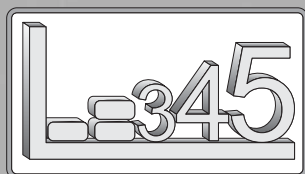
- переход на весовые дозаторы с применением наиболее совершенных электромеханических измерительных преобразователей высокой точности и надежности;
- широкое использование компьютеров, быстродействующей регистрирующей аппаратуры с выводом информации в устройства памяти и последующим воспроизведением;
- подбор рецептуры и программирование работы весодозирующих устройств для обеспечения полностью автоматизированных производственных процессов и повышение их производительности;
- повышение точности дозирования при условии введения корректирующих устройств;
- улучшение эргономических и эстетических показателей.

Для уменьшения материальных затрат и совершенствования методов дозирования в настоящее время распространена реконструкция БСУ, заключающаяся в демонтаже рычажной весовой системы и всех компонентов, с ней связанных (весовые головки, головки дублеров); вывешивании дозаторов на тензодатчики, количество которых определяется особенностями самих дозаторов. На затворы расходных бункеров и затворы дозаторов устанавливают бесконтактные индуктивные датчики положения исполнительного оборудования. В непосредственной близости от дозаторов устанавливают пульта местного управления, предназначенные для непосредственного управления исполнительным оборудованием дозаторов, необходимым при их ремонте и техническом обслуживании. Также устанавливают датчики уровня жидкости, уровня сыпучих материалов, влажности песка, давления воздуха в пневмосети, температуры воды и смеси. В системе управления можно выделить следующие основные части: системная стойка с промышленным компьютером и стол оператора с пультами управления.

Данная реконструкция позволяет использовать имеющееся оборудование бетоносмесительного узла и обеспечивает выполнение трех основных типов операций: прямое дистанционное управление оборудованием, полуавтоматические и автоматические операции.

Дистанционное управление оборудованием осуществляют с помощью кнопок на пульте дистанционного управления. Полуавтоматический режим работы подразумевает автоматическое исполнение системой простой логической операции над некоторой единицей исполнительного оборудования. В автоматическом режиме работы система выполняет задания, используя все доступное исполнительное оборудование. Задание несет в себе информацию о рецепте смеси, объеме задания, потребителе смеси, графике подачи смеси в бетоносмеситель и прочих технологических аспектах. В процессе выполнения задания система автоматически производит коррекцию рецептуры смеси в зависимости от текущей влажности инертных материалов и запесоченности крупных заполнителей, выполняет учет расхода материалов, объемной выработки и точности их дозирования; контролирует реологические свойства смеси и ее температуру. Точность взвешивания таких дозаторов не превышает 0,1% от максимальной массы.

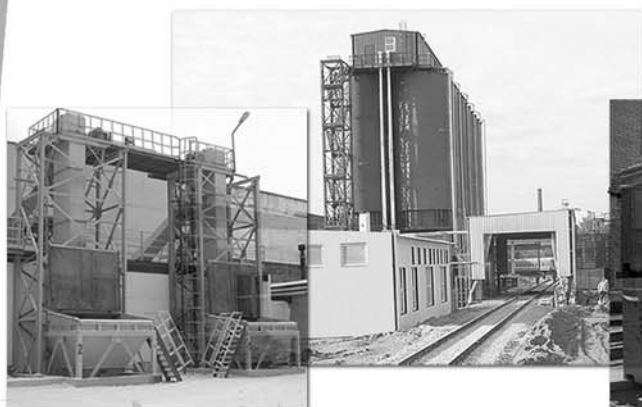
Реконструкция бетоносмесительного узла позволяет существенно увеличить надежность оборудования, уменьшить время ремонтно-восстановительных работ, увеличить эффективность использования технологического оборудования за счет уменьшения времени дозирования и, как следствие, экономить затраты на электроэнергию и другие энергоресурсы. Такая реконструкция обеспечивает уменьшение расходов материалов за счет сокращения производственного брака в процессе приготовления бетонной смеси. Работы по реконструкции бетоносмесительных узлов выполняет ООО «345 механический завод» (Московская обл.).



