

СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ИЗДЕЛИЯ

№ 1 (78) 2013

всеукраинский научно-технический и производственный журнал
с 1959 по 1993 год журнал "Строительные материалы и конструкции"

Содержание Зміст

УЧРЕДИТЕЛИ:

Министерство регионального
развития, строительства и
ЖКХ Украины

Украинский научно-
исследовательский и проектно-
конструкторский институт
строительных материалов и изделий
ГП "НИИСМИ"

Акционерное общество
"Киевгорстройматериалы"

Редакционный совет:

БАРЗИЛОВИЧ Д.В.

КОБЯКО И.П.

МХИТАРЯН Н.М.

НЕСТЕРОВ В.Г.

РУНОВА Р.Ф.

РЫЩЕНКО М.И.

САНИЦКИЙ М.А.

СВИДЕРСКИЙ В.А.

СЕРДЮК В.Р.

СУЧКОВА Е.А. –

отв. секретарь

ФЕДОРКИН С.И.

ЧЕРВЯКОВ Ю.Н.

ЧЕРНЯК Л.П.

Материалы рассмотрены на заседании
Ученого совета НИИСМИ, одобрены
и рекомендованы к опубликованию,
протокол №1 от 14.02.2013 г.

Журнал зарегистрирован
Государственным комитетом информа-
ционной политики, телевидения и
радиовещания Украины КВ №4528
от 01.09.2000 г.

Постановлением Президиума ВАК
Украины от 26.01.2011 г. №1-05/1
журнал включен в перечень научных
изданий Украины, в которых могут быть
опубликованы результаты работ на
соискание ученых степеней доктора и
кандидата наук

Редакция не несет ответственности
за содержание рекламы и объявлений

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

Редакция может опубликовать статью
в порядке обсуждения, не разделяя
точку зрения авторов

Адрес редакции:

04080, Украина, Киев-80,
ул. Константиновская, 68, оф. 316,
тел./факс (044) 417-62-96;
тел.: (044) 417-86-13; 417-07-15

Підписано до друку 20.02.2013 р.
Формат 60x84/8.

Папір офсетний. Друк офсетний.
Ум. друк. арк. 5,58. Обл.-вид. арк. 7,75.
Тираж 5000 прим.

Виготовлено:

Київська нотна фабрика, КО
04080, м. Київ, вул. Фрунзе, 51-а
тел. (044) 417-02-48,
тел./ факс. (044) 417-02-25

Ученый-материаловед в области исследования гипсовых вяжущих
К 60-летию Х.-Б. Фишера..... 2

Наука – производству

Наука – виробництву

ФИШЕР Х.-Б., КРИВЕНКО П.В., САНИЦКИЙ М.А.

Исследование процесса стабилизации свойств гипсовых вяжущих 3

ТРОФИМОВА Л.Е., УРЬЕВ Н.Б.

Топологическое моделирование в физико-химической динамике
и в технологии строительных материалов 7

КОЛЕСНИК Д.Ю., ФАЙНЛЕЙБ О.М., САХНО В.І.

Поверхнева обробка цементного каменю вінілсилікономатом натрію 9

ДВОРКИН Л.И., ДВОРКИН О.Л., ЧОРНАЯ И.В.

Применение цементной пыли в сухих смесях для строительных растворов 11

ПРИЛУЦКАЯ С.П.

Проблема водоотделения в бетонных смесях 13

ЧЕРВЯКОВ Ю.М.

Забезпечення житлового будівництва дрібноштучними стіновими виробами..... 15

ФИЛАТОВ А.Н.

Ячеистый бетон и вода 16

СИРОТИН О.В.

Автоклавный газобетон AEROC – оптимальный строительный материал 19

Нанотехнологии и наноматериалы

Нанотехнології та наноматеріали

ГЛАДКА Т. М.

Нанотехнології є сферою знань з державним стратегічним плануванням 22

Сухое строительство

Сухе будівництво

ГАВРИШ О.М.

Особливості отримання високоякісного сульфогіпсу як сировини для гіпсової промисловості..... 24

Иновативные строительные материалы в современной архитектуре 27

Информация и сообщения

Інформація та повідомлення

Фотозвіт офіційного візиту Міністра регіонального розвитку, будівництва
та житлово-комунального господарства Геннадія Темника на завод
з виробництва залізобетонних будівельних конструкцій ТОВ «Бетон Комплекс»
Асоціації «Промислово-будівельна група «Ковальська» у м. Києві..... 30

Новая книга "Mathematical experiments planning in concrete technology"
("Математичне планування експерименту в технології бетону")

Л.Й. Дворкін, О.Л. Дворкін) 30

К 60-летию Х.-Б. Фишера



Доктор Ханс-Бертрам Фишер

Человек, достигший значительных успехов в определенной сфере деятельности и умеющий собрать вокруг себя соратников, не прилагая вроде бы с этой целью серьезных усилий, как правило, является харизматической личностью. К таким людям, безусловно, относится известный ученый д-р инж. Ханс-Бертрам Фишер, руководитель многих крупных научных проектов строительного университета из Веймара, города Шиллера и Гете, одного из центров Европейской культуры. Много лет своей жизни и деятельности посвятил он одному из основных вяжущих строительных материалов – строительному гипсу в исследовательском, образовательном и прикладном аспектах.

Родился Ханс-Бертрам 21 февраля 1953 г. С отличием закончил среднюю школу, а в 1977 г. с тем же результатом факультет неорганической химии Харьковского политехнического института по специальности «Химическая технология вяжущих веществ». В период 1977–1980 гг. работал в качестве переводчика, инженера-координатора и начальника участка на стройках газопровода в Украине (г. Бар, Винницкой обл.). Судя по тому с каким ностальгическим чувством он стремится в Харьков на встречи со своими соучениками и коллегами по совместной работе в области строительного материаловедения, можно утверждать о неизгладимом впечатлении об Украине и Харькове – городе науки, студентов и, что немаловажно, городе красивых девушек...

С 1980 года Ханс-Бертрам Фишер проводит учебную работу и исследовательскую деятельность в Веймарском Архитектурно-строительном институте (ныне «Bauhaus-Universität»). В 1992 г. Х.-Б. Фишер в Веймаре подготовил и защитил диссертацию на тему «Влияние химических добавок на строительный гипс – кондуктометрические ис-

следования». Вся последующая работа – широкие теоретические, экспериментальные и прикладные исследования сульфатов кальция и гипсовых материалов на их основе, а также экспертизы объектов в Германии, Канаде, Украине, Узбекистане и др.

Перечислим лишь некоторые из развиваемых направлений:

- процессы обезвоживания гипса;
- реакционная способность и стабильность свойств вяжущих;
- процессы растворения различных фаз сульфатов кальция;
- влияние и роль добавок;
- механизм «старения» гипсовых вяжущих;
- технологические аспекты применения строительного гипса в штукатурках, изделиях и пр.

Всегда современен арсенал методов исследования – электронная микроскопия, кондуктометрия, лазерная гранулометрия, калориметрия и др. Отметим в этой связи, не без удовлетворения, что некоторые аспекты исследования выполнены нами совместно с приложением термокинетического, термодинамического, морфологического и кристаллохимического подходов. За годы своей работы в области строительного гипса Х.-Б. Фишер опубликовал более 160 научных работ, включая разделы в учебных пособиях и монографии. Сделаны десятки докладов в Германии, Канаде, Китае, Чехии, Австрии, Швейцарии, Румынии, естественно, и в странах СНГ.

Многогранны аспекты деятельности д-ра Фишера – научная, учебная, редакционная, международная. Представителям стран СНГ известной, объемной и результативной представляется, начиная с 1987 г., работа по подготовке и проведению авторитетных международных конференций по строительным материалам «IBAUSIL». Надо обладать серьезным организаторским талантом и глубокими научными познаниями, чтобы безукоризненно, регулярно раз в три года проводить подобное мероприятие. Прием и размещение 700–800 участников, два увесистых тома трудов по 1000 страниц каждый! Пленарные и секционные заседания, экскурсии на заводы и стройки, культурные составляющие... Особое внимание – ученым и практикам из стран бывшего Советского Союза. Обязательны теплые «русские» вечера. И с горечью признаем – подобных возможностей для наших встреч, профессиональных и личных контактов сейчас у нас нет... И это тоже неоценимый вклад Ханса, так мы его все называем, в наше общее дело.

Доктор Фишер активно сотрудничает с учеными из Киева, Москвы, Ташкента, Харькова, Львова, Белгорода, Ижевска, Магнитогорска и Чимкента. Наверное, список не полон. Плодотворность сотрудничества подтверждается весомым, можно сказать беспрецедентным, доказательством. Х.-Б. Фишер – почетный профессор НТУ «Харьковский политехнический институт», Харьковского и Киевского национальных строительных университетов, Белгородского технологического университета, Ташкентского института архитектуры и строительства, Украинской академии железнодорожного транспорта. В 2001 г. избран иностранным членом академии строительства Украины. Эти звания «за здорово живешь» не присваиваются.

Искренность в отношениях, доброжелательность, участие, редкая обязательность – черты Ханса, которого все мы очень любим и ценим. Все кратко сказанное, пунктирно отражает портрет известного ученого и прекрасного человека, Ханса-Бертрама Фишера.

Многие лета, хорошего здоровья и новых успехов, дорогой Ханс!

А.В. Ушеров-Маршак, д-р техн. наук,
профессор Харьковского национального университета
строительства и архитектуры;
М.А. Саницкий, д-р техн. наук,
профессор Национального университета
«Львовская политехника»



Силикатный факультет НТУ «Харьковский политехнический институт»

УДК 666.913.2

Фишер Х.-Б., доктор инж. Баухаус-Университет Веймар, Германия;

Кривенко П.В., доктор техн. наук, профессор, КНУБА, г. Киев;

Саницкий М.А., доктор техн. наук, профессор, НУ «Львовская политехника», г. Львов, Украина

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА СТАБИЛИЗАЦИИ СВОЙСТВ ГИПСОВЫХ ВЯЖУЩИХ

Вяжущие на основе сульфата кальция, полученные при низкотемпературной обработке (так называемый «строительный гипс», состоящий главным образом из β -полугидрата), применяющийся для получения гипсовых стеновых плит и входят в состав разных минеральных клеев, штукатурных растворов и специальных гипсовых вяжущих [1]. Широкому использованию гипсовых вяжущих в значительной степени способствует и то, что расход топлива на изготовление одной тонны строительного гипса более чем в 4 раза ниже, а суммарные затраты энергии почти в 5 раз ниже, чем на производство одной тонны портландцемента [2].

Гипсовые вяжущие вещества получают при относительно низких температурах 120...180°C (например, во вращающихся печах, гипсоварочных котлах или агрегатах для совмещенного помола и обжига). Вместе с тем, строительный гипс после обжига в процессе хранения может в определенной мере изменять свои эксплуатационные свойства. В особенности это сказывается на количестве воды затворения и сроках схватывания вяжущего, что может привести к проблемам при проведении ряда технологических операций (например, при производстве гипсовых плит или выполнении штукатурных работ).

В настоящее время в результате применения новых энергосберегающих способов обжига, использования REA-гипса, а также повышенных требований к качеству проведения строительных работ с использованием гипсовых вяжущих вопросы, связанные со стабилизацией свойств («старением») строительного гипса, вновь приобретают актуальность. Решение данной проблемы в значительной мере достигается путем проведения «искусственного старения» вяжущего. Для этого существуют целый ряд возможностей: обеспечение доступа влажного воздуха, расбрызгивание воды или применение метода «аридизации». Стабилизация свойств строительного гипса путём «целенаправленного старения» позволяет повысить прочностные показатели вяжущего за счет снижения водопотребности из-за уменьшения распада частиц при контакте их с водой [3, 4].

Причиной «старения» вяжущих на основе сульфата кальция может быть влагопоглощение из воздуха. Это приводит к довольно большому изменению технологических свойств строительных гипсов. При этом эффект зависит как от относительной влажности воздуха и длительности воздействия, так и от реактивности вяжущего [5]. Со временем особенно меняются водопотребность и сроки схватывания строительного гипса, при этом существенно изменяется гранулометрический состав вяжущего.

Настоящая работа посвящена исследованию изменения свойств строительного гипса в процессе старения. При

этом необходимо было установить различие между вяжущими на основе природного гипсового камня и вяжущими с REA-гипса с точки зрения их поведения при «старении», а также показать, каково влияние различных условий обжига в каждом случае и какие методы используются для характеристики процесса старения гипсовых вяжущих.

Для исследований использовали вяжущие на основе различных форм строительного гипса, в частности образцы 2–5 были приготовлены в заводских условиях на основе природного гипса и REA-гипса в гипсоварочных котлах и в мельнице Claudius Peters (непрерывно работающий реактор). Такие же исходные материалы использованы для получения строительного гипса в лабораторных условиях (образцы 9–12). Фазовый состав гипсовых вяжущих приведен в табл. 1. Затем был проведен процесс «старения» этих вяжущих при определенных условиях (20°C, относительная влажность 65...98%). Важными параметрами для разных процессов производства вяжущих являются измерение поверхности по БЭТ и распределение частиц по размерам. Гранулометрический состав определяли на лазерном анализаторе частиц LS 230 (Coulter), при этом после добавления воды ($V/G=0,80$) суспензию перемешивали в течение 30 с помощью магнитной мешалки.

Чтобы выяснить возможные механизмы процесса старения строительного гипса, исследовано кинетику его гидратации. Кроме того, были сопоставлены технологичность (консистенция) и жесткость вяжущих. Для интерпретации поведения «старения» проводились дополнительные исследования с использованием рентгенофазового и дифференциально-термического методов анализа.

Результаты исследований

Влагопоглощение

Результаты исследования показывают, что при поглощении влаги гипсовыми образцами при 20°C (рис. 1 и 2, табл. 2) порог поглощения влаги около 2% достигается примерно через 48 часов. Влажность воздуха может изменяться в относительно широком диапазоне (53...85%). Только при более высокой влажности воздуха (от 85%), «старение» происходит в течение более длительного периода из-за конденсации и соответственно увеличения массы.

Для каждого гипсового вяжущего относительно стабильное состояние может быть достигнуто за счет поглощения влаги. Это относительно стабильное состояние характеризуется тем, что при дальнейшем увеличении относительной влажности или времени экспозиции нет дальнейшего значительного поглощения влаги. Эта область стабильности показана на рис. 3. Установлено [5], что поглощение влаги является также функцией от содержания гипса модификации А III.

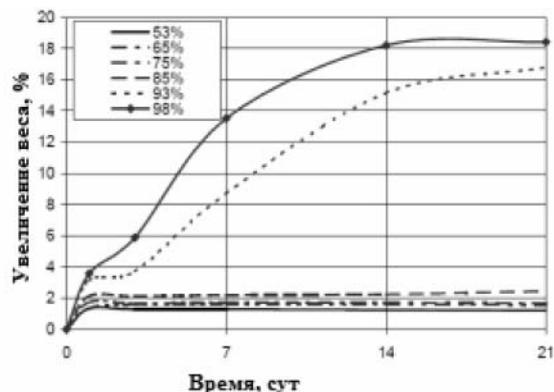


Рис. 1. Поглощение влаги вяжущими промышленного производства на основе REA-гипса в зависимости от длительности хранения при различных значениях относительной влажности

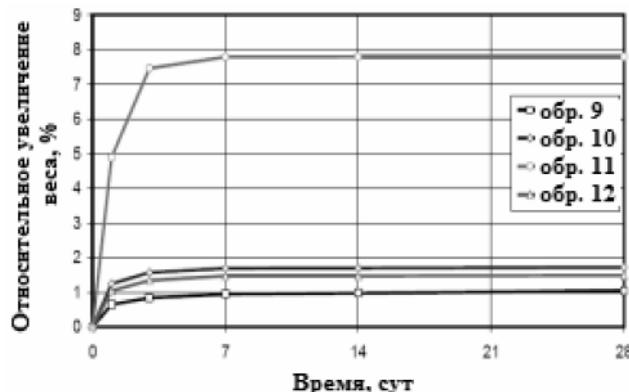


Рис. 2. Поглощение влаги гипсовыми вяжущими лабораторного изготовления при 20°C / 65% RH

Таблица 1

**Тип используемых гипсовых вяжущих
и их фазовый состав**

Гипсовое вяжущее			Полу-гидрат [%]	Ангидрит Ш [%]
Номер образца	Происхождение	Изготовление		
Образец 2	Природный гипс. камень	Мельница Claudius Peters	88,3	1,3
Образец 3	ВК-REA-Гипс	Мельница Claudius Peters	76,3	9,3
Образец 4	Природный гипс. камень	Гипсоварочный котел	88,2	3,7
Образец 5	ВК-REA-Гипс	Гипсоварочный котел	89,2	4,6
Образец 9	ВК-REA-Гипс	Сушильный шкаф 120°C/4ч	~40	8,2
Образец 10	ВК-REA-Гипс	140°C/4ч	73,8	7,9
Образец 11	ВК-REA-Гипс	160°C/4ч	1,3	95,0
Образец 12	ВК-REA-Гипс	160°C/2ч	73,2	6,4

Удельная поверхность по БЭТ

Заводские образцы вяжущих, за исключением образца 3, показывают очень высокую удельную поверхность по БЭТ (от 10 м²/г). Низкое значение этого показателя у образца № 3 может объясняться неправильным хранением.

Сравнительные результаты исследований вяжущих, изготовленных в заводских условиях (образцы 2–5), при воздействии влажности после 28 сут. показали, что даже при относительно низкой или нормальной влажности (65% RH) наблюдается резкое сокращение удельной поверхности по БЭТ. При этом уменьшение площади поверхности по БЭТ возрастает с увеличением влажности. Под действием влажных условий сокращение площади удельной поверхности по БЭТ зависит от типа исходного материала. У вяжущих, изготовленных на основе REA-гипса, оно более явно выражено по сравнению с природным гипсом. Процесс обжига (мельница Claudius-Peters) не оказывает существенного влияния на влажность и вызывает уменьшение удельной поверхности.

Сравнение лабораторных образцов гипсовых вяжущих (образцы 9–12) в возрасте 28-суточного старения свидетельствует, что площадь поверхности по БЭТ тем больше, чем больше тепловая нагрузка во время процесса обжига (образец 11). Даже относительно низкая и нормальная влажность (65%RH) является причиной значительного уменьшения площади удельной поверхности по БЭТ. Уменьшение площади удельной поверхности по БЭТ возрастает с увеличением влажности. Независимо от условий приготовления и возраста такие вяжущие имеют похожие удельные поверхности по БЭТ.



Рис. 3. Область стабильности при «старении» строительного гипса

Таблица 2

**Увеличение массы ряда гипсовых вяжущих
при выдерживании в различных условиях
(20°C, относительная влажность 65...98%)**

Гипсовое вяжущее			Прирост массы образцов, %, через 28 сут. при выдерживании на воздухе с относительной влажностью			
Образец	Происхождение	Изготовление	1,7	2,0	4,3	13,5
Образец 2	Природный гипс. камень	Мельница С. Р.	1,7	2,0	4,3	13,5
Образец 3	ВК-REA-Гипс	Мельница С. Р.	1,2	1,5	3,2	13,2
Образец 4	Природный гипс. камень	Гипсоварочный котел	1,7	1,8	3,0	12,7
Образец 5	ВК-REA-Гипс	Гипсоварочный котел	1,5	1,6	1,9	10,0
Образец 9	ВК-REA-Гипс	120°C/4ч	1,0	1,2	4,9	7,9
Образец 10	ВК-REA-Гипс	140°C/4ч	1,8	2,1	5,2	14,3
Образец 11	ВК-REA-Гипс	160°C/4ч	7,8	8,2	9,8	20,7
Образец 12	ВК-REA-Гипс	160°C/2ч	1,5	1,9	4,6	14,2

Иллюстрация процессов обжига и «старения» на электронном микроскопе (ESEM)

На рис. 4 показана типичная форма частицы REA-гипса с образованием гладкой поверхности; здесь видны хорошо образованные слои структуры. В процессе обжига в результате частичного или полного обезвоживания дигидрата увеличивается внутренняя поверхность его частиц (удельная поверхность по БЭТ) из-за кавитации между отдельными слоями. На рис. 5 показаны изменения в образцах, изго-

Таблица 3

**Поверхность по БЭТ образцов в различных
условиях хранения (срок хранения 28 сут.)**

Гипсовое вяжущее			Удельная поверхность по БЭТ [м ² /г]		
Номер образца	Происхождение	Изготовление	Условия хранения (20°C) и отн. влажности		
			без старения	65% (28 сут.)	85% (28 сут.)
Образец 2	Природный гипс	Мельница С. Р.	9,2	4,5	3,3
Образец 3	ВК-REA-Гипс	Мельница С. Р.	3,7	2,8	2,1
Образец 4	Природный Гипс	Гипсоварочный котел	10,0	4,6	3,6
Образец 5	ВК-REA-Гипс	Гипсоварочный котел	10,6	3,0	-
Образец 9	ВК-REA-Гипс	120°C/4ч	4,1	2,1	1,3
Образец 10	ВК-REA-Гипс	140°C/4ч	6,8	2,6	1,8
Образец 11	ВК-REA-Гипс	160°C/4ч	8,4	2,8	2,1
Образец 12	ВК-REA-Гипс	160°C/2ч	7,1	2,4	1,9

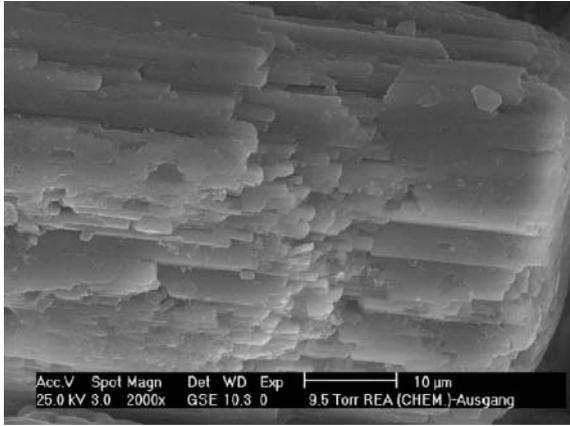


Рис. 4. REA-гипс до обжига



Рис. 5. REA-гипс после обжига

товленных в лабораторных условиях, которые сопоставимы по своему составу (НН 25%, III – 63%, II – 9%, образец 11).