**ПРОЕКТИРОВАНИЕ
ИЗГОТОВЛЕНИЕ
МОНТАЖ
ГАРАНТИЙНОЕ
ОБСЛУЖИВАНИЕ**



**БЕТОНОСМЕСИТЕЛЬНОЕ
И
ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ**



**СТРОИТЕЛЬНЫЕ КОНСТРУКЦИИ,
ОЧИСТНЫЕ СООРУЖЕНИЯ И
СПЕЦИАЛЬНЫЕ ИЗДЕЛИЯ**

ОАО "345 МЕХАНИЧЕСКИЙ ЗАВОД"

Тел.: 007 (495) 521-70-11
Факс: (495) 529-23-13
Internet: <http://www.345mz.ru>

Р. ВУЙЦИК, канд. техн. наук, Варминско-Мазурский университет
в г. Ольштын (Республика Польша)

Восстановление горизонтальной гидроизоляции в зданиях инъекционным методом

Проникновение капиллярных вод в верхнюю часть стены можно эффективно устранить устройством гидроизоляции инъекционным методом. Чаще всего инъекционные средства вводятся в структуру материала в отверстия, сделанные бурильным способом. В случае, когда необходимо защитить тонкие перегородки, их поверхность обмазывается гидроизоляционным слоем или препарат наносится по диагональным насечкам. Глубина проникновения большинства препаратов через типичные кирпичные стены небольшая и не превышает нескольких сантиметров. Таким образом, практическое значение имеет только инъекция, проводимая бурильным способом.

Выделяются следующие методы подачи препарата в капиллярно-пористую структуру стены: в виде жидкости или пены под действием гравитационных сил; в виде аэрозоля под давлением или с помощью пульсирующего потока. Пропитывание стен при помощи гравитационного потока разработано в основном для стен с различными пустотами, которые являются причиной постоянной утечки жидкости вне блокады. Частота пульсации подбирается в зависимости от возможности капиллярного восприятия препарата через боковую поверхность отверстия. Альтернативной технологией по сравнению с методом пульсирующего потока является заполнение внутренней структуры минеральными растворами с последующим применением гравитационного метода или метода с использованием давления. Это так называемая инъекция с удвоенной силой.

Геометрия отверстий в стене по их диаметру, расстановке, углу наклона, глубине и расположению относительно уровня пола должна подбираться в зависимости от:

- уровня содержания влаги в материале стен;
- вида используемых инъекционных средств и способа их применения;
- конструкции и технического состояния стен и прилегающих к ним элементов;
- технических возможностей проведения работ.

Содержание влаги в материале является одной из основных проблем, которую следует решить во время гидроизоляционных работ методом уплотняющей обмазки. В случаях, когда степень увлажнения материала стен повышена, следует применять предварительное осушение материала в зоне инъекции.

Чаще всего для предварительного осушения зоны инъекции используются бурильные отверстия и применяются следующие методы сушки: радиационная сушка электрогрелками, грелками с проточным рабочим телом и микроволновыми грелками; вентиляционная сушка подогретым воздухом; электроосмотическая сушка; сушка с применением сорбционных вкладышей.

Вышеуказанные способы сушки стен ранее применялись в строительстве как независимые методы защиты сооружений от проникновения капиллярных вод. В настоящее время только некоторые из них применяются по-прежнему с хорошими результатами в качестве предварительной сушки.

Влажные стены можно осушить, применяя во время инъекции наружное давление. Инъекционные агрегаты для заделки царапин и рукавов нашли также применение в гидроизоляционных работах. Поршневые и

мембранные насосы могут генерировать давление много выше прочности стен. Поэтому работы с использованием таких устройств должны проводиться под особым надзором.

Появление на рынке гидрофильных инъекционных препаратов, которые в момент их применения становятся гидрофобными, открыло новые возможности в области осушения зданий. Именно такими свойствами обладают силиконовые эмульсии. Однако исследования автора показали, что в структуру заполненных на 50% водой пор проникновение даже гидрофильных инъекционных препаратов практически невозможно.

Неоднородное содержание влаги, изменчивость внутренней структуры, трещины, рукава и всякого рода недостатки обуславливают необходимость применения предварительного осушения инъекционной зоны без повышения наружного давления. Такой способ гарантирует в большей степени защиту стен от проникновения капиллярных вод. Повышение инъекционного давления может приводить к перемещению препарата за пределы инъекционной зоны. Это подтверждается многолетними исследованиями и практическим опытом автора.

Развитие современной техники позволяет подогреть стены до сравнительно высоких температур и обеспечивать проникновение даже во влажные стены термопластичного инъекционного препарата. Продвигающийся препарат вытесняет влагу и термически уплотняет зону гидроизолирующими компонентами.