Из-за «старения» обожжённых гипсовых вяжущих при относительно высокой влажности в определенных местах частиц происходит конденсация влаги, что вызывает локальные скопления гипса, которые образуются в процессе обезвоживания, охватывая в значительной степени полости (трещины и щели) (рис. 6), что приводит к сокращению удельной поверхности по БЭТ.

Гранулометрический состав

Гранулометрический состав исследованных гипсовых вяжущих свидетельствует, что условия, способ изготовле-

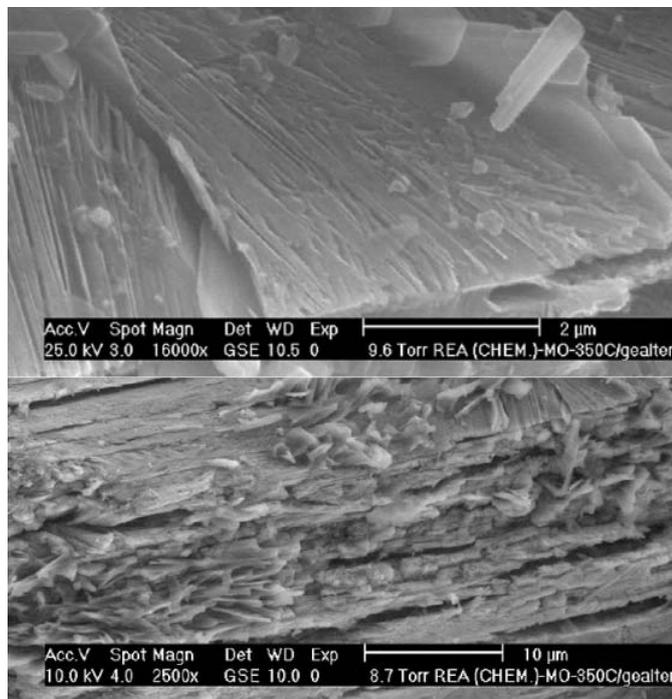


Рис. 6. Вяжущие на основе REA-гипса (14 дней при 20°C и 85%-ной относительной влажности)

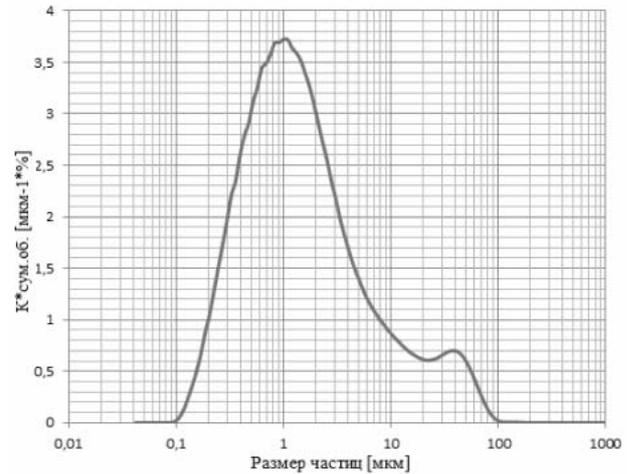
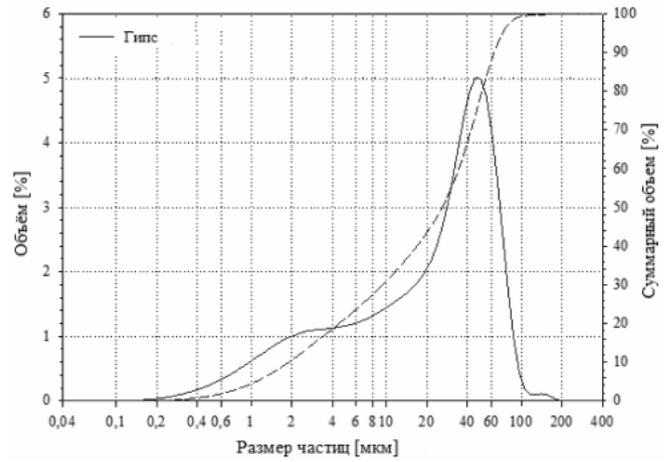


Рис. 7. Гранулометрический состав строительного гипса (а) и распределение частиц по удельной поверхности (б)

ния (в мельнице или в лабораторных условиях) и тип используемого сырья (природный гипс или REA-гипс) оказывают серьезное влияние на гранулометрический состав.

Как видно из данных гранулометрического состава строительного гипса (рис. 7), количество фракции менее 1 мкм составляет около 5 масс.%. Вместе с тем, с учетом коэффициентов поверхностной энергии [6] вклад мелких фракций в развитие удельной поверхности является определяющим (коэффициент дифференциальной удельной поверхностной активности $K_{\text{макс}} = 3,7 \text{ мкм}^{-1} \cdot \text{об.}\%$), что на порядок выше вклада частиц размером 10–45 мкм. Характерно, что максимум на дифференциальной кривой распределения зерен соответствует размеру 45 мкм. В то же время, частицы размером до 10 мкм составляют всего 30 мас.%, а их вклад в удельную поверхность превышает 90%, при этом основной вклад в развитие удельной поверхности вносят частицы размером до 3 мкм. Повышенная дисперсность таких частиц в значительной мере определяет их поверхностную энергию и высокую водопотребность вяжущего. Именно эти частицы и подвергаются в первую очередь процессу старения.

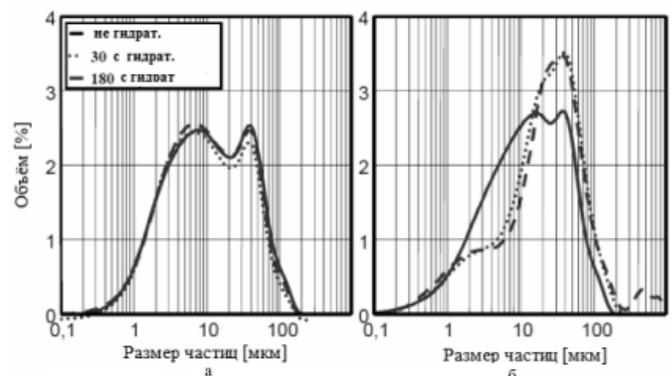


Рис. 8. Гранулометрический состав образца 4 до (а) и после (б) смачивания водой

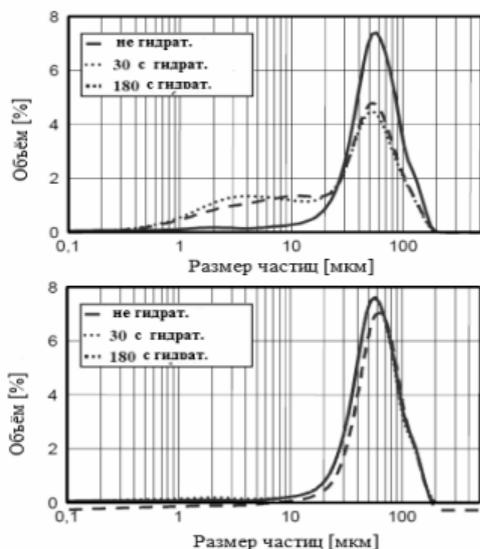


Рис. 9. Гранулометрический состав образца 11 до (вверху) и после (внизу) старения

В случае аридизации процесс стабилизации свойств вяжущего интенсифицируется.

Сравнение свойств образцов гипсовых вяжущих соответствующего возраста с эталонным образцом показывает их существенные различия. Так, для образцов, изготовленных в заводских условиях (образцы 2–5, рис. 8), при смачивании водой в гранулометрическом составе почти никаких изменений не наблюдается, что может быть результатом наложения гранулометрического состава и явлений агломерации. Со временем образцы склонны к реакции с водой и увеличению размеров частиц (агломерация), причем в образцах 3 и 4 доминирующим процессом является агломерация.

При исследовании гранулометрического состава большинства образцов гипсовых вяжущих, полученных в лабораторных условиях, обнаружено различие, которую можно объяснить условиями приготовления. Для «стареющих» образцов после контакта с водой не наблюдалось существенных изменений в гранулометрическом составе. При сравнении таких гипсовых вяжущих следует (образцы 9–12, рис. 9), что с возрастом гранулометрический состав не изменяется. В образцах без старения после смачивания водой гранулометрический состав характеризуется наличием более мелких частиц (1...10 мкм). При этом изменения в гранулометрическом составе становятся еще более заметными при увеличении тепловой нагрузки во время процесса обжига (образец 11). При высоких тепловых нагрузках гранулометрический состав стабилизируется после сравнительно короткого периода смачивания (30 с).

Калориметрия

Результаты калориметрических исследований образцов строительного гипса представлены на рис. 10 и 11.

Вяжущие, полученные в мельнице Claudius-Peters, являются более реакционноспособными, чем в варочном котле. В связи со «старением» реактивность гипсовых вяжущих с мельницы Claudius Peters изменилась довольно резко, а изготовленных в варочном котле меньше. Строительные гипсы вяжущие, полученные из природного гипсового камня, являются несколько более реактивными, чем из REA-гипса. Процесс «старения» приводит к заметному изменению кинетики гидратации и максимум скорости тепловыделения уменьшается. Как следует из результатов исследований [7], теплота гидратации зависит в

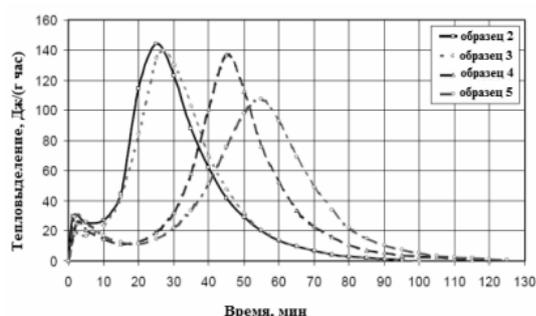


Рис. 10. Тепловыделение при гидратации заводских гипсовых вяжущих

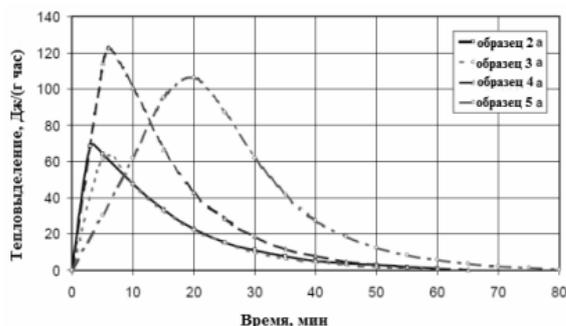


Рис. 11. Тепловыделение при гидратации гипсовых вяжущих после «старения» (28 сут. при 20°C и 65%-ной относительной влажности)

основном от свойств и дефектов решетки кристаллов. Процесс старения способствует росту кристаллов полугидрата, залечиванию дефектов решетки и снижению реакционной способности.

Выводы

При длительном хранении гипсовых вяжущих их технологические свойства (дисперсность и сроки схватывания) изменяются, что может привести к проблемам при их использовании.

Наблюдается прямая связь между способом получения и поглощением влаги гипсовыми вяжущими. При открытом хранении вяжущих в обычных лабораторных условиях (20°C и относительной влажности 65%) уже в течение нескольких часов наблюдается поглощение влаги. Этот процесс называется естественным «старением» и приводит к стабилизации технологических свойств гипсовых вяжущих, что связано с локальным образованием дигидрата на активных центрах поверхности частиц строительного гипса и преобразованием ангидрита III в β-полугидрат. В конечном итоге это также приводит к изменению гранулометрического состава строительного гипса при контакте в с водой и кинетики его гидратации.

Влияние процесса обжига и типа исходных материалов на «старение» гипсовых вяжущих можно охарактеризовать следующим образом:

- способ изготовления (Claudius Peters мельница или реактор) и вид используемого сырья (природный гипсовый камень или REA-гипс) не оказывают существенного влияния на гранулометрический состав;
- «стареющие» гипсовые вяжущие, полученные из природного гипсового камня, по сравнению с REA-гипсом имеют большую удельную поверхность по БЭТ, а условия обжига в этом случае имеют второстепенное значение;
- гипсовые вяжущие из природного гипсового камня по сравнению с REA-гипсом поглощают больше влаги из воздуха, поглощение влаги гипсовыми вяжущими также в значительной степени зависит от содержания A III в мелкой фракции.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Фишер Х.-Б. Тенденции производства и применения вяжущих и строительных материалов на основе сульфата кальция. Труды конференции «Наука и технология силикатных материалов – настоящее и будущее» (14-17.10 2003 г.). Москва, 2003.
2. Дворкин Л.И., Дворкин О.Л. Строительные минеральные вяжущие материалы. – Москва: Инфра-Инженерия, 2011. – 544 с.
3. Фишер Х.-Б.; Второв Б.; Хуммель Х.-У.; Абдуссальмов Б., Штарк Й. Изменение свойств строительного гипса в условиях открытого хранения. В сб.: Повышение эффективности производства и применения гипсовых материалов и изделий. – Москва, 2002. – С. 122–127.
4. Fischer H.-B., Krivenko P.V., Sanytsky M.A. Zum 'Altern' von Gipsbindemitteln // 15. Ibausil, Weimar 2003. – Tagungsband 2 – S. 1127–1138.
5. Фишер Х.-Б., Новак С., Острадецкий И. Низкообожжённые полугидраты сульфата кальция и их влагопоглощение. Цемент и его применение. – (2005) 5. – С. 39–42.
6. Sanytsky M., Rusyn B., Szymańska J. Effects of fine ground mineral additives on the properties of Portland Cements // 18. Ibausil, Weimar 2012. – Tagungsband 1 – S. 680–687.
7. Новак С., Фишер Х.-Б., Сопов В.П., Ушеров-Маршак А.В. Тепловыделение при гидратации фаз полугидрата сульфата кальция. Строительные материалы. – 2008. – № 8. – С. 10–12.

ТОПОЛОГИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКОЙ ДИНАМИКЕ И В ТЕХНОЛОГИИ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Известно, что строительные композиты (растворы и бетоны на основе минеральных или органических вяжущих веществ, шликеры для изготовления керамики и множество подобных дисперсий) могут трактоваться как самоорганизующиеся системы, эволюция которых в пространстве и времени сопровождается образованием диссипативных структур. Поскольку для большинства указанных выше систем характерны скачкообразные явления, обусловленные нарушением непрерывности развивающихся процессов различных типов, предлагается дополнить синергетический подход к изучению особенностей структурообразования методами теории катастроф, исследующей внезапные качественные перестройки систем в результате плавного изменения внешних условий или внутренних свойств [1].

Одесской государственной академией строительства и архитектуры совместно с Лабораторией высококонцентрированных дисперсных систем Института физической химии и электрохимии им. А.Н. Фрумкина Российской АН в течение ряда лет проводится комплекс исследований, цель которых – установление закономерностей образования, устойчивости и разрушения структурированных дисперсных систем в гетерогенных химико-технологических процессах получения строительных материалов с заданной структурой и прогнозируемыми эксплуатационными показателями при снижении ресурсоемкости их производства. Исследовательская программа предусматривает решение задач, связанных с описанием и анализом таких явлений, когда увеличение интенсивности технологических воздействий приводит к качественно новому поведению системы. Методологическая основа исследований – анализ процессов структурообразования дисперсных систем в динамических условиях с позиций синергетики и теории катастроф.

Понимание природы аномального реологического поведения дисперсий открывает возможность реализации оптимального динамического состояния системы и соответствующего ему уровня изотропного разрушения структуры, что является необходимым условием получения материалов с заданными свойствами [2–4]. Таким образом, вопрос об информативной интерпретации нетривиальных вискозиметрических данных (реологических кривых) практически важен для решения многих материаловедческих задач.

Реологические кривые представляют собой зависимости эффективной вязкости η от напряжения сдвига P (или градиента скорости деформации $\dot{\epsilon}$) и зависимость $\dot{\epsilon}$ от P при

обязательном выполнении условия изотропности разрушения структуры в рабочем зазоре вискозиметра. Для определенного вида кривых течения (тип II по [5]) характерны области изменения вязкости или скорости развития деформации, которым соответствует неоднозначное изменение напряжения: падение P в определенном интервале $\dot{\epsilon}$. Такой аномальный эффект проявляется в S-образной форме указанных выше зависимостей.

Реологические кривые S-образного вида были получены Ребиндером с сотрудниками для некоторых глинистых суспензий и исследованы Бартеневым и Ермиловой с позиций предложенной ими молекулярно-кинетической теории неньютоновского течения (рис. 1) [5]. К настоящему времени накоплен значительный объем таких нетривиальных результатов экспериментальных исследований структурных изменений в разнообразных дисперсиях, служащих основой для получения большинства строительных материалов [1].

Возможная трактовка аномалии процесса течения как следствия проявления локального разрыва сплошности структуры (т.е. когда сдвиг не распространяется на весь объем системы), по-видимому, впервые была дана в [2]. Теория этого явления развита [3] на основе представлений о наличии в структуре локальных микродефектов, коалесценция которых в условиях сдвига обуславливает зарождение макронеоднородности. Разрывы сплошности экспериментально обнаруживаются по резкому спаду напряжения сдвига при достижении критической для данной системы скорости деформации. Последующий рост P с увеличением $\dot{\epsilon}$ отражает поведение системы только в области разрыва, а не во всем ее объеме.

Гипотеза о таком механизме разрушения в сдвиговом потоке подтверждена [3] микрофотографиями структуры водных дисперсий кальциевого бентонита. При этом вид разрыва существенно зависит от содержания твердой фазы в дисперсионной среде. Возможны следующие варианты: истинный разрыв сплошности в условиях недостатка жидкой фазы ($\phi \gg \phi_c$); образование одной ($\phi \approx \phi_c$) или нескольких ($\phi \ll \phi_c$) зон скольжения при избыточном содержании жидкой фазы с формированием твердообразных слоев. Момент появления разрыва и последующее его развитие в процессе деформаций не позволяет сдвигу распространяться на весь объем системы, что делает невозможным достижение минимального уровня вязкости и предельного разрушения структуры. Такое явление приводит к искажению результатов измерений и к невозможности построения полной реологической кривой. Об этой свидетельствует отсутствие воспроизводимости кривых течения при «движении сверху вниз и наоборот» (наличие гистерезисных петель, рис. 2). Наиболее ярко этот эффект проявляется при $\phi > \phi_c$.

С целью дальнейшего развития представлений об эволюции структурированных дисперсий целесообразно допол-

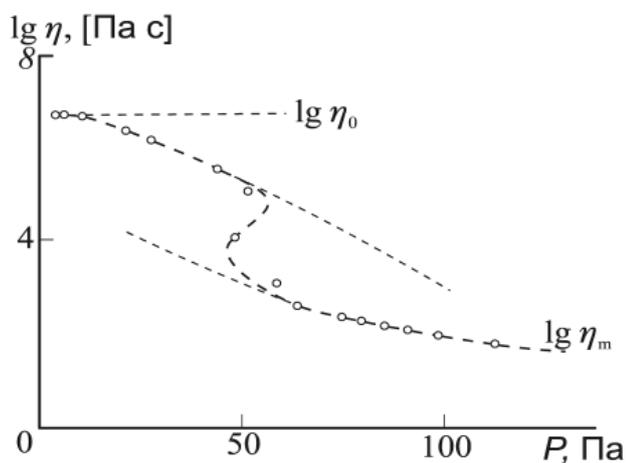


Рис. 1. Зависимость логарифма вязкости η от напряжения сдвига P для 10%-ной суспензии Na-бентонита. η_0 – наибольшая вязкость практически неразрушенной структуры и η_m – наименьшая вязкость предельно разрушенной структуры

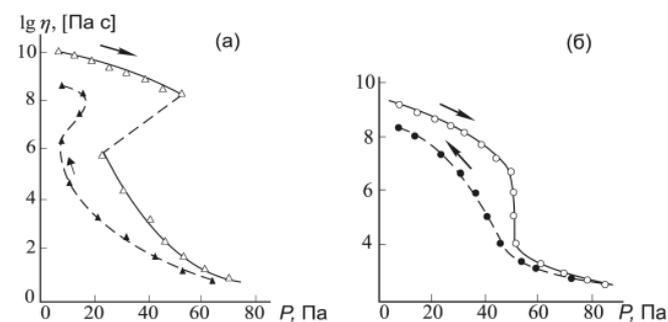


Рис. 2. Полные реологические кривые течения $\lg \eta (P)$ для водных дисперсий кальциевого бентонита. $\phi_{\text{масс}} = 20\%$ ($\phi > \phi_c$) (а) и $\phi_{\text{масс}} = 11\%$ ($\phi < \phi_c$) (б); стрелки показывают направление изменения P

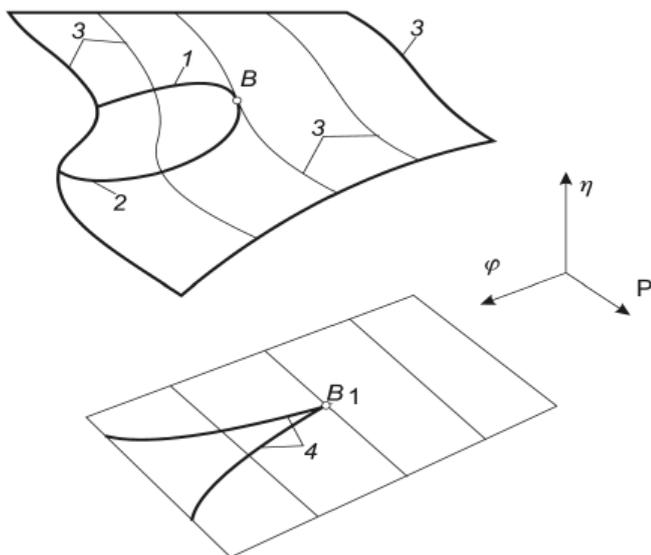


Рис. 3. Схематическое представление зависимости вязкости η водной дисперсии кальциевого бентонита от напряжения сдвига P и содержания дисперсной фазы ϕ (модель «сборка», принцип максимального промедления): 1 и 2 – линии складок; 3 – поперечные сечения модели; B – точка сборки; 4 – бифуркационная кривая; B_1 – точка бифуркации

нить объяснение их аномального поведения особенностями коагуляции в динамических условиях моделями синергетики и теории катастроф. Как показано в [3], для некоторых систем (в частности, водных дисперсий кальциевого бентонита) может быть получено семейство кривых течения, характеризующихся все более выраженной S-образностью по мере роста концентрации твердой фазы. Для изучения особенностей сдвигового деформирования предлагается привлечь катастрофу «сборка» [1].

Катастрофа такого типа описывает исследуемый процесс с помощью одной переменной состояния (η или $\dot{\epsilon}$), двух управляющих параметров P и ϕ и изображается топологической моделью (поверхностью) в трехмерном пространстве этих обобщенных координат (рис. 3). Наиболее интересным свойством данной поверхности является наличие двух линий складок (1 и 2), начинающихся в так называемой точке сборки B и образующих на плоскости управляющих параметров P, ϕ бифуркационную кривую – полукубическую параболу (4) с острием в точке B_1 . Эти точки соответствуют первой критической концентрации ϕ_0 , при достижении которой начинает возникать пространственная структурная сетка и наблюдаются аномальности в течении дисперсной системы. Устойчивые стационарные режимы геометрически отвечают точкам поверхности многообразия катастрофы «сборка», лежащим на верхнем и нижнем листах снаружи кривой складок, а неустойчивые – точкам на среднем листе внутри кривой складок («область недоступности», которую, видимо, можно трактовать как зону нереализующихся состояний изотропного разрушения структуры даже с ростом интенсивности внешних воздействий).

Качественное разнообразие поведения системы определяется различными комбинациями управляющих параметров. В рассматриваемом случае параметр ϕ называется расщепляющим, поскольку при превышении его критического значения модельная поверхность расщепляется на два листа, т.е. его изменение регламентирует саму вероятность неоднозначности зависимости η от P и возникновения скачков. Если выполняется условие ($\phi > \phi_0$), то при изменении второго (нормального) управляющего параметра P достигается правый край сборки, что приводит к скачку от одного устойчивого стационарного режима течения с практически неразрушенной структурой на верхнем листе к другому устойчивому стационарному режиму с локальными зонами скольжения на нижнем листе. Линии складок (правый и левый края сборки) соответствуют именно тем сочетаниям управляющих параметров, которые инициируют скачкообразные изменения состояния. Такое представление, объединяя на одной схеме весь набор возможных вариантов вышеуказанных реологических кривых, хорошо согласуется

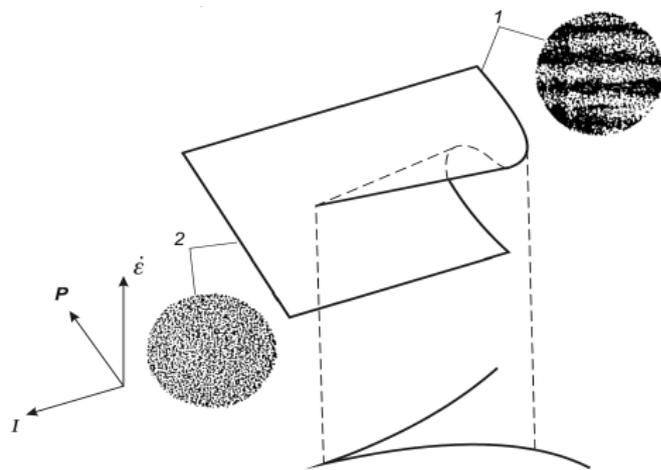


Рис. 4. Трансформация кривых течения $\dot{\epsilon}(P)$ с ростом интенсивности вибрации I при сочетании непрерывного сдвига с ортогонально направленной к нему осцилляцией (модель «сборка»); реологические зависимости и соответствующие им структуры дисперсий: 1 – без вибрации; 2 – при вибрации с оптимальными параметрами

[2, 3] с известными экспериментальными результатами и дает достаточно полную информацию о качественных изменениях в реологическом поведении дисперсных систем при непрерывном сдвиговом деформировании, обусловленных разрывами сплошности.

Таким образом, находящиеся вдали от термодинамического равновесия в поле внешних воздействий структурированные дисперсии являются типичными синергетическими диссипативными системами. В ходе эволюции таких систем в динамических условиях происходит самоорганизация с существенной перестройкой микроструктуры и формированием ограниченных поверхностями скольжения локальных объемов. Внутри этих объемов контакты между частицами дисперсных фаз не нарушаются, не происходит их перераспределение и сохраняется та степень неоднородности, которая соответствовала моменту возникновения первоначальной (статической) структуры в системе. Слоистая структура фактически инициирует сопротивление дисперсной системы разрушению в некотором интервале скоростей деформации, что выражается в аномальной зависимости $\eta(P)$.

Наложение на деформируемую систему вибрации с оптимальными параметрами коренным образом изменяет характер ее разрушения в сдвиговом потоке [2–4]. Имеет место разрушение уплотненных слоев с лавинным образованием микроагрегатов частиц при одновременном формировании структуры в виде ячеек с ослабленными коагуляционными контактами; при этом зоны скольжения исчезают (рис. 4) [1].

Таким образом, предложенный подход к исследованию аномалии вязкости позволяет достаточно наглядно проиллюстрировать общую картину явления и связать его с проявлениями универсальных закономерностей развития систем вдали от равновесия, что представляет как теоретический, так и практический интерес. Работа выполнена при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (грант № 12-03-00473).

ЛИТЕРАТУРА

1. Трофимова Л.Е., Урьев Н.Б. Моделирование процессов структурообразования дисперсных систем и материалов. – Одесса: Астропринт, 2011. – 32 с.
2. Урьев Н.Б. Высококонтрированные дисперсные системы. – М.: Химия, 1980. – 320 с.
3. Урьев Н.Б. Физико-химические основы дисперсных систем и материалов. – М.: Химия, 1988. – 256 с.
4. Иваньски М., Урьев Н.Б. Асфальтобетон как композиционный материал (с нанодисперсными и полимерными компонентами) / Под общей ред. Н.Б.Урьева. – М.: Технополиграфцентр, 2007. – 668 с.
5. Бартнев Г.М., Ермилова Н.В. К теории реологических свойств твердообразных дисперсных структур. Два типа реологических кривых течения // Коллоидный журнал. – 1969. – Т.31, №2. – С.169–175.

ПОВЕРХНЕВА ОБРОБКА ЦЕМЕНТНОГО КАМЕНЮ ВІНІЛСИЛІКАТОМ НАТРІЮ

Органосилікати лужних металів (ГКЖ-10, ГКЖ-11) широко відомі в будівництві у якості гідрофобізуючих розчинів для надання водовідштовхуючих властивостей поверхням пористих силікатних матеріалів [1]. Їх застосування на відповідальних будівельних конструкціях та деталях стримується довготривалим процесом закріплення кремнійорганічних сполук у цементному камені. В перші тижні експлуатації органосилікати вимиваються водою із поверхонь імпрегнованих матеріалів [2]. Одним із шляхів розв'язання цієї проблеми є введення у молекулу органосилікату додаткової хімічноактивної групи та її активація у процесі просочення, для закріплення гідрофобізатора на поверхні пор, мікротріщин та капілярів.

Нами, у якості поверхневого просочення, був досліджений водний розчин вінілсилікату натрію (ВСН), що містить достатньо активну винільну групу.

Метою роботи була оцінка впливу розчину ВСН на властивості цементного каменю в умовах поверхневого просочення, з наступним опроміненням прискореними електронами для ініціювання процесу полімеризації вінілсилікату в поровому просторі цементного каменю.

Лабораторні зразки у вигляді циліндрів висотою та діаметром рівними 22 мм виготовляли з цементного тіста нормальної густини В/Ц 0,27 з портландцементу марки 500 тип I виробництва Криворізького цементного заводу, та витримували не менше 28 дб у камері природного твердіння. В якості модифікуючої добавки використовували 50%-вий водноспиртовий розчин вінілсилікату натрію виробництва ДПО «Кремніполімер» м. Запоріжжя. Для поверхневого просочення виготовляли водні розчини ВСН з концентрацією, % мас.: 0,1; 0,25; 0,5 і 1,0. Перед просоченням цементні зразки висушували до постійної ваги при 105°C та занурювали у відповідний розчин на добу, після чого їх сушили і повторно просочували. Перед опроміненням для видалення капілярної вологи зразки висушували.

Дослідні зразки цементного каменю опромінювали на прискорювачі електронів ІЯД НАНУ [3] при енергії 4...5 Мев, щільність струму 200...300 мА/см², в діапазоні доз 10...50 кГр.

Ваговий контроль імпрегнованих цементних зразків (не менше 18 штук на розчин однієї концентрації) свідчить про лінійне збільшення їх маси в залежності від концентрації просочення (рис. 1). Обробка цементних зразків 0,1% розчином ВСН за описаною вище методикою забезпечує їм приріст у масі в розмірі 0,47% мас., а обробка 1,0%-вим розчином дозволяє ввести у цементний камінь приблизно 1,02% - мас. ВСН. Отримані результати дозволяють порівняти ефективність поверхневого просочення цементу з даними за його об'ємною модифікацією (0,5 і 1,0% - мас.) [4].

В процесі просочення молекули ВСН проникають у капіляри та мікротріщини цементного каменю та закріплюються на їх поверхні в результаті іонного обміну та видалення розчинника. Є думка [1], що в іонному обміні беруть участь іони натрію, що входять до складу органосилікату та Ca²⁺ – з продуктів розчинення цементного каменю.

В результаті опромінення малою дозою (10 кГр) зразків просочених ВСН та зразків порівняння, що оброблені розчином метилсиліконоляту натрію (МСН) рівною концентрацією встановлено, що ефект їх дії практично ідентичний. Так, при збільшенні концентрації імпрегнуючого розчину імпрегнуючого розчину ВСН з 0,1 до 1,0% міцність цементного каменю

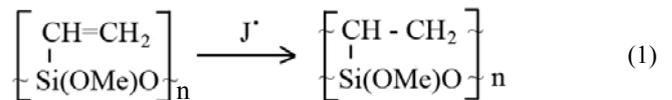
зростає на 4,0% (рис. 2, залежність 1). Аналогічний результат у межах похибки досліду спостерігається при дії розчину МСН. Слід припустити, що у результаті просочення молекули силіконатів (ВСН, МСН) заповнюють дефекти (мікротріщини) цементного каменю і тим самим, у певному ступені, збільшують його щільність та міцність.

З літератури [4] відомо, що при об'ємній модифікації цементного каменю МСН у кількості 0,5 міцність зразків збільшується на 10–12 %. Цей факт свідчить, що при нормальних умовах твердіння об'ємне введення МСН у цементне тісто та його участь у формуванні коагуляційно-кристалічних структур чинить більш суттєвий вплив на міцнісні характеристики зразків, ніж поверхнева обробка.

Подальше збільшення дози опромінення призводить до суттєвого зростання міцності просочених ВСН зразків, на відміну від МСН. Дія іонізуючого опромінення викликає полімеризацію винільних груп, що входять у молекули силіконатів адсорбованих на поверхні мінералів цементного каменю. Відомо [2], що адсорбуючись у капілярах і порах кремнійорганічні молекули орієнтуються до мінералу іонною групою (силіконатною – SiONa), а у навколишній простір – алкільними радикалами (Si-R), власне це явище і викликає гідрофобізацію поверхні.

Адорбція і орієнтування молекул силіконату на поверхні цементного каменю утворює додаткові сприятливі умови для протікання процесу полімеризації у плівці у твердій фазі.

В якості ініціюючих часток, що викликають полімеризацію, можуть виступати радикали іонізованої води (H·, OH·), або молекул мономеру (ВСН·):



де: Me = Na⁺; CaOH⁺; Ca²⁺

Відомо [5], що процеси полімеризації призводять до зміцнення полімерних плівок і, як результат, при цьому зміцнюється модифікований цементний камінь (рис. 2). Причому міцність його тим вище, чим більша концентрація імпрегнуючого розчину. Просочення цементного каменю 1%-вим розчином ВСН та опромінення D = 25...50 кГр підвищує його міцність на 16–20 % порівняно з контрольним зразком.

Загальною закономірністю є контрольна міцності зразків, що містять рівну кількість ВСН із збільшенням дози опромінення. Відхилення залежності 3 (рис. 2) від прямолінійного характеру, вірогідно, може бути пояснено ініціюванням деструктивних процесів. При збільшенні дози опромінення для силіксанів характерне розщеплення силіксанових зв'язків основного ланцюга макромолекул [6], що може призвести до певної втрати міцносних властивостей полімерних плівок на поверхні цементного каменю.

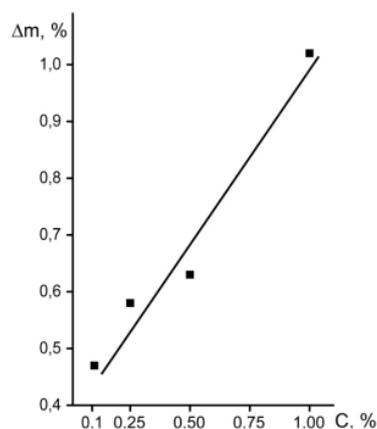


Рис. 1. Збільшення маси зразків (Δm) в залежності від концентрації (C) імпрегнуючого розчину ВСН

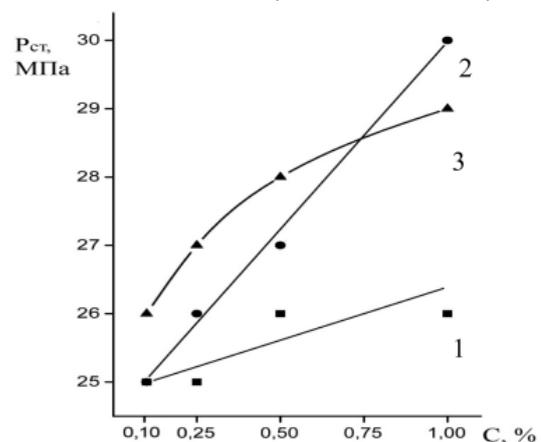


Рис. 2. Залежність $P_{ст}$ цементних зразків від концентрації поверхневого просочення розчином ВСН, після опромінення, кГр: 1 – 10; 2 – 25; 3 – 50

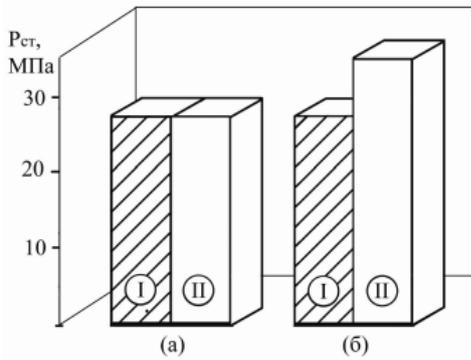


Рис. 3. Міцність цементних зразків ($P_{ст}$) після поверхневого просочення 5%-вими розчинами МСН (I) та ВСН (II) до опромінення (а) і після опромінення (б) дозою в 50 кГр

тного каменю. Характер залежності z (рис. 2) свідчить про переважання зміцнюючого ефекту при концентрації просочення 0,1...0,5% - мас. та конкуруванні процесу «зшивки-деструкції» при збільшенні дозування ВСН до 1,0% мас.

Зміцнююча дія поверхневого просочення, що містить МСН у межах концентрації 0,1...1,0% мас., не залежить від дози опромінення, на відміну від ВСН. З гістограми (рис. 3) видно, що зразки імпрегновані 5%-вими розчинами МСН (Ia) та ВСН (IIa) мають рівну міцність 27 МПа при стиску, котра на 8% вище, ніж у контрольних зразків (25 МПа). Опромінення їх прискореними електронами з дозою у 50 кГр практично не впливає на міцність зразків з МСН (Iб) та підвищує міцнісні показники з ВСН (IIб) на 37%. Отримані результати однозначно свідчать про протікання хімічних перетворень у зразку (IIб) при опроміненні.

Водопоглинання цементного каменю для контрольних зразків складало $W = 17,98\%$. Обробка зразків 0,1%-вим водним розчином ВСН призводить до зниження водопоглинання у 2,1 рази до 8,4% (рис. 4). Подальше збільшення концентрації просочення у 10 разів (до 1%) викликає незначне падіння водопоглинання до 6,2%. Таке різке падіння показника W при обробці зразків 0,1%-вим розчином ВСН, вочевидь, пояснюється тим, що у багатьох роботах [1, 2, 4] гідрофобізація розглядається як явище утворення на поверхні капілярів орієнтованого мономолекулярного шару біфільних сполучень. Подальше збільшення концентрації гідрофобізатору може викликати додаткове ущільнення гідрофобної плівки на поверхні, а при перевищенні декотрих критичних концентрацій може відбутися переорієнтація верхнього шару біфільних молекул, що викликає втрату гідрофобних властивостей матеріалу. Це явище назване акад. Пашенко О. як процес «перемаслювання» [1].

Опромінення імпрегнованих зразків (рис. 4), вірогідно, викликає додаткове впорядкування молекул у плівці, наслідком чого є підвищення їх водовідштовхуючих властивостей.

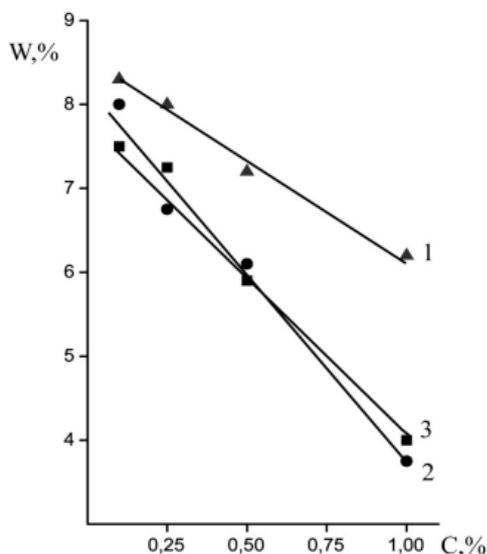


Рис. 4. Залежність водопоглинання (W) цементного каменю від концентрації ВСН (C) у просоченні та дози опромінення, кГр: 1 – 0; 2 – 10; 3 – 50

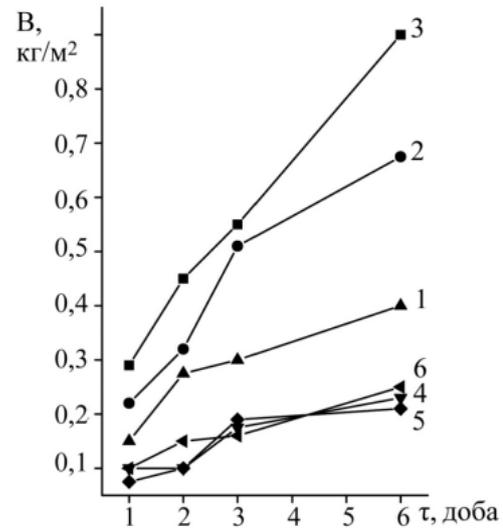


Рис. 5. Циклічне капілярне водопоглинання (V) опроміненних $D = 50$ кГр зразків цементного каменю просочених МСН (1–3) та ВСН (4–6), після першого водонасичення (1 і 4), другого водонасичення (2 і 5) та третього (3 і 6)

Цікава закономірність спостерігається при дослідженні циклічного капілярного водопоглинання імпрегнованих зразків (рис. 5), котре визначали за кількістю води, поглиненої одиницею поверхні зразка протягом певного часу, при зануренні основи цементного циліндра на 1 мм у воду.