В Европе для охраны сооружений от влаги применяются препараты различного химического состава. Обобщая, можно выделить следующие группы препаратов:

- жидкое стекло (натриевое, калиевое, литиевое);
- щелочные метилсиликаты;
- смеси растворов из силикатов и щелочных метилсиликатов;
- растворы щелочных пропилсиликатов;
- силаны и низкомолекулярные силосаны;
- силиконовые эмульсии SMK;
- полиуретановые, эпоксицидные и акриловые смолы;
- асфальтовые эмульсии, асфальтовые эмульсии в органических растворах;
- термопластичные эмульсии;
- парафины, компоненты керосиновых восков.

Независимо от способа введения препарата в капиллярно-пористую структуру защита от проникновения влаги заключается в уменьшении радиуса капилляра ($r \rightarrow 0$); гидрофобизации (угол увлажнения $\Theta \geq 90^\circ$); уплотнении капилляров ($r = 0$); комбинированных действиях ($r \rightarrow 0$, $\Theta \geq 90^\circ$).

Блокировка влаги путем сокращения радиуса капилляра растворами щелочных силикатов. Поры материала, радиус которых колеблется в пределах 10^{-7} – 10^{-4} м, представляют собой капиллярную структуру, которая поглощает и транспортирует воду и другие увлажняющие жидкости. Скорость капиллярного водоподъема пропорциональна величине радиуса пор. Применение препарата, который сокращает радиус пор, влияет на уменьшение скорости капиллярного всасывания. При радиусе пор меньше 40 мм возникает явление неподвижности влаги. Типичным примером препаратов, воздействующих на уменьшение радиуса капиллярных

пор, являются щелочные силикаты. Препараты этой группы применялись повсеместно уже в 50-х гг. XX в. и с разными результатами применяются до сих пор. Они пользуются большим спросом прежде всего из-за низкой цены и доступности. Из жидкого стекла в стене образуется гель кремнезема, который сужает струю капиллярных сосудов. В результате уменьшения струи капиллярного всасывания воды наступает осушение. Гель кремнезема с течением времени подвергается усадке, в результате чего образуются вторичные капилляры. Это явление связано со старением геля и вторичной капиллярной проводимостью, которая вызывает отсыревание фрагментов стен, расположенных выше инъекционной блокады. Кроме того, образуются побочные продукты в виде щелочных карбонатов, вредных для сооружений. Первыми симптомами появления вторичных капиллярных пор являются интенсивные налеты на поверхности стены в тех местах, где проводилась инъекция. Кроме карбонатов на стенах осаживаются и другие соли из прилегающего грунта. Установлено, что образующиеся в геле микропоры радиусом меньше чем 10^{-9} м транспортируют водяной пар, но не проводят воды и содержащихся в ней солей. Таким образом, они выполняют функцию фильтра, задерживающего соли. Повреждения стен, в которых проводились предохранительные работы, были настолько значительны, что во многих исследуемых автором случаях возникла необходимость внедрения очередной инъекции методом термического уплотнения керосиновым воском.

Гидрофобизация щелочными метилсиликатами. Щелочные метилсиликаты, как и жидкое стекло, реагируют похожим образом на углекислый газ, вступая в реакцию в зоне стены. Образующаяся полиметилкремневая кислота приводит к гидрофобизации. Исследования, проведенные на больших объектах с различными влажностными условиями, показали, что гидрофобный эффект можно заметить только в случае небольшого увлажнения и только на отрезках стен с кладкой в 1,5 кирпича. Другим способом, использующим эффект воздействия полиметилкремневой кислоты, является применение пропенных соединений вместо метилсиликатов. В этом случае гидрофобизация происходит без доступа углекислого газа. Действие активных веществ ускоряется, например при добавлении цемента, обеспечивающего щелочную среду. Быстрое образование активных веществ не влияет на распространение препарата. Недостатком является появление вредных посторонних веществ.

Объединенные механизмы действия щелочных силикатов и метилсиликатов. Указанные выше недостатки изоляционных продуктов обусловили разработку объединенного метода гидроизоляции. С момента применения препарата на первом его этапе действия образуется гель кремнезема, который заполняет капилляры и в результате наступает осушение стены выше зоны инъекции. Снижение влажности наступает за счет гидрофобной реакции метилсиликата калия. Вторичное сжатие геля кремнезема, которое уничтожает первичный эффект снижения влажности, компенсируется гидрофобными свойствами полиметилкремневой кислоты. Недостатком и этих механизмов является образование вредных веществ, таких как карбонат калия.