Після кожного водонасичення і проміжного висушування зразки, що просочені розчином МСН (1–3) та опромінені $D = 50$ кГр суттєво збільшують свою масу. Даний факт може бути пояснений тим, що молекули МСН слабо закріплені на поверхні цементного каменю і розчиняються у капілярній волозі та піддаються хроматографічному вимиванню. Візуально це прослідковується по утворенню білого сольового нальоту у верхній частині зразків у площині, куди максимально досягає фронт рідини.

Це явище не характерне для зразків просочених розчином ВСН (рис. 5, залежність 4–6), що ще раз свідчить про протікання хімічної взаємодії у цементному камені під дією опромінення та пов'язане з закріпленням силікатів в об'ємі матеріалу.

Висновки

1. В результаті проведеної роботи здійснена оцінка впливу розчину вінілсилікату натрію на властивості цементного каменю в умовах поверхневого просочення, з наступним опроміненням прискореними електронами.
2. Встановлено, що ефективно зниження водопоглинання цементу забезпечується 0,1%-вим розчином ВСН при мінімальній дозі опромінення $D = 10$ кГр.
3. Підвищення міцнісних властивостей цементного каменю забезпечується застосуванням розчинів ВСН концентрацією 1...5 % та опроміненням дозою 25...50 кГр.

ЛІТЕРАТУРА

1. Пашенко А.А., Воронков М.Г., Михайленко Л.А., Круглицкая В.Я., Ласская Е.А. Гидрофобизация. – К.: Полиграфкнига, 1973. – 240 с.
2. Батраков В.Г. Повышение долговечности бетона добавками кремнийорганических полимеров. – М.: Госстрой, 1968. – 136 с.
3. Радиационная установка с ускорителем электронов ИЯИ НАН Украины / В.И. Сахно, И.В. Вишневикий, А.Г. Зелинский и др. // Атомная энергетика. – 2003. – Т.94. – № 2. – С. 163–166.
4. Ершова С.Г. Гидрофобная защита плотных цементных и керамических материалов растворимыми кремнийорганическими соединениями // Изв. вузов. Строительство. – 2004. – № 8. – С. 65–70.
5. Воронков М.Г., Милешкевич В.П., Южелевский Ю.А. Силоксановая связь / Под ред. М.Г. Воронкова. – Новосибирск: Наука, 1976. – 386 с.
6. Palsule A.S., Clarson S.J., Widenhouse C.W. Gamma irradiation of silicones/Inorg. Organomet. Polym. – 2008. – № 1. – P. 207–221.

ПРИМЕНЕНИЕ ЦЕМЕНТНОЙ ПЫЛИ В СУХИХ СМЕСЯХ ДЛЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ РАСТВОРОВ

Необходимые свойства строительных растворов на основе сухих смесей достигаются при введении в их состав минеральных и органических добавок, обеспечивающих требуемые свойства материала при рациональном использовании цемента. Как один из минеральных компонентов сухих смесей для кладочных растворов может представлять интерес пыль, образуемая во вращающихся печах при производстве цементного клинкера. Этот крупнотоннажный техногенный продукт в настоящее время, как правило, возвращается в сырьевую смесь для обжига клинкера. При этом в ряде случаев, особенно при повышенном содержании в пыли щелочных оксидов, возникают определенные технологические трудности. Пыль может быть использована и в других направлениях – для получения местных вяжущих материалов, силикатных изделий, как наполнитель асфальтовых бетонов и др. Основная масса пыли состоит из смеси обожженной глины и неразложившегося известняка. В пыли содержится некоторое количество (до 10–20%) клинкерных минералов и свободной извести, а также определенное количество (2–5% и более) щелочных соединений. Содержание в пыли свободной извести ($\text{CaO}_{\text{св}}$) и щелочей активно влияет на ее качество как минеральной добавки в композициях с цементом.

В связи с возможными колебаниями в пыли клинкерообжигательных вращающихся печей содержания щелочных оксидов и свободной извести выполнены специальные исследования по их влиянию на свойства растворов на основе композиционных вяжущих, включающих портландцемент, доменный шлак и пыль-унос. Для сравнения определялись также физико-механические свойства растворов на основе вяжущего, включающего лишь портландцемент и пыль. Вяжущие получали смешиванием в лабораторном лопастном смесителе всех компонентов. При этом шлак предварительно измельчали до удельной поверхности $S_{\text{уд}}=310\text{--}330\text{ м}^2/\text{кг}$ в лабораторной шаровой мельнице.

В состав вяжущих двух типов вводили суперпластификатор С-3 в количестве 1% по массе. Регулирование содержания щелочей и свободной извести достигали введением добавок сульфата калия и негашеной извести. Содержание пылешлакового наполнителя в вяжущем составляло 50% по массе (вяжущее №1). В вяжущем, содержащем в качестве минерального наполнителя лишь пыль-унос (вяжущее №2) количество последней варьировалось от 20 до 50%. Сухие растворные смеси получали добавлением к вяжущим трех частей песка с $M_k=1,3$ и дополнительным перемешиванием.

Опыты проводили в соответствии с планом полнофакторного эксперимента 2^3 [1]. Условия планирования экспериментов приведены в табл. 1. Растворные смеси получали из сухих смесей добавлением воды до обеспечения подвижности 8–10 см по погружению конуса.

В результате статистической обработки экспериментальных данных получены математические модели (табл. 2)

Таблица 1

Условия планирования эксперимента

Факторы		Уровни варьирования факторов	
Натуральный вид	Кодированный вид	-1	+1
R_2O^1 , %	x_1	2,5	5,5
$\text{CaO}_{\text{св}}^2$, %	x_2	2,8	5,8
Пыль, $(P_y)^3$, %	x_3	20	50
Пыль $(P_y)/$ Шлак $(Ш)^4$		0,3	1,2

Примечания: 1 – R_2O – содержание щелочных оксидов в составе вяжущего; 2 – содержание свободного оксида кальция в составе вяжущего; 3 – $\text{CaO}_{\text{св}}$ – содержание пыли в составе вяжущего №2; 4 – $P_y/Ш$ – соотношение пыли к шлаку в вяжущем №2.

прочности на сжатие и изгиб затвердевших растворов на основе исследуемых композиционных вяжущих в виде полиномиальных уравнений регрессии.

Влияние отдельных факторов на прочность растворов показано на рис. 1, 2.

Анализ зависимостей прочности, полученных расчетным способом из экспериментально-статистических моделей показывает, что степень и характер влияния содержания щелочных оксидов и свободной извести в вяжущих №1 и №2 существенно отличаются.

Увеличение содержания щелочей влияет как в зависимости от содержания CaO , так и количества пыли-унос в составе вяжущих. Для растворов, не содержащих доменный шлак, увеличение содержания щелочных оксидов в составе вяжущих снижает прочность. Содержание щелочных соединений в пыли оказывает существенно негативное влияние на прочность цементно-песчаных растворов, не содержащих или содержащих недостаточное количество доменного шлака. Для растворов на композиционном вяжущем №2 увеличение содержания в последнем R_2O от 2,5 до 5,5 % (рис. 1, 2) при содержании $\text{CaO}_{\text{св}}$ 3% в 7 сут. вызывает снижение прочности на сжатие на 10%, а в 28 сут. на 20%. Примерно такой же отрицательный эффект влияния на прочность имеет изменение в принятой области варьирования и содержания свободного оксида кальция (свободной извести) (рис. 1, 2). В 7-суточном возрасте при одновременном увеличении содержания в вяжущем №2 R_2O и $\text{CaO}_{\text{св}}$ их отрицательный эффект суммируется. Для образцов 28-суточного возраста отрицательное влияние щелочей в вяжущем при повышенном содержании свободной извести уменьшается (рис. 1, 2).

Таблица 2

Статистические модели прочностных свойств растворов на основе композиционных вяжущих

Прочность у возрасте	Статистические модели	
	7 сут.	28 сут.
Прочность на растяжение при изгибе	$y_1=5,56-0,037x_1+0,012x_2-0,587x_3+0,063x_4-0,288x_5+0,013x_6x_7$ $y_1=5,45-0,4x_1-0,575x_2-1,2x_3+0,075x_4-0,450x_5-0,325x_6x_7$	$y_2=8,08+0,075x_1-0,2x_2-0,65x_3-0,05x_4-0,375x_6x_7$ $y_2=6,31-0,412x_1-0,262x_2-0,862x_3+0,063x_4-0,488x_5-0,088x_6x_7$
	$y_3=13,74-1,612x_1+1,137x_2-2,562x_3-0,313x_4+0,938x_5-0,613x_6x_7$ $y_3=14,44-1,712x_1-1,187x_2-4,162x_3+0,713x_4-1,563x_5-0,388x_6x_7$	$y_4=20,15-1,75x_1+1,075x_2-2,15x_3-0,825x_4+1,15x_5x_6-1,575x_6x_7$ $y_4=18,23-1,9x_1-1,7x_2-4,7x_3+0,975x_4-1,275x_5+0,575x_6x_7$

Примечание: $y_1 - y_4$ – статистические модели прочностных свойств растворов на основе композиционного вяжущего №2; $y_1 - y_4$ – вяжущего №1.

Таблица 3

Влияние содержания R_2O и $\text{CaO}_{\text{св}}$ в пыли-унос на водопотребность растворных смесей

№ п.п.	Состав вяжущего, кг/т сухой смеси				Содержание R_2O и $\text{CaO}_{\text{св}}$, %		Подвижность, см	Водопотребность, л/м ³
	Ц	Ш	Пу	С-3	R_2O	$\text{CaO}_{\text{св}}$		
1					2,5	2,8	12	235
2					5,5	2,8	12	228
3					2,5	5,8	12	249
4					5,5	5,8	12	245
5	200	100	100	4	2,5	2,8	4	202
6					5,5	2,8	4	201
7					2,5	5,8	4	217
8					5,5	5,8	4	215
9					2,5	2,8	4	195
10	100	50	50	2	5,5	2,8	4	190
11					2,5	5,8	4	201
12					5,5	5,8	4	200

Примечание: Ц – расход портландцемента, кг/т.

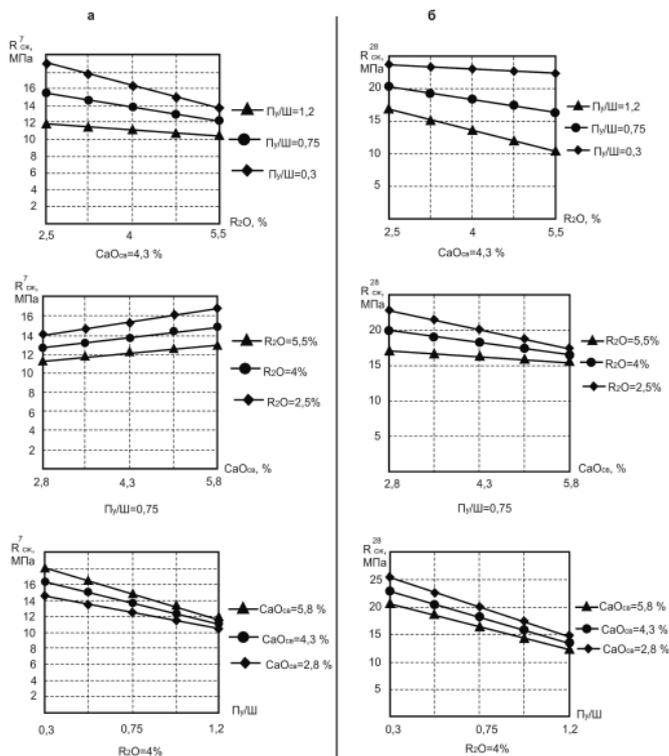


Рис. 1. Влияние факторов состава композиционного вяжущего №1 (табл. 1) на прочность растворов при сжатии в возрасте: а – 7 сут., б – 28 сут.

Наиболее значительное отрицательное влияние на прочность растворов оказывает увеличение в составе вяжущего содержания пыли. При увеличении содержания пыли-уноса с повышенным количеством щелочей до 50 % от массы вяжущего прочность растворов на сжатие уменьшается в 2,5 раза.

Отрицательное влияние щелочей при введении в вяжущее пыли-унос значительно ослабевает при наличии в нем доменного шлака (вяжущее №1), (рис.1, 2). С увеличением в композиционном шлакосодежащем вяжущем содержания свободной извести прочность растворов практически не изменилась (рис.1, 2), а при относительно невысоком содержании щелочей даже возросла. С увеличением пыле-шлакового отношения отмечается некоторое снижение прочности растворов, которое ослабевает при повышенном содержании щелочей. При максимальном пыле-шлаковом отношении с увеличением содержания в вяжущем щелочей и свободной извести снижения прочности растворов практически не наблюдается.

Выполненные исследования показывают, что в растворах на композиционном цементно-пылешлаковом вяжущем положительное влияние щелочей и свободной извести на прочность растворов связано с их активизирующим влиянием на шлаковую составляющую вяжущего. При этом существенное значение имеет выбор оптимального массового соотношения шлака и пыли с учетом химического состава последней.

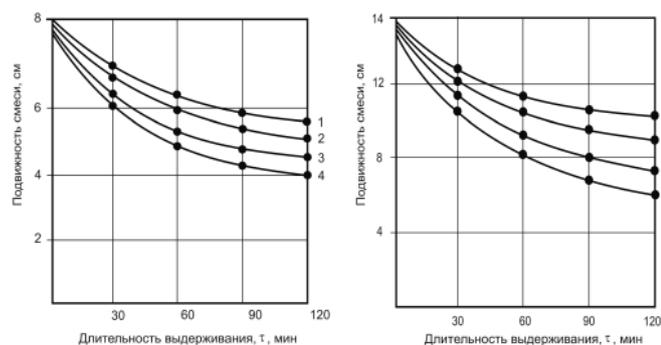


Рис. 3. Влияние длительности выдерживания на подвижность растворной смеси (состав сухой смеси: Ц=100 кг/т, Ш=100 кг/т, П_у=100 кг/т, Пк=700 кг/т; начало схватывания 2 ч. 15 мин.): 1 – R₂O=2,5%, CaO_{св}=5,8%; 2 – R₂O=2,5%, CaO_{св}=2,8%; 3 – R₂O=5,5%, CaO_{св}=2,8%; 4 – R₂O=5,5%, CaO_{св}=5,8%

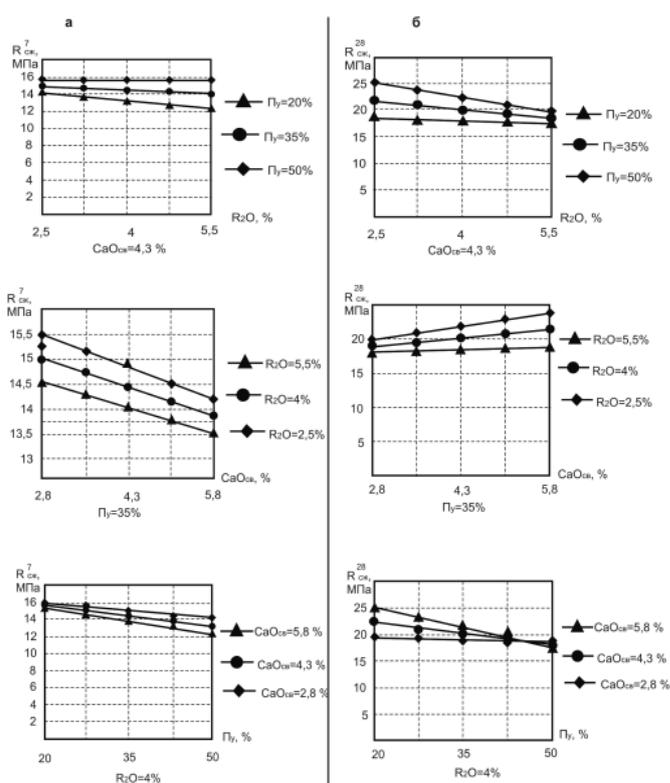


Рис. 2. Влияние факторов состава композиционного вяжущего №2 (табл. 1) на прочность растворов при сжатии в возрасте: а – 7 сут., б – 28 сут.

Для уточнения влияния содержания щелочей и свободной извести на водосодержание растворных смесей были проведены опыты на двух характерных составах сухих смесей, обеспечивающих наименьшую водопотребность (табл. 3) с подвижностью растворных смесей 4 и 12 см. Как свидетельствуют полученные данные (табл. 3) увеличение содержания R₂O в пыли с 2,5 до 5,5 % не изменило или несколько уменьшило расход воды, необходимый для достижения заданной подвижности. Увеличение содержания свободной извести в составе пыли, как и следовало ожидать, практически независимо от содержания R₂O вызвало заметное увеличение водопотребности растворных смесей.

Важными технологическими свойствами растворных смесей, предназначенных для кладочных работ, является достаточная водоудерживающая способность и как следствие, низкое водоотделение. Последнее, как известно, [2–4], обусловлено седиментационными процессами в свежеложенной растворной смеси.

Увеличение в составе вяжущих содержания щелочей, находящихся в пыли-унос в пределах 2,5–5,5%, практически не сказывается на водоудерживающей способности растворов, а свободной извести в пределах 2,8–5,8% способствует некоторому ее увеличению.

Время пригодности растворных смесей должно, очевидно, определяться временем, в течение которого начальная подвижность снижается до минимально допустимой для данной

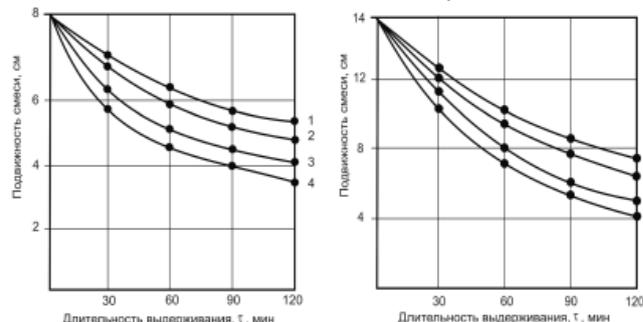


Рис. 4. Влияние длительности выдерживания на подвижность растворной смеси (состав сухой смеси: Ц=200 кг/т, Ш=100 кг/т, П_у=100 кг/т, Пк=600 кг/т; начало схватывания 1 ч. 30 мин.): 1 – R₂O=2,5%, CaO_{св}=5,8%; 2 – R₂O=2,5%, CaO_{св}=2,8%; 3 – R₂O=5,5%, CaO_{св}=2,8%; 4 – R₂O=5,5%, CaO_{св}=5,8%

марки. Как известно [2–4], изменение подвижности бетонных и растворных смесей обусловлено изменением их реологических свойств в зависимости от времени и температуры.

Наиболее плавно снижается подвижность растворных смесей во времени при минимальном содержании щелочных оксидов и повышенном содержании свободной извести (рис.3, 4).

Увеличение длительности начала схватывания цемента, а также уменьшение содержания вяжущего в растворной смеси расширяет диапазон возможного содержания щелочей в пыли.

УДК 666.97

Прилуцкая С.П., начальник лаборатории, ДП "Бетон-Киев" ТОВ "ТКС Бетон", г. Киев

ПРОБЛЕМА ВОДОУДЕЛЕНИЯ В БЕТОННЫХ СМЕСЯХ

Возросшие требования к строительно-техническим свойствам бетонных смесей обусловлены развитием новых строительных технологий, которые определяют актуальность повышенных требований к строительно-техническим свойствам цементов, устойчивости цементно-водных дисперсных систем. Данные по водоудерживающей способности цементных паст противоречивы и не дают четких представлений о природе водоуделения и механизме его регулирования. При значительном водоуделении на поверхности уложенной бетонной смеси выступает вода, слой которой зависит от водоуделения цемента, соотношения крупного заполнителя и растворной части смеси, количества и вида химических добавок и воды.

К сожалению, в Украине ни один нормативный документ о цементах не регламентирует их водоуделение, а ведь это одна из основных причин расслоения и водоуделения бетонных смесей, которые создают проблемы производителям и строителям.

Использование бетонных смесей с водоуделением более 0,8% для изготовления вертикальных монолитных конструкций приводят к тому, что происходит вытекание сквозь щели опалубки несвязанной воды вместе с частью цемента и химической добавки. В результате на поверхности изделий образуются раковины и оголенные участки щебня. Внешний вид изделия требует ремонта и дополнительных затрат. Также ухудшаются прочностные характеристики.

Вода, обуславливающая наружное водоуделение, при перемещении зерен заполнителя вниз, а воды — вверх, создает сеть сообщающихся капилляров у боковых поверхностей зерен, а также вызывает образование между слоями бетона прослоек с увеличенным содержанием воды, что ведет к ухудшению строительно-технических свойств изделий.

В связи с этим исследования, направленные на выявление механизма и причин этого нежелательного явления, и разработка способов снижения водоуделения цементов имеет важное значение и, следовательно, весьма актуальны. По данной тематике была проведена работа Нормантовичем А.С. Целью работы являлось изучение процессов гидратации цементов в начальный период контакта вяжущего с водой затворения и разработка научно-технических основ регулирования седиментационной устойчивости цементно-водных дисперсных систем.

Комплексом физико-химических методов исследования уточнен механизм формирования гидратных фаз цементов с различным водоуделением.

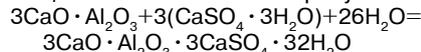
Пониженное водоуделение наблюдается при наличии в цементе полуводного гипса, когда преобладает "сквозь растворный" механизм формирования этtringита-

ЛИТЕРАТУРА

1. Рекомендации по применению методов математического планирования эксперимента в технологии бетона. – М.: НИИЖБ, 1982. – 103 с.
2. Дворкин Л.И., Дворкин О.Л. Основы бетоноведения. – С.Пб.: Стройбетон, 2006. – 692 с.
3. Дворкин, Л.И. Дворкин О.Л. Строительные минеральные вяжущие материалы. – М.: Инфра-Инженерия, 2011. – 544 с.
4. Бутт Ю.М., Окорочков С.Д., Сычев М.М., Тимашев В.В. Технология вяжущих веществ. М.: Высш. шк., 1965. – 619 с.

та, который представлен в виде длинных игл, сформировавшихся после 8–10 минут взаимодействия с водой по всему объему. Процесс сопровождается увеличением среднего размера цементных частиц в первый момент взаимодействия, с понижением удельной поверхности, что указывает на образование гидратных пленок. Последующее их отделение сопровождается увеличением удельной поверхности частиц цемента. Пониженная экзотермия в начальный момент взаимодействия цемента с водой обусловлена формированием гидроалюминатных пленок, вследствие более медленного насыщения воды затворения ионами B_{042} \ Концентрация 8042 ", при наличии полугидрата гипса в цементной системе, в первые 3–15 минут гидратации в 1,5 раза ниже, чем при использовании двухводного сульфата кальция.

Повышенное водоуделение цемента вызвано наличием двухводного гипса. В момент затворения вследствие более высокой растворимости двухводного гипса по сравнению с трехкальциевым алюминатом, на поверхности гидратирующихся кристаллов C_3A , образуется пленка субмикроструктурного этtringита. Когда этtringит образуется в свежеприготовленной бетонной смеси, а его распределение является относительно гомогенным, он не является причиной разрушения бетона. Такой тип этtringита, согласно международной классификации, называется первичным. Примером образования первичного этtringита является реакция двухводного гипса с трехкальциевым алюминатом в присутствии воды:



В процессе этой реакции этtringит адсорбируется на поверхности цементных зерен, препятствуя проникновению к ним воды и адгезии цементного геля и выступая, таким образом, в качестве регулятора сроков схватывания.

Вследствие этого замедляется дальнейшая гидратация, снижается заряд поверхности гидратирующихся частиц, что обуславливает коагуляцию цементной системы и является основной причиной повышенного водоуделения. Формирование пленок сопровождается понижением удельной поверхности частиц и увеличением их размера. Уменьшение содержания гипса с 5 до 1,5 % приводит к существенному снижению водоуделения с 36 до 17%. При отсутствии гипса водоуделение равно нулю и происходит мгновенное схватывание

Во-первых, скорость образования этtringита находится в прямой зависимости от основности алюминатов. Так, полное связывание гипса при гидратации C_3A и $C_{12}A_7$, наблюдается уже через 1 сутки, при взаимодействии с CA – через 3 суток, а с CA_2 – через 28 суток твердения в воде. При этом скорость реакции предопределяет габитус кристаллов этtringита: тонкие волокна образуются при быстром протекании реакции, а при медленном – возникают крупные широкие призмы. Выбор глиноземистого цемента в качестве одного из компонентов системы обусловлен наличием в нем алюмосиликатов кальция и быстрым набором прочности уже в суточном возрасте.

Во-вторых, образование этtringита допустимо только на этапе, когда еще не сформировалась структура бетона. Поэтому необходимо задействовать как можно большее количество фосфогипса, участвующего в образовании гидросульфалюминатов кальция именно в начальный период твердения.



В-третьих, для вступления в реакцию максимально возможного количества фосфогипса необходимо, чтобы в твердеющей композиции было достаточное количество C_3AH_6 . Однако, гидратируясь, глиноземистый цемент образует C_3AH_6 в незначительном количестве. Этот недостаток можно устранить, увеличив температуру твердения или повысить щелочность среды в твердеющей композиции, изменив, таким образом, состав продуктов гидратации глиноземистого цемента. Так как исследование проводилось с целью создания малоэнергоемкой технологии, температурный фактор, как приоритетный, не рассматривался.

Ввод извести позволяет повысить щелочность среды и создает наилучшие условия для кристаллизации этtringита. Кроме того, СаО нейтрализует примеси кислот в фосфогипсе, переводя их в безвредные, труднорастворимые соли, что подтверждается соответствующими экологическими сертификатами.

В-четвертых, для прекращения образования этtringита в более поздние сроки твердения, необходимо уменьшить рН-среды, что достигается вводом в композицию активной минеральной добавки. Кроме того, кристаллизация гидросиликатов кальция приводит к значительному приросту прочности и повышению водостойкости материала.

Таким образом, рабочая гипотеза о вступлении фосфогипса в химические реакции с продуктами гидратации глиноземистого цемента с образованием этtringита только в начальный момент процесса формирования структуры материала полностью подтверждается.

Бетон, изготовленный без тепловой обработки из композиционного вяжущего, имеет прочность на сжатие 5 МПа через 3 суток твердения в нормальных условиях и 10 МПа через 28 суток твердения. Управляя технологическими факторами, оказывающими влияние на процессы гидратации в системе и синтез новообразований, можно проектировать микро- и макроструктуру материала, прогнозировать дальнейшие его свойства.

Для достижения двойного экономического и экологического эффекта изучалась возможность использования в качестве активной минеральной добавки отходов других отраслей промышленности, содержащих в своем составе аморфный кремнезем (микрокремнезем – отход металлургической промышленности, кремнегель – отход от производства фтористо-водородной кислоты, кек – отход силикатной промышленности). Результаты исследований подтверждают данную возможность.

Водоотделение цементов с более высокими температурами выше. Так водоотделение цемента при температуре цемента +56°C составляет 32%, а при остывании до +26°C – снижается до 22%. Образцы бетонных смесей с низким водоотделением цемента имеют в 3-суточном возрасте прочность на 20% выше, чем образцы бетонных смесей с высоким водоотделением. В 28-суточном возрасте разность в прочностных показателях нивелируется.

Повышению растворимости трехкальциевого алюмината способствует резкое охлаждение клинкера, вследствие кристаллизации большего количества гидравлически активного алюмината, что изменяет морфологию формирования гидро-сульфоалюмината кальция и снижает водоотделение цемента. На цементных заводах Украины этого не делают. Потребители получают цемент, имеющий температуру в летнее время до +70°C.

Один из способов по уменьшению водоотделения бетонных смесей – применение пластифицирующих добавок. Вместе с тем в последнее время участились случаи ненормально быстрой потери подвижности бетонной смеси при использовании пластифицирующих добавок, особенно технических лигносульфонатов, в первые 30–40 минут после приготовления, а за ним следует длительный индукционный период без набора прочности, что является нежелательным. Причиной является воздействие компонентов добавки на скорость гидратации клинкерных минералов, прежде всего, на трехкальциевый алюминат. На ранней стадии ускоряется образование этtringита, что и приводит к потере удобоукладываемости. После образования этtringита, он адсорбирует компоненты добавки и соответственно тормозит гидратацию трехкальциевого алюмината вследствие замедления превращения этtringита в моносульфоалюминат кальция. В дополнение к этому концентрация компонентов добавки остается на таком уровне, что одновременно тормозится гидратация трехкальциевого силиката. Воздействие этих факторов и приводит к увеличению длительности индукционного периода.

Было отмечено, что пластификаторы на основе технических лигносульфонатов и нафталинсульфонатов уменьшают водоотделение до температуры окружающей среды +20°C, при более высоких температурах происходит обратный процесс, т.е. увеличение водоотделения бетонных смесей. Если заполнитель в бетонной смеси без пластификатора находится во взвешенном состоянии и не передвигается, то с пластификатором, за счет разжижения системы он движется в разных направлениях. Увеличение водоотделения бетонных смесей связано с тем, что повышается подвижность заполнителя в системе с добавкой и уменьшается вязкость самой системы. Тяжелые частицы осаждаются, выталкивая на поверхность воду, не вступившую в реакцию с цементом. Также исследовались системы с поликарбосилатами и полиакрилатами, которые не изменяют или очень незначительно меняют водоотделение бетонных смесей, вызванное цементом.

При испытаниях установлено, что лежалые цементы имеют водоотделение ниже, чем свежемолотые. Испытывался Ивано-Франковский цемент ПЦІ-500Н на водоотделение с температурой +55°C сразу после поступления на завод-производитель бетонной смеси и через неделю. Водоотделение цемента, полученного, составило 27%, а через неделю этот же цемент при температуре +25°C имел водоотделение 22%.

Одним из примеров уменьшения таких явлений является применение пластификатора для бетона Центрамент НЗ от компании МЦ Баухеми. Было доказано, что при добавлении пластификатора в количестве 0,6% водоотделение цемента снижалось на 9% от контрольного и способствовало минимальному водоотделению бетонной смеси в пределах 0,5–0,6%.

Еще один способ борьбы с водоотделением – применение минеральных добавок таких как микрокремнезем. Были проведены опыты на бетонной смеси класса В30П4. В бетонную смесь, отобранную в бетоносмесителе, была введена минеральная добавка микрокремнезем Centrilit Fume SX в количестве 4% от веса цемента. До введения микрокремнезема водоотделение бетонной смеси составляло 3%, при допустимом 0,8%. После тщательного перемешивания бетонной смеси с микрокремнеземом и выдерживании в течение 2 часов водоотделение смеси составило 0,5%. Были опробованы минеральные добавки зола и известняковая мука. В лаборатории изготовлены бетонные смеси с добавлением золы в количестве от 0,5% до 10% от веса цемента. Результаты получились неутешительные. Чем больше золы, тем больше водоотделение бетонной смеси. С добавлением известняковой муки водоотделение бетонной смеси не менялось.

Также некоторые стабилизаторы помогают решить эту проблему. Стоит отметить стабилизаторы фирмы МЦ Баухеми Centrament Stabi M15 и Centrament Stabi 520. Для проверки эффективности этих стабилизаторов было отобрано две пробы бетонной смеси (по 3 кг), водоотделение которой по прошествии двух часов составляло 4% (при водоотделении цемента 32%). После добавления Центрамент Штаби 15 в количестве 0,5% от массы цемента и перемешивания водоотделение полностью исчезло. Centrament Stabi 520, был добавлен в количестве 1% от веса цемента ко второй пробе этой же бетонной смеси. После перемешивания бетонная смесь имела водоотделение 1,7%.

Однако применение этих стабилизаторов и микрокремнезема в поточном производстве бетонных смесей украинскими производителями приводит к удорожанию продукции. Поэтому прежде всего для производства бетонных смесей монолитного строительства необходимо применять цементы с водоотделением до 20% не более. Необходимо создание в Украине нормативных документов регламентирующих водоотделение цемента. Иначе почему водоотделение бетонной смеси регламентируется при том, что цемент его может иметь неограниченно?

ЛИТЕРАТУРА

1. Ю.А. Новикс. Как приготовить раствор и бетон. – М. – Стройиздат, 1994 г. – 74 с.
2. ДСТУ Б.В.2.7-96-2000 “Будівельні матеріали. Суміші бетонні. Технічні умови”.
3. ДСТУ Б.В.2.7-43-96 “Бетони важкі. Технічні умови”.
4. Коновалов В.М., Нормантович А.С. Седиментационная устойчивость цементно-водных дисперсных систем. – Цемент и его применение. – 2005. – №5. – С. 58.
5. Бутт Ю.М., Сычев М.М., Тимашев В.В. Химическая технология вяжущих материалов. – М. – Высшая школа, 1980 г. – 472 с.

ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЖИТЛОВОГО БУДІВНИЦТВА ДРІБНОШТУЧНИМИ СТІНОВИМИ ВИРОБАМИ

Для забезпечення населення житлом на рівні країн Європейського Союзу та досягнення запланованих темпів житлового будівництва Росії та Білорусії в Україні щорічно має бути збудовано приблизно 46 млн.кв.м житла /1/. Чи достатньо сьогодні вітчизняних потужностей виробництва дрібноштучних стінових виробів для задоволення потреб будівництва?

За проектами індивідуальних житлових будинків /2/ для зовнішніх і внутрішніх стін передбачено використання виробів з ніздрюватого бетону. При марці бетону за середньою густиною D400 та теплопровідності в умовах експлуатації Б 0,13 Вт/(м·К) /3/ одношарова зовнішня стіна товщиною 45 см забезпечує термічний опір 3,46 м²·К/Вт, що відповідає підвищеному з 2013 року нормованому значенню термічного опору зовнішньої стіни (3,3 м²·К/Вт для І-ої температурної зони) В табл. 1 наведено розрахунок витрат виробів з ніздрюватого бетону при товщині зовнішніх стін 45 см і внутрішніх стін 10 см.

Таблиця 1

Витрати виробів з ніздрюватого бетону

Загальна площа, кв.м	Площа, кв.м		Витрати ніздрюватого бетону, куб.м, для зведення		Питомі витрати ніздрюватого бетону, куб.м/кв.м загальної площі
	зовнішніх стін	внутрішніх стін	зовнішніх стін	внутрішніх стін	
103,0	163,1	101,9	73,4	10,2	0,81
178,2	170,5	179,6	76,7	18,0	0,53
305,1	180,9	217,5	81,4	21,8	0,34

Середні питомі витрати виробів з ніздрюватого бетону за цими проектами становлять 0,56 куб.м на 1 кв.м загальної площі.

Інститутом «ГІПРОЦИВІЛЬПРОМБУД» розроблено проект 17–19-поверхового каркасно-монолітного житлового будинку загальною площею квартир 8356 кв.м. Для зовнішніх стін використано 1513 куб.м блоків з ніздрюватого бетону марки за густиною D400 (30 см) з облицюванням лицьовою керамічною цеглою. За цим проектом з урахуванням підвищених вимог щодо теплоопору стіни витрати блоків становлять 0,24 куб.м на 1 кв.м житлової площі.

З урахуванням того, що в останні роки в Україні обсяги введення індивідуального і багатоквартирного житла становлять приблизно 1:1, загальні питомі витрати ніздрюватого бетону на зведення житла за наведеними вище проектами становлять 0,40 куб.м на 1 кв.м житлової площі.

Сьогодні підприємства з виробництва ніздрюватобетонних виробів автоклавного тверднення спроможні випускати близько 3,5 млн.куб.м стінових виробів /4/, що достатньо для будівництва 8,75 млн.кв.м житла.

В Росії працює 60 заводів загальною потужністю близько 10 млн.куб.м ніздрюватобетонних виробів. Не дивлячись на це, потенціал зростання споживання автоклавного ніздрюватого бетону залишається дуже високим. Для задоволення зростаючого попиту будуються і готуються до запуску ще 17 заводів, після чого сумарна річна потужність виробництва до 2015 р. становитиме близько 14 млн.куб.м виробів /5/ або 100 куб.м на 1000 мешканців.

«Основними напрямками розвитку матеріально-технічної бази будівництва Республіки Білорусь на 1996–2015 рр.» ніздрюватобетонні вироби визначено головним стіновим матеріалом. В останні роки на 1000 жителів щорічно підприємства Білорусії виготовляють близько 300 куб.м виробів з ніздрюватого бетону автоклавного тверднення, а в країнах Західної Європи цей показник досягає 180–200 куб.м /6/.

Для забезпечення сталого розвитку житлового будівництва вітчизняна промисловість будівельних матеріалів має випускати не менше 150 куб.м ніздрюватобетонних виробів на 1000 жителів, тобто потужності з виробництва таких виробів необхідно збільшити вдвічі. Це дозволить майже 40% житла зводити з найефективнішого на сьогоднішній день стінового матеріалу – ніздрюватого бетону автоклавного тверднення.

Таблиця 2

Розрахунок питомих витрат цегли

Характеристика будинку	Витрати на будинок, тис. шт.	Питомі витрати на 100 м ² житлової площі, тис.шт.
Цегла керамічна		
14-поверховий будинок загальною площею квартир 6785,64 м ²	1475,4	21,74
9-поверховий будинок загальною площею квартир 6174,0 м ²	109,55	1,77
18-поверховий будинок загальною площею квартир 6985 м ²	1550,80	22,20
17–19-поверховий будинок загальною площею квартир 8356 м ²	778,87	9,32
2-поверховий 4-кімнатний будинок загальною площею квартир 121,72 м ²	32,945	2,71
2-поверховий 4-кімнатний будинок загальною площею квартир 255,38 м ²	61,60	24,12
3-поверховий будинок на 10 блок-квартир загальною площею квартир 2643,62 м ²	58,54	2,21
Цегла силікатна		
14-поверховий будинок загальною площею квартир 6785,64 м ²	984,5	14,51
9-поверховий будинок загальною площею квартир 6174,0 м ²	1440,0	23,32
3-поверховий будинок на 10 блок-квартир загальною площею квартир 2643,62 м ²	558, 2	21,11

Для розрахунку питомих витрат цегли прийнято витрати на зведення житлових будинків, проекти яких розроблено Українським державним науково-дослідним проектним інститутом цивільного сільського будівництва та інститутом «ГІПРОЦИВІЛЬПРОМБУД» (табл. 2).

Середні питомі витрати керамічної та силікатної цегли для зведення багатоповерхівок та малоповерхових житлових будинків становлять 15,36 і 12,56 тис. штук умовної цегли на 100 м² житлової площі відповідно або 13,96 тис. шт. на кожні 100 м² зведеної житлової площі.

В 2011 р. вироблено 1022,4 млн штук керамічної цегли в перерахунку на умовну цеглу /7/. За даними ТОВ «Українські будівельні матеріали та вироби», яке об'єднує 20 підприємств з виробництва керамічної цегли, наявні потужності цих підприємств в 2011 р. були завантажені на 44,5%, що фактично відображає стан всієї галузі. З огляду на обсяг випуску цегли та ефективність використання технологічного обладнання вітчизняні потужності з виробництва керамічної цегли становлять приблизно 2,3 млрд шт. умовної цегли.

В 1987 р. підприємства з виробництва силікатної цегли України випустили 3045,5 млн шт. умовної цегли, в т.ч. значну долю виготовлено на підприємствах Мінбудматеріалів – 2388,2 млн шт. ум.цегли /8/. За останні роки на підприємств

твах колишнього Мінбудматеріалів (Булдинське ЗУБМ, Краснолиманський, Криворізький, Кульчинський, Миколаївський, Рубіжанський, Славутський, Чернігівський заводи) з експлуатації виведено потужності на 996,58 млн шт. ум. цегли, що становить 41,7%. При пропорційному зменшенні потужностей на підприємствах іншої підпорядкованості наявна потужність галузі з виробництва силікатної цегли становить не більше 1775 млн шт. ум. цегли.

Існуючих потужностей з виробництва керамічної та силікатної цегли достатньо для зведення за наведеними проектами 29,2 млн кв. м житла.

Таким чином, наявні підприємства з виробництва цегли можуть забезпечити понад 60% будівництва житла. Потужностей вітчизняних підприємств з виробництва ніздрюватобетонних виробів достатньо для зведення 19% житла. Для досягнення рівня країн Західної Європи з випуску виробів з ніздрюватого бетону необхідно створення нових підприємств з нарощуванням загальної потужності вдвічі.

УДК 666.973

Филатов А.Н., канд. техн. наук, НИИСМИ, г. Киев

ЯЧЕЙСТЫЙ БЕТОН И ВОДА

Ячеистый бетон – эффективный строительный материал с пористой структурой. Технологическими приемами пористость ячеистого бетона можно изменять в достаточных широких пределах – от 45–50% до 92–95%, что позволяет получать материал средней плотностью от 900–1000 кг/куб.м до 150–200 кг/куб.м и производить из него широкую номенклатуру строительных изделий различного функционального назначения. Пористая структура ячеистого бетона образована макро- и микропорами, которые характеризуются различной природой происхождения, широким диапазоном размеров пор и их содержания в материале. Макропоры в ячеистом бетоне образуются газовыми и воздушными пузырьками (газовая, пенная поризация сырьевой смеси, воздуховлечение), а микропоры (капиллярные, гелевые) – водой или ее парами на стадиях приготовления смеси и формования массивов, а также в период доавтоклавной выдержки и автоклавной обработки. С одной стороны, вода является средой, в которой формируется пористая структура бетона, а с другой, – вода непосредственно выполняет роль порообразующего компонента в смеси и сырце. Содержание макро- и микропор в структуре бетона, соотношение их объемов, распределение пор по размерам оказывают существенное влияние на эксплуатационные показатели бетона – сорбционную влажность, паропроницаемость, капиллярный подсос, водопоглощение, коэффициент размягчения, морозостойкость и теплопроводность. Значение этих показателей, в свою очередь, существенно влияет на уровень комфортности помещений.