Гидрофобизация силиконовыми эмульсиями. Согласно определению эмульсии — это термодинамически стабильные, оптически изотропные плавные системы с величиной молекул, не превышающей одной четверти длины волны видимого света. Это прозрачные композиции, состоящие из компонентов с разным коэффициентом преломления и принадлежащие к однофазной системе. Традиционно образованные эмульсии из масляной, водной или эмульгированной фазы дости-



Возобновление горизонтальной изоляции парафиновым методом W-ART

гают величины 1000 нм. С использованием коэмульгатора, который нарушает структуру мономолекулярной пленки поверхностно-активного центра, можно достичь молекул с размерами 10–80 нм.

Гидрофобизация силиконовыми смолами. Силоксановые смолы принадлежат к часто применяемым ранее импрегнирующим средствам. В 80-х гг. XX в. их начали применять в электроосмотическом методе. Силоксановые смолы в начале разбавлялись в уайт-спирите, а в настоящее время в изопарафиновых углеводородных и спиртовых растворителях. Применяются также препараты, состоящие из раствора силиконовой смолы и гидроксида калия в спиртовых растворителях.

Уплотнение капилляров керосиновыми восками. Органические ископаемые принадлежат к старейшим средствам, защищающим сооружения от влаги. Чаще всего использовались битумы, которые после сложной переработки, применяются и в настоящее время. Битумы часто путают со смолами, которые получают высокотемпературной дегазацией каменного угля. Смолы являются дешевыми продуктами, но ввиду содержания в них вредных веществ, главным образом фенолов, не могут применяться в строительстве. К группе природных битумов относятся пригодные для защиты сооружений от влаги продукты, которые не оказывают вредного воздействия на людей, — кристаллические керосиновые воски (парафины) и церезины.

Для пропитывания стен керосиновыми восками требуются специальные устройства. Технология, которая допускает одновременно термическую обработку и импрегнацию без разделения этих этапов, была разработана в Варминско-Мазурском университете в Ольштыне (Польша). Метод получил название W-ART (рисунок). Подогретый препарат вводится непосредственно во влажные стены без предварительного осушения. Благодаря этому стена не подвергается усадке во время высыхания. Преимущества этого метода особенно существенны для проведения изоляционных работ в исторических сооружениях с высоким содержанием вредных солей. Движущийся фронт препарата, поступающий в заранее подготовленные отверстия, вытесняет из капилляров пористой структуры воду, занимая ее место, и после отверждения создает плотную мембрану, обладающую значительными гидрофобными свойствами. В процессе неизотермической инъекции используются нагревательные устройства, так называемые термопакеры — инъекционные патрубки, выполняющие функцию грелок, бункера-питателя, вентили, облегчающие пропитывание стен и дозирующие препарат. Термопластичный компонент керосиновых восков поступает в стены через устройства, тщательно прилегающие к отверстиям, что способствует созданию дополнительного давления поступающего препарата.



ООО «Ас-Тик КП»

ПОСТАВКА ПОЛИМЕРНЫХ ПРОТИВОНАЛИПАЮЩИХ ФУТЕРОВОЧНЫХ ПЛАСТИН
ДЛЯ ЭКСКАВАТОРНОГО И ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Проблема налипания материала на рабочие поверхности оборудования решена!



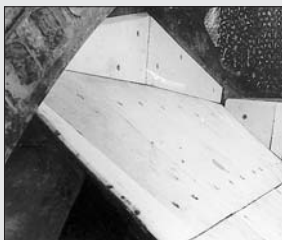
Противоналипающие полимерные футеровочные пластины (ППФП) – эффективное средство борьбы с налипанием различных материалов на рабочие поверхности технологического оборудования.

ППФП обладают:

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

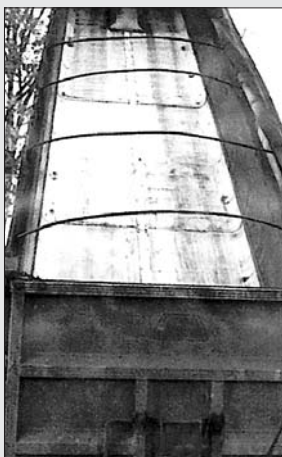


ППФП выпускаются различных размеров,
технологичны, надежны в эксплуатации.



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

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



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

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

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

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

УДК 622

В.М. ЭЙРИХ, д-р экон. наук, директор по производству ОАО «МКК Холдинг»;
 В.П. ЖУКОВ, начальник отдела НСМ ЗАО «Торговый дом МКК» (Москва);
 Е.И. МИХАЙЛОВ, генеральный директор ОАО «Пятовское КУ» (Калужская обл.);
 В.Г. КУЗНЕЦОВ, президент, И.П. КУЗНЕЦОВ, коммерческий директор ООО «Ас-Тик КП» (Москва)

Опыт применения полимерных противоналипающих футеровочных пластин на горных предприятиях промышленности строительных материалов

Опыт эксплуатации технологического оборудования в различных регионах России и стран СНГ свидетельствует, что их производительность резко падает, а в ряде случаев работа становится вообще невозможной из-за интенсивного налипания разрабатываемых и перегружаемых увлажненных сырьевых материалов на металлические поверхности. При низкой температуре положение ухудшается из-за примерзания налипшего материала.

Экспериментальными исследованиями, проведенными ООО «Ас-Тик КП», установлено, что толщина налипшего слоя материала на металлических стенках составляет в среднем 50–250 мм в зависимости от горнотехнических условий эксплуатации технологического оборудования и свойств горных пород. В результате этого пропускная способность технологических узлов уменьшается на 20–50% и более, что влечет за собой существенное снижение производительности всего комплекса.

Следует отметить, что очистка поверхности технологических узлов от налипшего материала осуществляется, как правило, с использованием малопроизводительного физического труда.

Известно, что на 30% территории России и стран СНГ залегают породы повышенной увлажненности, а половина разрабатываемых пород состоит из суглинков и глин. Влажность пород повышается в осенне-весенние периоды. Зафиксированные экспериментально значения липкости разрабатываемых пород находятся в диапазоне от 0,5 до 50 КПа и более [1], что требует поиска эффективных и универсальных решений борьбы с налипанием.

Известно много способов и технических решений в области борьбы с налипанием: механические (скребки, щетки, вибраторы и др.), термические (обогревательные устройства), электрофизические (устройства, использующие электроосмос), химические (применение жидких профилактических веществ). Однако перечисленные направления не дали достаточно эффективных решений либо в связи с определенной сложностью изготовления, монтажа и эксплуатации, либо с вредным воздействием на обслуживающий персонал и окружающую среду.

Для борьбы с налипанием материалов фирма ООО «Ас-Тик КП» рекомендует полимерные противоналипающие футеровочные пластины (ППФП) различной толщины, эффективно применяющиеся на предприятиях разных отраслей народного хозяйства России и стран СНГ [2, 3, 4]. ППФП обладают высокой гидрофобностью (краевой угол смачивания 85–90%), низким коэффициентом трения (по стали 0,13–0,15, по сырьевым материалам 0,38–0,45), высокой износостойкостью и ударопрочностью, стойкостью к действию кислот и щелочей, рабочий интервал температуры от –40 до

+120°C. ППФП могут поставляться толщиной от 1,5 до 80 мм, шириной до 2000 мм, длиной до 4000 мм.

ППФП внедрены и эффективно эксплуатируются на предприятиях промышленности строительных материалов России, Беларуси, Украины и Молдовы (ОАО «Пятовское КУ», ОАО «Новоросцемент», ОАО «Осколцемент», ОАО «Вяземский ГОК», ОАО «Чупинский ГОК», ОАО «Судогодское КУ», ОАО «Доломит», ОАО «Волыньцемент», АО «Цемент», ОАО «Рыбницкий цементно-шиферный комбинат» и др.).

Внедрение ППФП толщиной 10, 20 и 30 мм на технологической линии дробильно-сортировочной фабрики ОАО «Пятовское КУ» привело к снижению налипания материала в узлах перегрузки. Перегружаемый материал представляет собой дробленый известняк крупностью 0–200 мм с повышенным содержанием глины. Благодаря установке ППФП на 60% сократились простои оборудования из-за налипания и расчистки узлов, а простои фабрики в целом уменьшились на 15%. Особенно эффективно ППФП показали себя при работе фабрики в зимнее время при температуре до –15°C.

Внедрение ППФП толщиной 50 мм на лотке вибропитателя промежуточного бункера гравийной линии ОАО «Вяземский ГОК» позволило увеличить пропускную способность в два раза и снизить нагрузку электродвигателя вибропитателя с 11 до 5,5 А.