Практика показывает, что вода является важным составным компонентом ячеистобетонной смеси, она на разных этапах производства создает среду, в которой протекают технологические процессы, и участвует в них сама. Роль и действие воды в технологическом процессе положительные при ее оптимальном содержании, а при избытке или недостатке воды технологические параметры значительно ухудшаются, что может приводить к полному нарушению технологического процесса. В производстве ячеистобетонных изделий вода используется для выполнения механических операций, участвует в химических, физико-химических и теплотехнических процессах, а также непосредственно вступает в химические реакции с компонентами смеси. С применением воды выполняются следующие технологические операции:

- мокрый помол песка;
- приготовление суспензии пудры алюминиевой;
- приготовление растворов пенообразователей и химических добавок;
- приготовление ячеистобетонной смеси;
- автоклавная обработка изделий.

ЛІТЕРАТУРА

1. Червяков Ю.М. / Нарощування обсягів житлового будівництва – нагальна потреба сьогодення // Строительные материалы и изделия. – 2012. – №5. – С. 2–4.
2. Murator, 2012, №1.
3. ДБН В 2.6-31:2006 Конструкції будинків і споруд. Теплова ізоляція будівель.
4. Червяков Ю.М. / Участь НДІБМВ у впровадженні розробок та інноваційних технологій у виробництво для імпортозаміщення будівельних матеріалів // Строительные материалы и изделия. – 2012. – №1. – С. 6–7.
5. Огромный потенциал российского рынка //Будівельний журнал – 2012 - №1-2. –С.17.
6. Сажнев Н.П., Сажнев Н.Н., Сажнева Н.Н., Голубев Н.М. / Производство ячеистобетонных изделий. – 2010. – Минск – Стринко.
7. minregion.gov.ua Інформація щодо загальних підсумків діяльності будівельної галузі за 2011 рік (станом на 01.02.2012)
8. Техничко-экономические показатели работы предприятий по производству силикатного кирпича за 1987 год. 1989 – Таллинн – НИПСИ силикатобетон.

Мокрый помол песка

В технологии ячеистого бетона помол кремнеземистого компонента (преимущественно природного песка) производится в мельницах мокрого помола. Продукт помола песка с водой – песчаный шлам – характеризуется плотностью, текучестью, однородностью, содержанием воды и песка, дисперсностью песка. Технологические показатели шлама определяются воздействием воды, вода транспортирует зерна песка внутри мельницы, обеспечивает текучесть песчаной суспензии, ее выход самотеком из мельницы. Физико-механическая роль воды при диспергировании песка заключается в смачивании поверхности зерен песка, снижении их механической прочности, улучшении условий раскалывания, истирания, а также предупреждения агрегирования частиц в период транспортировки и хранения шлама. За счет воздействия воды энергос затраты на мокрый помол песка на 20–25% ниже, чем на сухой помол /1, 2, 3/. Эффективность мокрого помола песка значительно повышается при растворении в воде поверхностно-активных веществ в количестве 0,01–0,05%. Добавки ПАВ в 1,5–2,5 раза снижают поверхностное натяжение воды, и, таким образом, увеличивается ее действие на зерна песка как «понижителя» прочности. Соответственно повышается дисперсность песка, его седиментационная устойчивость в шламе, а также возрастает степень поверхностной аморфизации кремнезема, что повышает его химическую активность в период автоклавной обработки.

Оптимальное содержание воды в шламе определяется такими технологическими характеристиками, как текучесть, вязкость, устойчивость при хранении. Эти показатели обеспечивают выполнение транспортных операций пневмо- или центробежными насосами, хранение в шлам-бассейнах и точное дозирование. При избыточном содержании воды возрастает скорость прохождения песка через мельницу, снижается его дисперсность и седиментационная устойчивость (расслоение при хранении). При недостатке воды замедляется прохождение песка через мельницу, ухудшаются условия его транспортировки по трубопроводам, особенно в случае использования пневмотранспорта. С учетом влияния воды на свойства шлама, вида используемого оборудования технологические инструкции /4, 5/ рекомендуют использовать в производстве песчаный шлам плотностью от 1,6 до 1,8 кг/л. При использовании виброперемешивания и виброформования следует применять шлам плотностью не менее 1,68 кг/л, так как при пониженной плотности шлама количество воды, вводимое со шламом в сырьевую смесь, оказывается избыточным с учетом расчетного значения водотвердого соотношения (В/Т). Следует отметить, что при использовании шлама повышенной плотности увеличивается количество добавочной воды, дозируемой на один замес. Это позволяет более гибко регулировать текучесть и

начальную температуру ячеистобетонной смеси путем корректировки объема и температуры добавочной воды. Постоянство рассмотренных технологических показателей шлама создает условия для более точного дозирования воды и сухих компонентов, что обуславливает получение ячеистобетонной смеси с постоянными технологическими характеристиками и бетона заданной плотности.

Приготовление суспензии алюминиевой пудры

Газообразователь – пудра алюминиевая вводится в сырьевую смесь в виде водной суспензии определенной концентрации. Алюминиевая суспензия – продукт совместного перемешивания воды, ПАВ и пудры алюминиевой или пасты на ее основе. В процессе перемешивания пудра «отмывается» от парафина, покрывающего тонким слоем частицы алюминия, поверхность частиц смачивается водой, они становятся реакционно-активными и могут реагировать со щелочными компонентами смеси. Полученную суспензию необходимо перемешивать, так как при хранении она расслаивается, частицы алюминия выпадают в осадок. Вода в суспензии выполняет роль нейтральной среды, в которой равномерно распределены частицы алюминия, она предохраняет частицы от окисления кислородом воздуха. Это создает условия для непродолжительного хранения приготовленной суспензии и подает ее по трубопроводу на узел дозирования. Рекомендуемое минимальное соотношение пудры и воды – 1:10, при увеличении соотношения до 1:15, 1:20 1:25, 1:30 повышается точность дозирования алюминия на одну формовку и однородность распределения частиц алюминия в смеси без увеличения продолжительности перемешивания.

Условия приготовления суспензии и ее хранения предъявляют повышенные требования к воде. Она должна быть достаточно чистой, иметь нейтральную среду (рН 7) и содержать минимум растворимых солей, которые могут вступать в химические реакции с алюминием. Даже минимальное присутствие таких компонентов в воде сопровождается понижением активности суспензии и увеличением ее расхода при формовании массивов. В большей мере этим требованиям отвечает питьевая вода.

Приготовление ячеистобетонной смеси

Ячеистобетонная смесь – сложная многокомпонентная суспензия, включающая частицы песка, известки, цемента, алюминия. Вода в смеси выполняет несколько функций. Первая – механическая: вода является средой, в которой при перемешивании твердые компоненты равномерно распределяются по всему объему. Вторая роль воды – химическая: в процессе перемешивания компонентов смеси и формования массивов вода участвует в нескольких химических реакциях. Она интенсивно реагирует с известью (CaO), происходит ее гашение с образованием Ca(OH)₂ и выделением теплоты. За счет гашения известки в смеси создается щелочная среда (рН более 10), повышается ее температура. Известь и вода вступают в реакцию с алюминием, в результате которой образуются мельчайшие пузырьки водорода. Вода в пленочном состоянии совместно с коллоидными новообразованиями создает в смеси газонепроницаемые оболочки, которые удерживают пузырьки газа в смеси и препятствуют их слиянию. В процессе дальнейшей гидратации цемента и известки вода с внутренней поверхности пор впитывается межпоровым материалом, происходит постепенное схватывание смеси. Пластичные межпоровые перегородки становятся газо- и паропроницаемыми, водород и пары воды постепенно удаляются из массива в атмосферу. При выходе из сырца водород и пары воды образуют в межпоровых перегородках капиллярные поры. При дальнейшей гидратации известки и цемента постепенно повышается температура смеси до 50–80°С, вода при этом испаряется, а образующийся пар заполняет поры. Избыток пара через межпоровые перегородки уходит в атмосферу, образуя в них микроканалы. В период последующей резки и выдержки массива температура сырца постепенно снижается, процесс парообразования в сырце замедляется, пар конденсируется на внутренней поверхности пор. Происходит дальнейшая гидратация цемента, уплотнение межпоровых перегородок, часть капиллярных каналов при этом заполняется продуктами гидратации известки и цемента, они «залечиваются».

При последующей выдержке разрезанных массивов вода продолжает медленно испаряться с поверхностных слоев массива, сырец «подсыхает», что может сопровождаться деструктивными процессами. После автоклавной обработки в таких случаях наблюдается снижение прочности или незначительное шелушение поверхностного слоя изделий.

Содержание технологической воды в ячеистобетонной смеси характеризуется водотвердым соотношением (В/Т). Вода при оптимальном дозировании обеспечивает согласованное протекание процессов поризации, вспучивания, схватывания и начального твердения смеси. Водосодержание смеси регулируется в достаточно широких пределах в зависимости от свойств сырьевых материалов, используемого формовочно-резательного оборудования, средней плотности бетона и может составлять от 0,38–0,42 до 0,6–0,75.

Избыточное содержание воды в смеси отрицательно влияет на ее технологические параметры, а также на эксплуатационные свойства бетона. Учитывая негативное влияние избытка воды в смеси, в разные периоды развития производства ячеистого бетона предложены некоторые технологические приемы по приготовлению ячеистобетонной смеси с пониженным расходом воды затворения. К таким приемам можно отнести ввод в сырьевую смесь пластифицирующих, воздухововлекающих и пенообразующих добавок /1, 3, 4, 5, 6, 7/, а также механическое воздействие на смесь применением вибросмешивания и виброформования смеси. Вибровоздействия на смесь на стадии приготовления и вспучивания позволяют использовать сырьевые смеси с В/Т от 0,32–0,38 (виброформование) до 0,42–0,48 (ударное формование) /1, 2, 3, 4, 5/. Вибровоздействия согласуются с применением водорастворимых добавок ПАВ, что дает возможность оптимизировать температурно-влажностные и реологические характеристики ячеистобетонной смеси.

Влияние температурно-влажностных условий и добавок на процесс формирования пористой структуры ячеистого бетона подробно изложены в работе /1/, где на модели «технологические параметры – макропоры» показаны зоны получения оптимальной структуры бетона и структуры бетона с дефектами разного характера.

Оптимальное значение В/Т для каждой средней плотности бетона устанавливается экспериментальным путем с учетом свойств сырьевых материалов и применяемого способа формования. Как избыток, так и недостаток воды в сырьевой смеси приводит к нарушению процессов формирования структуры и сопровождается образованием дефектов в бетоне и снижением его качества. Характер участия технологической воды в процессах структурообразования на стадии приготовления смеси и формования массивов в определенной мере прогнозирует будущий характер взаимодействия бетона с водой в период его эксплуатации в зданиях.

Учитывая существенное влияние воды на технологические параметры сырьевой смеси и свойства ячеистого бетона, к ней предъявляются определенные требования. Качество воды нормируется ГОСТ 23732-79 «Вода для бетонов и растворов», основные технические показатели: допустимое содержание растворимых солей – 5000 мг/л; органических примесей – 10 мг/л; отсутствие пленок жиров, масел, нефтепродуктов; водородный показатель (рН) – от 4 до 12,5.

Зачастую технологическая вода непригодна для приготовления суспензии алюминиевой пудры, растворов пенообразователей и добавок. Тогда для этих целей следует использовать питьевую воду (ДСан ПиН 2.2.4-171-10) или техническую воду, прошедшую соответствующую очистку.

При оценке качества воды, кроме ее технологических показателей, следует учитывать наличие химических компонентов, которые могут вызывать коррозию оборудования (мельниц, насосов, трубопроводов, автоклавов). Поэтому необходимо проводить периодический технологический контроль ее качества, чтобы предупредить отрицательное влияние на технологические процессы и оборудование. Вопросы технологического водоснабжения на предприятиях ячеистого бетона и возможности повторного использования автоклавного конденсата изложены в работе проектного института «Южгипростром» /8/.

Относительно применения в технологии отходящего из автоклавов конденсата необходимо отметить следующее. С массивами, образованными известью, цементом, песком и технологической водой, в автоклав поступают и примеси,

содержащиеся в небольшом количестве в каждом сырьевом компоненте и воде. Растворимые компоненты из сырца поступают в конденсат, что собирается на днище автоклава. В начальный период автоклавной обработки содержание растворимых примесей будет выше, а по мере протекания в сырце химических реакций и образования малорастворимых гидросиликатов содержание примесей в конденсате станет снижаться. Эти компоненты являются составной частью ячеистобетонной смеси и при их повторном введении в смесь с конденсатом не могут отрицательно влиять на свойства смеси. Кроме того, расход воды затворения на метр кубический смеси составляет 200–350 кг в зависимости от плотности бетона и значения В/Т, а автоклавный конденсат может заменять 20–30% технологической воды, что также уменьшает содержание в смеси «вредных» компонентов. Но при этом следует учитывать, что рН конденсата составляет 11–13 единиц (щелочная среда), и при введении его в смеситель он может ускорить процесс газообразования и сократить продолжительность выдержки до начала всучивания смеси. Кроме того, в конденсате могут содержаться пленки масел, применяющихся для смазки форм. Часть смазки, которая прилипает к поверхности отформованного сырца после обрезки массива и подготовки отходов сырца, возвращается обратно в смесь, а так как органические смазочные материалы отрицательно влияют на гидратацию и твердение вяжущих материалов, подбору смазки следует уделять определенное внимание, а ее расход на смазку форм должен быть минимальным. Поэтому в каждом конкретном случае при использовании конденсата в качестве технологической воды необходимо учитывать всю совокупность химических, физико-химических и теплотехнических показателей, что позволит исключить появление отрицательных факторов при приготовлении и формовании ячеистобетонной смеси.

Автоклавная обработка

При автоклавной обработке ячеистобетонного сырца вода выполняет несколько технологических функций. Одна часть воды содержится в сырце, другая часть образуется при конденсации поступающего в автоклав насыщенного пара. Вода создает среду, в которой протекают химические и физико-химические процессы, сопровождающиеся образованием гидросиликатов различного состава. Поступающий в автоклав пар и образующийся конденсат на первой стадии автоклавной обработки интенсивно впитывается сырцом, и температура сырца повышается. На второй стадии поступающий в автоклав пар поддерживает постоянное давление и температуру. На этой стадии автоклавирования сырец максимально насыщается водой, а его температура приближается к температуре пара, что существенно увеличивает скорость химических реакций, протекающих в водном растворе. При этом незначительная часть воды (около 8–12% от содержащейся в сырце) вступает в химические реакции с образованием гидросиликатов /1, 4, 9/.

При последующем снижении давления пара в автоклаве вода, содержащаяся в бетоне, интенсивно испаряется и поступает в автоклавную среду. Возникает перепад давления пара в бетоне и автоклаве, что может сопровождаться образованием в бетоне микродефектов. За счет размягчения бетона водой его прочность в этот период ниже на 20–25%, поэтому перепад давлений пара в бетоне и автоклаве должен быть минимальным. При постепенном снижении давления в автоклаве с 1–1,2 МПа до атмосферного вода продолжает интенсивно испаряться, влажность бетона снижается. При открытии крышки автоклава и выгрузке изделий температура бетона некоторое время превышает 100°С, образующийся в бетоне пар уходит в атмосферу за счет перепада температуры и давления в бетоне и атмосфере. По мере охлаждения бетона испарение воды и удаление пара из него замедляется, но процесс естественного высыхания бетона продолжается на всех последующих этапах – хранения, транспортировки, строительства, эксплуатации. Ускорить высыхание бетона возможно на последней стадии автоклавной обработки при снижении давления до нуля применением принудительного удаления пара вакуум-насосом /9, 10/.

Хранение, строительство, эксплуатация

При последующей выдержке ячеистобетонных изделий в естественных условиях они продолжают постепенно высыхать. Интенсивность высыхания бетона зависит от температуры и влажности окружающего воздуха, а также его циркуляции (ветер, сквозняки, вентиляция). В весенне-летний сезон этот процесс протекает интенсивно, а в осенне-зимний замедляется. При выдержке изделий в штабелях влага из бетона удаляется с поверхности шести граней, после укладки изделий в стены удаление влаги продолжается только с двух открытых граней наружной и внутренней поверхностей стены, соответственно процесс высыхания бетона замедляется. Причем в период хранения, транспортировки и строительства бетон высыхает за счет природной энергии, а в начальный период эксплуатации в здании бетон «досушает» до равновесной влажности за счет отопления. Чем ниже влажность бетона при укладке изделий в стены, тем меньше затраты энергии на их «досушку» в отопительный сезон, тем меньше вероятность возникновения негативных явлений в начальный период эксплуатации.

При отсутствии постоянного доувлажнения ячеистый бетон в конструкциях зданий за 1,5–2 года эксплуатации постепенно высыхает до равновесной влажности, которая в зданиях различного назначения устанавливается на уровнях 4–6%, 8–10%. Наличие в бетоне открытых капиллярных пор позволяет избыточной влаге из помещений через стены удаляться в атмосферу. Одновременно с парами воды удаляются и вредные компоненты, содержащиеся в воздухе помещений. Стены из ячеистого бетона «дышат», что существенно повышает уровень комфортности помещений.

В период эксплуатации ячеистый бетон может увлажняться осадками и парами воды, содержащимися в воздухе атмосферы и помещений, а также при аварийном подтоплении. Взаимодействие ячеистого бетона с водой и ее парами характеризуется такими показателями, как сорбционная влажность, капиллярный подсос, водопоглощение, размягчение, паропроницаемость, морозостойкость и теплопроводность. Значения этих показателей в значительной мере определяются характером и объемом капиллярных пор в бетоне, которые формируются при взаимодействии компонентов смеси с водой на стадии формирования изделий и автоклавной обработки. При непосредственном контакте бетона с водой определяющее значение имеет величина капиллярного подсоса, то есть способность бетона впитывать и удерживать воду. Характер взаимодействия ячеистого бетона плотностью 300, 400, 600 кг/куб.м при контакте с водой показан на рис. 1. Интенсивность и величина капиллярного подсоса ячеистого бетона на одном уровне или ниже, чем у керамического и силикатного кирпича разных изготовителей. Если вода при капиллярном подсосе интенсивно не передается вглубь бетона и не происходит ее накопление, это является предпосылкой стойкости бетона в условиях естественного замораживания и оттаивания. А содержащаяся в наружных слоях бетона вода достаточно быстро испаряется, что не вызывает морозного разрушения бетона. Один из примеров долговременного воздействия



Рис. 1. Капиллярный подсос образцов ячеистого бетона плотностью 300, 400, 600 кг/м³ (2, 4, 7), керамического (1, 3, 6) и силикатного (5) кирпича

воды на ячеистый бетон без его разрушения – кладка из блоков, простоявшая на открытой площадке более 20 лет на территории института.

Известно, что с повышением влажности ячеистого бетона его технические показатели ухудшаются. Так, прочность на сжатие снижается за счет размягчения на 15–20%, а теплопроводность возрастает на 6–8% на 1% объемной влажности бетона /1, 2, 9/. Ячеистый бетон хорошо защищает от холода только в сухом состоянии. А его «сухое» состояние в стенах зданий обеспечивается невысоким значением сорбционной влажности. При контакте с воздухом естественной влажности ячеистый бетон поглощает избыточную влагу, а затем, при повышении температуры и снижении влажности воздуха, легко отдает ее в среду, выполняя, таким образом, роль естественного регулятора влажности в помещениях. Поэтому при влажности воздуха внутри помещений от 40% до 70% накопления влаги в бетоне не происходит. А «сухой» режим работы конструкций из ячеистого бетона в зданиях следует обеспечивать применением проектных решений, исключающих его увлажнение в условиях эксплуатации.

Таким образом, как в производстве, так и в применении ячеистого бетона вода может оказывать и положительное, и отрицательное влияние на технологию и свойства бетона. Поэтому процессам, протекающим с участием воды, следует уделять постоянное внимание и поддерживать их в пределах, гарантирующих получение положительных результатов.

УДК 691:678.058.2

Сиротин О.В., зам. коммерческого директора по техническим вопросам, ООО «АЭРОК», г. Обухов, Киевская обл.

АВТОКЛАВНЫЙ ГАЗОБЕТОН АЕРОС – ОПТИМАЛЬНЫЙ СТРОИТЕЛЬНЫЙ МАТЕРИАЛ

Наш мир в эпоху стремительного развития промышленных, электронных, коммуникационных и других технологий меняется на глазах семимильными шагами, принося человечеству невиданные в былые времена блага и возможности. Не успели привыкнуть к факсам и пейджером, как их быстро сменили мобильные телефоны и электронная почта. Печатные документы вытесняют их электронные визави. На смену привычному, двумерному видео приходят 3D технологии. Примеров можно привести массу.

А как же дело обстоит в столь кажущейся на первый взгляд консервативной отрасли, как строительство? Есть ли альтернатива сложившейся веками практики применения традиционных строительных материалов, в частности стеновых изделий? И есть ли смысл, вообще, что-то менять в существующей раскладке деревянных, каменных и других вариантов стен современного здания?

Первое, что приходит на ум при выборе тех или иных стройматериалов – не изобретать велосипед, а строить из того, из чего веками строили наши предки. Конечно, логика здесь присутствует – по крайней мере, это проверенный временем вариант. Но так ли хорош этот вариант и почему выбор наших предков пал именно на него?