Проведенные на Афанасьевском карьере цементного сырья ОАО «Воскресенскемент» сравнительные опытно-промышленные испытания стандартного и футерованного пластинами ППФП ковшей вместимостью 10 м³ драглайна ЭШ 10.70А позволили установить:

- объем налипшего грунта в необлицованном ковше в среднем составлял 1,5 м³, а максимальный достигал 2,5–3 м³;
- объем налипшего грунта в футерованном ковше снизился в среднем до 0,1–0,25 м³, а максимальный достигал 0,9 м³;
- техническая производительность драглайна с футерованным ковшом увеличилась в среднем на 8%, а срок службы ковша возрос почти в 2 раза;
- темп изнашивания ППФП составил 3–5 мм на 1 млн м³ разработанной вскрышной породы.

В ОАО «Шуровский цемент» известняк (влажность 15%, кусковатость до 400 мм) при транспортировании интенсивно налипал на внутренние поверхности платформ думпкаров. Особенно это ощущалось при долгом простаивании думпкаров с невыгруженным сырьем при отрицательной температуре. При проектной загрузке думпкара 75 т возникала необходимость через каждые три рейса расчищать их при помощи экскаватора типа «обратная лопата». Годовая эксплуатация

облицованного ППФП думпкара показала, что налипание, около 2% объема кузова, имелось лишь в местах перехода дна к бортам и дальше не распространялось, а очистку от налипшего известняка производили после недельной работы.

Обследования ряда карьеров с преобладанием рыхлых вскрышных пород показали, что из-за интенсивного налипания и намерзания породы к стенкам и днищу кузовов карьерных автосамосвалов коэффициент использования грузоподъемности машин снижается и составляет 0,74–0,88. В настоящее время специалисты «Ас-Тик КП» в качестве защиты от налипания и намерзания породы к кузовам автосамосвалов средней и большой грузоподъемности разработали и предложили к внедрению варианты использования облицовок и настилов из ППФП отечественного производства, включающие специальное крепление настила к днищу кузова автосамосвала для повышения ударопрочности и целенаправленного использования упругих свойств антиадгезионного полимерного покрытия кузова.

Монтаж ППФП к рабочим поверхностям технологического оборудования несложен и осуществляется посредством метизных креплений (болты, винты, шпильки и др.) [5].

Эффективность действия ППФП зависит от правильного их подбора в соответствии с конкретными горнотехническими условиями эксплуатации оборудования. Неправильно подобранные и смонтированные на рабочих поверхностях технологического оборудования ППФП могут явиться причиной их быстрого износа и разрушения, в результате чего ухудшаются гидрофобные свойства полимера.

На основании опыта широкого внедрения и длительной эксплуатации ППФП на предприятиях различных отраслей промышленности России и стран СНГ специалистами ООО «Ас-Тик КП» разработаны рекомендации по подбору пластин в зависимости от коэффициента крепости пород f по шкале Протодьяконова. Схема подбора ППФП приведена ниже.

ППФП ОИ $f < 4$

(обычного исполнения)

ППФП ПИУ $4 \leq f \leq 6$

(повышенной износостойкости и ударопрочности)

ППФП ВИУ $6 \leq f \leq 10$

(высокой износостойкости и ударопрочности)

Такой принцип подбора ППФП позволяет комплексно и в полной мере использовать свойства полимера и тем самым эффективно решать задачи, связанные с устранением налипания горных пород.

Список литературы

1. Кузнецов В.Г., Кочетов Е.В., Россихин Г.В. и др. Повышение производительности роторных комплексов и драглайнов за счет уменьшения налипания грунта. ЦНИИТЭИтяжмаш. Серия 2. Горное оборудование. Вып. 1, 1991.
2. Кузнецов В.Г., Жуков В.П., Михайлов Е.М. и др. Полимерные противоналипающие футеровочные пластины // Строит. материалы. 2000. № 6. С. 10.
3. Кузнецов В.Г., Старовойтов В.М., Суворец В.М., Сусев С.В. Снижение налипания сырья на рабочие поверхности технологического оборудования // Цемент и его применение. 2000. № 3. С. 10.
4. Кузнецов В.Г., Кузнецов И.П. Повышение технологических возможностей использования строительного оборудования при работе с липкими грунтами // Строительные и дорожные машины. 2003. № 4. С. 11.
5. Кузнецов В.Г., Затковецкий В.М., Кузнецов И.П., Малинов А.В. и др. Полимерные футеровочные пластины – эффективное решение проблемы налипания увлажненных материалов на рабочие поверхности технологического оборудования // Строит. материалы. 2005. № 5. С. 33–34.

Компания "ВНИР"

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



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



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



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

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



Комплексные передвижные лаборатории



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

СТРОИТЕЛЬНОЕ ЛАБОРАТОРНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

Реклама