Если посмотреть на географию и историю развития стеновых материалов, то окажется, что наши предки строили из того, что могли добыть в качестве исходного сырья, обработать и применить его в строительстве исходя из имеющихся на то время технологических возможностей. А выбор был невелик. Для южных территорий, где было мало подходящего дерева, практически единственным возможным вариантом строительства стен для жилья была глина. Для северных территорий с обширными лесами, наиболее легким и быстрым вариантом строительства жилища была древесина. Этот фактор и был предопределяющим, а вовсе не экологические либо другие «выдающиеся» свойства этих материалов. У наших предков не было проблем с экологией, у них была иная задача – просто выжить в тех суровых условиях окружающего мира. Вообще, если следовать такой логике, что лучшим строительным материалом является тот, из чего строили предки, то получается, что каменные пещеры, в которых жили предки наших предков, это лучший вариант в сравнении с тем же кирпичем или деревом. Ну а пальма, с которой слезли предки предков наших предков – идеальный дом, воплощение мечты. Причем, что пещеры, что пальмы в качестве жилья проверены нашими пращурами десятками, а то и сотнями тысяч лет. Но от этого качественные

ЛИТЕРАТУРА

1. Саталкин А. В. и др. Технология изделий из силикатных бетонов. – М.: Стройиздат, 1972. – 344 с.
2. Горяйнов К. Э., Горяйнова С. К. Технология теплоизоляционных изделий. – М.: Стройиздат, 1982. – 376 с.
3. Горлов Ю. П., Меркин А. П., Устенко А. А. Технология теплоизоляционных материалов. – М.: Стройиздат, 1980. – 399 с.
4. СН 277-80 Инструкция по изготовлению изделий из ячеистого бетона. – М.: Стройиздат, 1981. – 47 с.
5. Инструкция по изготовлению изделий из ячеистого автоклавного бетона по комплексной вибрационной технологии. – М.: ВНИИЖелезобетон, 1975. – 47 с.
6. Ратинов В. Б., Розенберг Т. И. Добавки в бетоны. – М.: Стройиздат, 1989. – 188 с.
7. Гаджилы Р. А., Меркин А. П. Поверхностно-активные вещества в строительстве. – Баку, Азернешер, 1981. – 131 с.
8. Милькова Н. М. Схема утилизации тепла и жидкости конденсата на заводах по производству силикатных изделий из пористого и плотного бетонов автоклавного твердения. – К.: Строительные материалы и изделия. – №5. – 2008.
9. Боженков П. И. Технология автоклавных материалов. – Л., Стройиздат (ленинградское отделение), 1978. – 368 с.
10. А. С. 806656 (СССР). Способ автоклавной обработки ячеистобетонных изделий. Оpubл. в БИ, 1981, №7.

показатели жизни в них или на них не являются лучшими.

Современному человеку, в отличие от пещерного или средневекового, повезло больше. Развитие технологий, в том числе и в строительной отрасли, подарило ему право выбора различных стеновых материалов. Одним из таковых является автоклавный газобетон, история применения которого насчитывает более 80 лет. Причем, хочется сразу заметить, что особую популярность газобетон завоевал там, где испокон веков строили деревянное жилье – это страны Центральной и Северной Европы, Скандинавии, Прибалтики, Белоруссии, Северо-Западной части РФ. Финны, шведы, немцы, чехи, поляки по достоинству оценили каменную альтернативу древесине. А ведь дерево считается эталоном комфортности проживания человека, но, к сожалению, недолговечно и горюче. Плюс, зачем рубить леса, которыми будут наслаждаться внуки и правнуки, если можно строить не в ущерб собственному здоровью быстровозводимые современные здания, стены которых полностью удовлетворяют всем требованиям как по теплозащите, так и по надежности и долговечности.

За счет чего удалось материалу всего с 80-летней историей серьезно потеснить как керамический кирпич, применяющийся тысячами, так и керамоблоки, керамзитобетонные блоки и другие материалы, появившиеся за последнее столетие? А ведь статистика – вещь упрямая. Доля автоклавного газобетона среди всех других стеновых материалов составляет, например, в Польше – до 45 %, в Германии, Финляндии, Швеции – до 39 %, в Белоруссии – более 45 % и т. д.

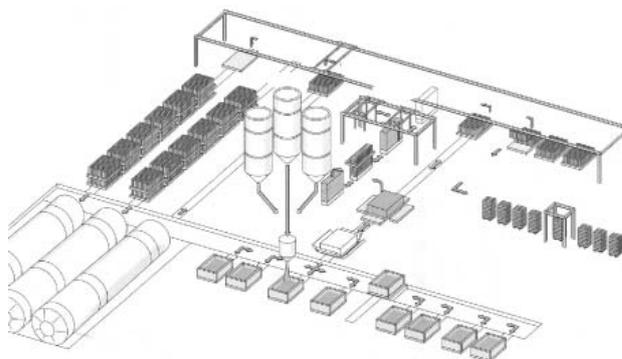


Рис. 1. Технологическая схема производства ячеистобетонных изделий по технологии WEHRHANN SMART



Рис. 2. Блоки AEROC с гладкой торцевой поверхностью



Рис. 3. Блоки AEROC с системой паз-гребень



Рис. 4. AEROC U-блок

Прежде всего, это его высокие потребительские свойства как в процессе строительства, так и в процессе эксплуатации здания.

Автоклавный газобетон – это искусственный камень с равномерно распределенными порами, в которых содержится **воздух**. Важным фактором стабильности во времени его физико-механических характеристик является температурно-влажностная обработка в автоклаве при температуре 190°C и давлении 12 Бар. Благодаря пористой структуре и автоклавной обработке газобетон является одновременно теплым и прочным материалом и классифицируется в строительстве как конструкционно-теплоизоляционный ячеистый бетон. При плотности материала 300–500 кг/куб. м блоки имеют прочность от 2 до 4 МПа. Этого вполне достаточно, чтобы строить несущие стены от одного до пяти этажей. Газоблок плотностью 300 кг/куб. м, имеющий расчетную теплопроводность 0,1 Вт/м·°C с учетом (!!!) 6% эксплуатационной влажности, теплее современного керамоблока в 2 раза, древесины – в 2 раза, ракушняка – в 3 раза, керамического кирпича более чем в 5 раз, шлакоблока – в 6 раз. Газобетон – самый теплый однородный каменный материал на сегодняшний день, который позволяет строить энергосберегающие стены без дополнительного утепления.

Современные предприятия, такие как ООО «Аэрок» выпускают широкую номенклатуру стеновых и перегородочных блоков, отклонения по геометрии которых не превышает 1–2 мм. Это позволяет вести кладку не на кладочном растворе с толщиной шва 10–15 мм, а на клею с толщиной шва 2–3 мм. Таким образом, исключаются «мостики» холода в готовой стене, что выгодно отличает газобетонные изделия от конкурентов. Норма расхода клея в среднем составляет 25 кг на куб кладки вместо 120–150 кг раствора на аналогичный объем. Блоки имеют систему паз-гребень и карман для захвата, что облегчает процесс переноса и кладки камня. Один блок по объему может заменить до 18 штук рядового кирпича. Это тоже немаловажно, так как это напрямую влияет на расценки по кладке.

Некоторые конкуренты пытаются занизить преимущества газобетона, ссылаясь на то, что он хорошо впитывает влагу и от этого постоянно мокрый. При этом оперируют такой характеристикой, как водопоглощение. Да, так как газобетон очень легкий и пористый, то водопоглощение в процентах к массе у него больше, чем у более тяжелого кирпича. Однако, это характеристикой можно руководствоваться лишь в том случае, если вы собрались строить под водой или в грунтах. Признаем факт, под водой из газобетона строить нельзя. Пытайтесь из других материалов, если конечно получится. В грунтах ниже нулевой отметки рекомендуем применять с осторожностью, так как необходима качественно сделанная отсечная гидроизоляция. А вот для стен выше нулевой отметки необходимо пользоваться другой характеристикой – влагопоглощением материала, т. е. способностью материала адсорбировать влагу из окружающей среды. **Влагопоглощение** газобетона, как и любого другого материала, зависит от его сорбционной способности и составляет не более 12% по массе,

если речь идет об эксплуатации незащищенных снаружи стен в мокрую погоду. При этом этот процесс инерционен и требуется немало времени, чтобы показатели влаги достигли таких значений. Ввиду того, что газобетон до 80% состоит из пор, а его капилляры немногочисленны и короткие, то интенсивное увлажнение происходит только в приграничных к наружной стороне слоев, как правило, не более 2–3 см в зависимости от обильности осадков и интенсивности ветра. Однако, благодаря все той же пористой структуре газобетон очень быстро высыхает, приходя в свое равновесное влажностное состояние. В случае наружной отделки влажность газобетонной стены в течение 1–2 отопительных периодов становится стационарной и не превышает 6% по массе. А если перейти к реальным кг водяного пара в конструкции, то здесь ключевым моментом будет являться масса материала. Если взять нормативные значения влажности (ДБН В.2.6-31:2006) для газобетона и того керамического кирпича, то легко посчитать, что в кирпичной кладке плотностью 1600 кг/куб. м при эксплуатационной влажности 2% по массе в 1 куб. м стены влаги содержится больше, чем в газобетонной кладке плотностью 400 кг/куб. м при эксплуатационной влажности 6% по массе. Вы удивлены, мы – нисколько. Ведь вся влага находится в капиллярах, а в газобетоне их общая протяженность меньше, чем у кирпича. Вот вам и «мокрый» газобетон.

Одним из показателей долговечности стеновых материалов является его **морозостойкость**. И здесь у газобетона все в порядке опять таки благодаря капиллярно-пористой структуре. При замерзании влага из капилляров отжимается в более крупные поры и не происходит серьезного давления льда на их стенки. А следовательно, материал меньше «рвет» при смене зимних температур. Морозостойкость современного газобетона при плотности 300 кг/куб. м имеет показатели F35, при плотности 400–500 кг/куб. м – F100. В этом плане он нисколько не уступает керамике или керамзитобетону, а где то даже их и превосходит.

Немало копий сломано и по поводу **экологичности** газобетона. Мол, если газобетон, значит содержит вредный газ. Если при его производстве добавляют алюминиевую пудру, значит он токсичный. И так далее. На самом деле это предубеждения и стереотипы. Вредный газ, который содержится в порах – это **обыкновенный воздух**. Алюминиевой пудры при производстве добавляется всего около 400 г на 1 куб. м материала. А так алюминий на воздухе быстро окисляется, то и в газобетоне он присутствует в виде оксидов алюминия. Примерно, около 20 кг на 1 куб. м. с учетом содержащихся в остальном исходном сырье оксидов. Но в сравнении с тем же керамическим кирпичем, в котором содержится от 200 до 400 кг оксидов алюминия – это маленькая цифра. Тем более, что в обоих случаях, оксид алюминия – безопасное для здоровья химическое инертное вещество. А вот что действительно влияет на экологию материала, так это его радиоактивный фон, который зависит от количества природных радионуклидов калия, радия, тория, цезия и др. элементов, которые попадают в любой стеновой материал в виде исходных сырьевых компонентов – песка, глины, известняка, мела и т.д. Так вот, при строительной норме 370 Бк/кг для всех типов зданий, включая школы, больницы, детские сады и т.д. в газобетоне согласно многочисленных протоколов испытаний содержится не более 60 Бк/кг. В более плотной керамике эта цифра составляет около 100 Бк/кг. Вообще, газобетон по своим экологическим свойствам уступает лишь необработанной древесине, которую принимают за эталон.

В свою очередь преимуществом газобетона по сравнению с древесиной является его негорючесть, а также отсутствие выделения вредных газов при пожаре здания. Он, как



Рис. 5. Применение газобетонных блоков AEROC в многоэтажном строительстве

Сравнение автоклавного газобетона с другими материалами

Показатели	Газобетон	Пенобетон	Полистиролбетон	Керамзитобетон	Кирпич	Пористый керамический блок (керамо-блок)	Брус
Плотность	300–500 кг/м ³	600–800 кг/м ³	400–500 кг/м ³	700–1200 кг/м ³	Глиняный кирпич – 2 000 кг/м ³ Керамический пустотный – 1 000 кг/м ³ Обычный силикатный – 1 780 кг/м ³ Пустотный силикатный – 1 400 кг/м ³	800 кг/м ³	500 кг/м ³
Морозостойкость	100 циклов	25 циклов	25–50 циклов	50 циклов	Рядовой – 25 циклов Облицовочный – до 100 циклов	50 циклов	25 циклов
Усадка	0,3 мм/м	2–3 мм/м	1 мм/м	1 мм/м	нет	нет	Профилированный брус дает значительную усадку (около 10 %)
Эксплуатационная влажность	4–6 %	4–6 %	4–8 %	5–10 %	2–4 %	1–2%	15–20 %
Коэффициент паропроницаемости	0,2–0,26 мг/м · ч · Па	0,14–0,17 мг/м · ч · Па	0,05 мг/м · ч · Па	0,08 мг/м · ч · Па	Полнотелый глиняный и силикатный – 0,11 мг/м · ч · Па Пустотелый глиняный кирпич – 0,15 мг/м · ч · Па	0,14	Поперек волокон – 0,06 мг/м · ч · Па, вдоль волокон – 0,32 мг/м · ч · Па
Коэффициент теплопроводности кладки	0,09–0,14 Вт/м·°С	0,18–0,3 Вт/м·°С	0,14 Вт/м·°С	0,21–0,5 Вт/м·°С	Пустотелый – 0,44 Вт/м·°С Полнотелый – 0,81–0,87 Вт/м·°С	0,2	0,18 Вт/м·°С
Необходимая толщина однослойной стены, которая соответствует требованиям норм по сопротивлению теплопередачи стен 2,8 Вт/мк	0,23–0,4 м	0,5–0,9 м	0,4 м	0,6–1,4 м	1,2–2,5 м	0,6 м	0,5 м

минеральный материал, более долговечный, не подвержен гниению. Его не точат насекомые. Срок эксплуатации газобетонной стены составляет не менее 100 лет. Он также, как и древесина, легко пилится, фрезеруется и обрабатывается ручным инструментом. Например, те же керамоблоки можно резать только электроинструментом с большими затратами. Комфорт проживания в помещениях из газобетона, который определяется стабильностью комфортной температуры и влажности, близок к проживанию в деревянном доме. Это все благодаря хорошей теплоаккумулирующей способности газоблока, а также высокой паропроницаемости материала. **Паропроницаемость** газобетона выше, чем у силикатного, керамического кирпича, керамзитобетона, шлакоблока. Благодаря этому в помещении нет эффекта «термоса», присущего для более плотных стен, особенно утепленных снаружи паронепроницаемым пенополистиролом.

Усадка при высыхании автоклавного газобетона в 10 раз меньше, чем у его «брата» – неавтоклавного пенобетона и в 3,3 раза меньше, чем у таких строительных материалов, как полистиролбетон и керамзитобетон. Поэтому газобетонные стеновые конструкции при правильно выполненной кладке и надежном фундаменте не трещат в отличие от пенобетонных стен. Адгезия штукатурки к газобетону намного лучше, чем к

пенобетону или силикатному кирпичу. Она не отваливается при нанесении, нет необходимости дополнительного набивания металлической сетки. В газобетоне, в отличие от того же пенобетона, нет вредных для здоровья ПАВ, попадающих в блок вместе с пенообразователями. При одной и той же плотности материалов, газобетон на одну–две марки прочнее неавтоклавного пенобетона. Поэтому производители пенобетона вынуждены производить более плотный, а значит более холодный блок.

Приведенные преимущества по праву выводят автоклавный газобетон в лидеры современных стеновых материалов. Не зря специалисты его прозвали строительным камнем XXI века и предрекают все большую популяризацию как за рубежом, так и в Украине.

Контакты:

Главный офис ООО «Аэрок»

08700 Киевская обл., г. Обухов, ул. Промышленная, 6

Тел. (044) 391-31-96

www.aeroc.ua

E-mail: sales@aeroc.ua



НАНОТЕХНОЛОГІЇ Є СФЕРОЮ ЗНАНЬ З ДЕРЖАВНИМ СТРАТЕГІЧНИМ ПЛАНУВАННЯМ

Сучасний передовий досвід окремих країн світу щодо розвитку нанотехнологій представляє значний інтерес у зв'язку з тим, що саме ця галузь має величезний потенціал для забезпечення подальшого економічного зростання, високого рівня заробітної плати та інших соціальних вигод.

Більше 50 країн створили спеціальні програми розвитку нанонауки і нанотехнологій, механізми фінансування та організаційно-адміністративні системи щодо забезпечення впровадження цих програм. Світові лідери в інвестуванні усім відомі: США, Японія, Росія, Китай, Корея, країни Євросоюзу (насамперед, Німеччина) [1]. Постановою Кабінету Міністрів України від 28.10.2009 р. № 1231 в нашій країні затверджена Державна цільова науково-технічна програма «Нанотехнології та наноматеріали» на 2010–2014 роки. В зв'язку з цим Україні доцільно використовувати передовий сучасний досвід розвинутих країн.

У 2001 р. федеральним урядом США прийнято програму розвитку НДДКР у сфері нанонауки і нанотехнологій – Національну нанотехнологічну ініціативу – NNI. Цією програмою розвиток нанотехнологій визнано національним пріоритетом та створено механізм координації діяльності у цій сфері. Структура NNI складається з 15 федеральних агентств, які отримують асигнування для розробки нанотехнологій (R&D), а його діяльність координується в Білому домі Адміністрації Президента США через Національну Раду з питань науки і технологій (NSTC), Управління науково-технологічної політики (OSTP) і Адміністративно-бюджетне Управління.

У 2003 р. Конгресом США прийнято Закон про дослідження й розробки у наносфері в XXI ст. При цьому створено Національну консультативну групу експертів з нанотехнологій, основною функцією якої є проведення оцінки виконання NNI та підготовка пропозицій щодо подальшого її вдосконалення. У статті 2 зазначеного закону визначено, що президент США відповідає за реалізацію програми, використовуючи відповідні агентства, ради й Національне управління з координування у сфері нанотехнологій (NNCO). У США діє багаторівневий механізм щодо підтримки розвитку та забезпечення NNI, який включає чітку організаційно-адміністративну систему, програмні компоненти, міжвідомче і міждисциплінарне координування, управління пріоритетними проектами NNI, інформаційно-аналітичне забезпечення, бюджетне фінансування [2].

У вересні 2004 р. остаточно були визначені стратегічні цілі й пріоритети NNI. До них віднесено:

1) підтримка на світовому рівні програм НДДКР у наносфері, повна реалізація можливостей нанотехнологій та наноматеріалів;

2) сприяння трансферу нанотехнологій у виробництво інноваційних продуктів для економічного зростання, створення робочих місць тощо;

3) удосконалення системи освіти, залучення й підготовка професійної робочої сили, створення інфраструктури та інструментів, зокрема соціальних, для розвитку нанотехнологій, націлених на їхнє просування в соціально-економічну сферу.

З моменту появи Національної нанотехнологічної ініціативи (NNI) в 2001 році і включно 2012 рік Конгресом США виділено близько \$ 15,6 млрд на розвиток нанотехнологій (R&D), в тому числі близько 1,7 млрд дол. в 2012 фінансовому році. Президент Обама вніс пропозицію про фінансування NNI на 2013 рік в об'ємі \$ 1,8 млрд [3].

Однак, відома інформація, яку поширила Scientifica – один з світових лідерів зростаючого попиту на інформацію за новими технологіями серед ділових та академічних кіл [4]. Scientifica прийшли до висновку, що Сполучені Штати відстають від Росії і Китаю в фінансуванні галузі нанотехнологій за паритетом купівельної спроможності (ПКС), який враховує ціни на товари і послуги в кожній нації, але все ще лідирують в світі в реальному доларовому вираженні (з урахуванням курсу валют) [3]. Саме Scientifica у 2002 році опубліковано перше

видання Нанотехнології Opportunity Report, охарактеризоване НАСА як «визначальний звіт в області нанотехнологій».

Однак щодо прийняття самостійної федеральної програми з нанодосліджень майже на три роки випередила США Німеччина. У 1998 році німецький уряд прийняв окрему програму розвитку нанодосліджень і нанорозробок та послідовно нарощує її фінансову підтримку: з 30 млн євро до 210 млн – у 2001р., до 310 млн євро – у 2005 р. В період розробки межгалузевої програми «Наноініціатива 2010» сім федеральних міністерств виконали аналіз сильних і слабких сторін розвитку наносфери в країні. Після чого у червні 2006 р. «Наноініціатива 2010» була затверджена урядом ФРН. В якості інструменту реалізації програми використовується механізм «головних інновацій», які визначаються не директивними документами, а в процесі консультацій і дискусій між владою, представниками бізнесу і науки та повинні відповідати чітким критеріям. Саме досвід ФРН був використаний пізніше цілою низкою країн (Південна Корея, Тайвань, Китай, країни ЄС) [2]. Досить корисним такий системний підхід до вирішення стратегічних напрямів розвитку науки та економіки був би і для України.

На теперішній час у Європі посилюється стратегічна роль Спільного дослідницького центру (СДЦ), який забезпечує наукову підтримку формування інноваційної політики ЄС, включаючи координацію національних дослідницьких програм, спільне програмування тематики та оптимізацію видатків окремих країн. В зв'язку з цим, відзначимо, що посилення взаємодії, партнерства та концентрації ресурсів є стратегією ЄС у сфері розвитку нанонаук і нанотехнологій.

Певний досвід такого взаємовигідного партнерства є і в Україні. Мається на увазі співробітництво з Російською Федерацією в галузі нанотехнологій. Незважаючи на загальний непростий характер пострадянських взаємин Російської Федерації і України, яке зазнало різні періоди, взаємодія двох країн у сфері нанотехнологій неухильно розвивалася всі останні роки. Початком даного співробітництва вважається 1999 рік, коли були розроблені і підписані концепція, структура і меморандум спільної науково-технічної програми «Нанофізика і наноелектроніка». Даній події передувала копітка чотирирічна організаційна робота двох наукових колективів – Науково-виробничого концерну «Наука» (Україна) та Фізико-технічного інституту імені Іоффе РАН (Росія) [5]. Важливим результатом реалізації спільної програми співробітництва у сфері нанотехнологій стало будівництво в Києві першого в Україні нанотехнологічного центру. Перший сучасний науково-освітній центр «Наноелектроніка і нанотехнології» відкрився в 2011 році в київському Національному технічному університеті України «КПІ» в рамках спільної українсько-російської програми з нанотехнологій. Під час церемонії відкриття віце-президент Російської академії наук, Нобелівський лауреат Ж.І. Алфьоров заявив: «Науково-освітній центр «Наноелектроніка і нанотехнології» – результат багаторічного співробітництва російських і українських вчених у цій галузі. Основним напрямком діяльності центру буде проведення досліджень в сферах нанофізики та наноелектроніки, створення конкурентоспроможних на світовому ринку технологічних розробок». Алфьоров додав, що «основною проблемою вітчизняної науки сьогодні, як російської, так і української, є не стільки низьке фінансування, скільки незатребуваність наукових результатів економіками обох країн. Основне завдання і Росії і України – це відродження промисловості високих технологій. Для цього потрібні ці лабораторії, для цього потрібні ці центри, і дуже важливо, щоб на них працювала молодь і створювала економіку нових технологій» [6]. Саме для розвитку нових найбільш проривних технологій була прийнята українським урядом Державна цільова науково-технічна програма «Нанотехнології та наноматеріали» на 2010–2014 роки.

Метою Державної цільової науково-технічної програми «Нанотехнології та наноматеріали» на 2010–2014 роки

є створення наноіндустрії шляхом забезпечення розвитку її промислово-технологічної інфраструктури, використання результатів фундаментальних та прикладних досліджень, а також підготовки висококваліфікованих наукових та інженерних кадрів.

Зазначено, що для розв'язання цієї проблеми необхідно:

- провести фундаментальні та прикладні дослідження з пріоритетних напрямів, зокрема, наноелектроніки, наноінженерії, функціональних і конструкційних наноматеріалів, колоїдних нанотехнологій, нанотехнологій для каталізу та хімічної промисловості, наноматеріалів та нанотехнологій для захисту навколишнього природного середовища, нанотехнологій для енергетики, нанотехнологій спеціального призначення, отримати нові знання щодо особливостей фізичних, хімічних, біологічних і більш складних процесів синтезу та атомного складення наносистем;

- розробити нанобіотехнології виготовлення наноматеріалів, пристроїв та приладів медичного призначення, а також для наномедицини, нанофізики, нанохімії, наноматеріалознавства;

- забезпечити дослідників сучасним обладнанням, необхідним для виготовлення наноматеріалів і дослідження їх властивостей;

- створити цілісну систему підготовки дослідників, матеріалознавців і технологів, які володіють міждисциплінарними фундаментальними знаннями та вміють працювати на сучасному спеціальному обладнанні;

- забезпечити проведення стандартизації та сертифікації наноматеріалів, оскільки на даний час в Україні відсутня система метрологічних вимірювань у діапазоні менш як 1 мікрон, що не дає можливості вимірювати геометричні параметри нанооб'єктів та перевіряти вимірювальне обладнання;

- вивчити питання щодо потенційних ризиків шкідливого впливу нанотехнологій та наноматеріалів на людину і навколишнє природне середовище;

- розробити план заходів щодо залучення інвестицій для створення наноіндустрії, в якому передбачити можливість звільнення від сплати податків, зборів та інших обов'язкових платежів під час ввезення на митну територію України обладнання, необхідного для виготовлення наноматеріалів і дослідження їх властивостей, а також утворення підприємств, установ та організацій, діяльність яких пов'язана з впровадженням нанотехнологій.

Джерелами її фінансування є державний бюджет і небюджетні фонди. Обсяг фінансування за роками становить, млн грн: 2010 – 361,2 (336,35 – державний бюджет, 24,85 – не бюджетні фонди); 2011 – 392 (356,25 та 35,75 відповідно), 2012 – 409,75 (368,15 та 41,6), 2013 – 358,5 (325,7 та 32,8), 2014 – 325,65 (295,85 та 29,8).

Основними завданнями програми та заходами щодо її виконання є:

- проведення фундаментальних досліджень з метою розроблення та удосконалення нанотехнологій, створення наносистем, наноструктур, новітньої елементної бази наноелектроніки і нанофотоніки та виготовлення наноматеріалів;

- створення:

- технологічної системи виготовлення наноматеріалів, наноструктур та приладів;

- промислово-технологічної інфраструктури наноіндустрії;

- новітньої елементної бази для виготовлення приладів терагерцового діапазону, обладнання шляхом впровадження наноструктур на основі традиційних напівпровідників;

- розроблення:

- нанотехнологій для каталізу;

- дослідно-промислових технологій виготовлення нанопорошків, наноматеріалів, зокрема наночастинок, нанотрубок, нанострижнів, нановолокон, нанодротів, а також функціональних консолідованих наноматеріалів і наноматеріалів з аморфно-нанокристалічною структурою, конструкційних наноструктурованих матеріалів з градієнтним та об'ємним зміцненням, нанодисперсних і наноструктурованих люмінесцентних та сцинтиляційних матеріалів;

- нанотехнологій виготовлення легких, міцних і корозійностійких конструкційних матеріалів для машинобудування

та аерокосмічної техніки, захисних покриттів різноманітних конструкцій, нанофотокаталізаторів і вивчення фізичних та хімічних процесів з їх використанням, наносорбентів і нанопористих матеріалів, енергозберігаючих пристроїв з урахуванням досягнень оптоелектроніки та фотovoltaїки;

- колоїдних нанотехнологій виготовлення наноматеріалів різного функціонального призначення;

- оптичних джерел випромінювання (лазери і світлодіоди) на основі наноелектронних структур;

- методів виготовлення апаратури для діагностики і сертифікації наноматеріалів та приладів;

- наноконструкцій, що використовуються для підвищення ефективності біологічно активних речовин;

- порядку проведення оцінки впливу нанотехнологій та наноматеріалів на людину і навколишнє природне середовище;

- вивчення питання щодо впливу наноматеріалів на біологічні об'єкти;

- утворення:

- центру сертифікації наноматеріалів, наноструктур та приладів;

- у вищих навчальних закладах науково-навчальних центрів підготовки та підвищення кваліфікації фахівців галузі нанотехнологій та виготовлення наноматеріалів.

Виконання Програми дасть змогу:

- розробити нанотехнології для хімічної промисловості, енергетики, лікування найпоширеніших і найнебезпечніших хвороб, а також виготовлення біологічно активних речовин та багатофункціональних пристроїв наноелектроніки;

- підготувати:

- нормативно-правові акти, стандарти та сертифікати, що регламентують розроблення і впровадження нанотехнологій та виготовлення наноматеріалів;

- підручники та навчальні посібники для вищих навчальних закладів з питань щодо розроблення нанотехнологій та виготовлення наноматеріалів;

- утворити у вищих навчальних закладах науково-навчальні центри [7].

Державним замовником-координатором Державної цільової науково-технічної програми «Нанотехнології та наноматеріали» на 2010–2014 рр. Постановою Кабінету Міністрів України визначено Державне агентство з науки, інновацій та інформатизації. Очікуваним результатом виконання програми стане зріст національного виробництва конкурентоспроможної продукції сучасного рівня, а також створення нових робочих місць, насамперед для молодого інтелектуального потенціалу кадрів.

ЛИТЕРАТУРА

1. Наумовец А.Г. Наноразмерные системы и наноматериалы: состояние и перспективы развития исследований в Украине // Тез. докл. III Международной научной конференции «Наноструктурные материалы. – 2012: Россия – Украина – Беларусь» (Санкт-Петербург: 19–22 ноября 2012 г.). – 2012. – С. 3.

2. Нанотехнології у XXI столітті: стратегічні пріоритети та ринкові підходи до впровадження / Г.О. Андрощук, А.В. Ямчук, Н.В. Березняк та ін.: монографія. – К.: УкрІНТЕІ, 2011. – 275 с.

3. Нанотехнологии: Политика Primer: Джон Ф. Сарджент мл. – 13.04.2012. – Исследовательская служба Конгресса. www.crs.gov.

4. sites.google.com/site/innova1001/Home/analitika/1-1.

5. Лапенко М.В., Лешуков В.С., Балаян А.А. Развитие сотрудничества России и Украины в сфере нанотехнологий // VIII Международная науч.-практ. конф-ция «Наука в информационном пространстве – 2012». – М.: 4–5 окт. 2012 г.

6. Первый на Украине центр нанотехнологий открылся в Киеве в рамках совместной программы с РФ [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.zerich.ru/news/prime-tass/hl/156735/>.

7. <http://zakon.nau.ua/doc/?code=1231-2009-%EF>

ОСОБЛИВОСТІ ОТРИМАННЯ ВИСОКОЯКІСНОГО СУЛЬФОГІПСУ ЯК СИРОВИНИ ДЛЯ ГІПСОВОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ

Сульфогіпс (нім.: REA-Gips = Rauchgas – Entschwefellungs – Anlagen – Gips; англ.: FGD-Gypsum = Flue Gas Desulfurization Gypsum), який отримують в результаті десульфуризації димових газів на теплових електростанціях при спалюванні вуглеводнів (вугілля або мазуту), широко використовується в якості сировини для гіпсової промисловості в багатьох західних країнах [1]. Проблема сіркоочистки димових газів ТЕС стала актуальною і для України.

Впровадження сучасних високоефективних технологій сіркоочистки на вітчизняних ТЕС вимагають окремі положення договору про заснування Енергетичного Співтовариства, до якого Україна приєдналася 24 вересня 2010 року. У додатку до договору (графік впровадження нормативно-правової бази Європейського Співтовариства з екології) викладені зобов'язання договірних сторін до 31 грудня 2017 року впровадити Директиву 2001/80/ЄС Європейського парламенту й Ради Європи від 23 жовтня 2001 року «Про обмеження викидів деяких забруднюючих речовин в атмосферу від великих спалювальних установок». Це положення українська сторона виклала у вигляді «Технологічних нормативів допустимих викидів забруднюючих речовин із теплосилових установок, номінальна теплова потужність яких перевищує 50 МВт», затверджених наказом Мінприроди від 22.10.2008 № 541.

Відповідно до цих міжнародних зобов'язань завданнями у сфері охорони атмосферного повітря, визначеними основними засадами державної екологічної політики України на період до 2020 року, затвердженими Законом України від 21.12.2010 № 2818, передбачено:

- зменшення обсягу викидів загальнопоширених забруднюючих речовин стаціонарними джерелами до 2015 року на 10 відсотків і до 2020 року на 25 відсотків базового рівня;
- посилення до 2015 року державного екологічного контролю за дотриманням законодавства у процесі розміщення, будівництва, експлуатації нових і реконструкції існуючих промислових підприємств;
- розвиток до 2015 року державної системи моніторингу навколишнього природного середовища.

Згідно із Законом України від 21.12.2010 № 2818, яким затверджено цю стратегію, Кабінет Міністрів України розпорядженням від 25.05.2011 затвердив відповідний план дій з охорони навколишнього природного середовища на 2011–2015 роки, що передбачає підготовку та реалізацію на підприємствах, наслідком виробничої діяльності яких є найбільш шкідливі викиди в атмосферне повітря, пілотних проектів з впровадження сучасних систем їх очищення.

При спалюванні вуглеводнів, що містять сірку, утворюються два види оксидів: діоксид сірки або сульфатний ангідрид (SO_2) та триоксид або сульфатний

ангідрид (SO_3). Оксиди сірки, а також кислоти (H_2SO_3 і H_2SO_4), що утворюються при їх з'єднанні в атмосфері з водяною парою, чинять шкідливу дію на здоров'я людей, є причиною загибелі хвойних лісів, плодкових дерев, зниження врожайності сільськогосподарських культур, закислення водойм. Крім того, оксиди сірки є причиною корозії металевих конструкцій і руйнування різних будівельних матеріалів.

У атмосфері викинутий з димаря сульфатний ангідрид під дією сонячного світла окислюється в сульфатний ангідрид, а потім переходить в сірчану кислоту. Час існування оксидів сірки і продуктів їх трансформації в атмосфері складає від декількох годин до декількох діб.

Нині очищення димових газів, що викидаються в атмосферу, від оксидів сірки відбувається за допомогою спеціальних установок. Багаторічні дослідження в цій галузі дали близько 200 методів, але на практиці широке застосування в усьому світі знайшли лише декілька модифікацій установок сіркоочистки із застосуванням дешевих природних реагентів – вапна ($\text{Ca}(\text{OH})_2$ – гідрат оксиду кальцію) або вапняку (CaCO_3 – карбонат кальцію) з отриманням у вигляді кінцевого продукту гіпсу або сульфатно-сульфатної суміші.

Вже наприкінці 1970-их років підрозділ корпорації Кнауф компанія Knauf Research Cottrell розробила у тісній співпраці із енергетичною галуззю процес десульфуризації у два етапи для отримання гіпсу, який можна використовувати для подальшої переробки. Після прийняття постанови ЄС 1983 року стосовно великих спалювальних установок цей метод став одним з ведучих процесів десульфуризації у всьому світі. При подальшому вдосконаленні технології особлива увага була спрямована не лише на виконання вимог стосовно обмежень на шкідливі викиди, але й на отримання сульфогіпсу як побічного продукту з заданими характеристиками, для того щоб він міг замінити природний гіпс у виробництві будівельних матеріалів.

Усі відомі на сьогодні способи організації технологічного процесу видалення сульфатного ангідриду з димових газів можна класифікувати таким чином:

- абсорбційні, при яких поглинання речовини з розчинів або газів твердими тілами або рідинами відбувається в усьому об'ємі поглинача – абсорбенту, тобто сульфатний ангідрид зв'язується хімічно в промивальній рідині фізичним шляхом за допомогою молекулярного тяжіння;
- адсорбційні, при яких поглинання речовини з розчинів або газів твердими тілами або рідинами відбувається тільки на поверхні поглинача – адсорбенту, тобто зв'язування сульфатного ангідриду з поверхнею твердого матеріалу відбувається чисто фізичними силами взаємодії;
- хемосорбційні, при яких відбувається хімічне зв'язування з твердим матеріалом.

Вищенаведені способи можна розділити на мокрі і сухі залежно від того, в якій фазі відбувається процес зв'язування сульфітного ангідриду.

Залежно від методу сірководистику отримують кінцевий продукт, придатний для подальшого застосування в різних галузях промисловості (наприклад, гіпс в мокрому процесі десульфуризації), або продукт, непридатний для подальшого застосування (сульфітно-сульфатна суміш при напівсухій розпоршувальній абсорбції).

Мокрі методи абсорбції, що використовують для зв'язування сульфітного ангідриду промивальні розчини з лужними властивостями, отримали найбільш широке поширення завдяки можливості використання сульфогіпсу в галузі виробництва будівельних матеріалів. Але якість отриманого продукту в результаті десульфуризації димових газів залежить від багатьох факторів. Світовий досвід показує, що жодна з технологій сіркоочищення не може бути успішно впроваджена без супроводу досвідчених спеціалістів в умовах реальної ТЕС.

Під час роботи сіркоочисних установок на електростанціях трапляється, що технічні характеристики сульфогіпсу, наприклад, вологість, вміст водорозчинних солей, форма кристалів тощо спорадично стають невідповідними вимогам гіпсової промисловості. Однією з основних причин цього явища може бути, зокрема, той факт, що головним завданням енергетики є створення електричної потужності, і недостатня якість сульфогіпсу іноді виникає за рахунок економії, низьких витрат на персонал тощо. На основі свого десятилітнього досвіду в проектуванні систем сіркоочищення корпорація Кнауф пропонує енергетичній промисловості широкий спектр консалтингових послуг з метою задоволення вимог до якості сульфогіпсу і, таким чином, гарантування надійного використання сульфогіпсу як сировини в різних галузях промисловості.

Щоб виявити особливості отримання високоякісного сульфогіпсу (таблиця 1), потрібно послідовно проаналізувати кроки процесу десульфуризації.

Устаткування десульфуризації димових газів складається з наступних основних технологічних систем:

- ємність для сорбента, в тому числі розвантажувальна станція та система підготовки суспензії;
- абсорбційна установка (абсорбер сульфітного ангідриду з насосною станцією і баком для аварійного випорожнення);

Таблиця 1

Вимоги гіпсової промисловості до сульфогіпсу

Властивості	Од. вим.	Вимоги
Вологість	%	≤ 10
Вміст $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	%	≥ 95
Вміст MgO	%	≤ 0,1
Вміст хлоридів	%	≤ 0,01
Вміст Na_2O	%	≤ 0,06
Вміст SO_2	%	≤ 0,25
pH		5–9
Колір		Білий
Запах		Нейтральний
Токсичні речовини		Немає

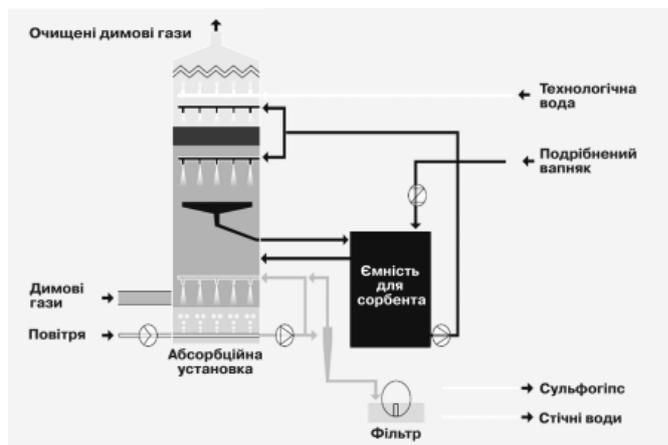


Рис. 1. Схема установки десульфуризації

- система первинного та остаточного обезводнення гіпсу (наприклад, стрічковий вакуумний фільтр);
- станція очистки стічних вод (рис. 1).

Абсорбер в свою чергу складається з трьох зон:

- зона, в якій суспензія абсорбера збирається, окислюється й змішується; в цій зоні встановлено повітряні форсунки для змішування та окислювання;
- зона розпоршування, в межах якої димові гази омиваються суспензією абсорбера, яка тече проти або за течією димових газів; в межах зони встановлено рівні обприскування;
- зона чистих димових газів, в межах якої краплі рідини (суспензії абсорбера) відокремлюються від чистих димових газів; в межах зони встановлено систему відокремлення водяного пилу.

Крім функціональних можливостей цих послідовних компонентів устаткування особливо істотно впливають на якість сульфогіпсу при десульфуризації значення рН та щільності твердих часточок, а також форма кристалів сульфогіпсу. Наступні відхилення від технічних характеристик особливо часто виникають після введення в експлуатацію нових систем сіркоочищення, але також і при регулярній роботі вже існуючих установок:

- занадто висока вологість (до 20% по масі);
- занадто високий вміст хлоридів та інших розчинних у воді речовин;
- занадто високий вміст карбонату кальцію;
- занадто низька ступінь білизни деяких видів сульфогіпсу.

Опис причин недоліків та способи їх усунення приведено в зарубіжній фаховій літературі [2;3].

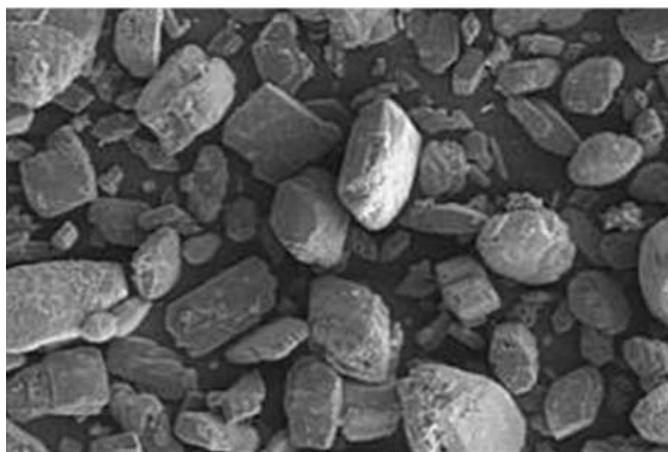


Рис. 2. Стандартна форма кристалів сульфогіпсу

Волога

Навіть якщо група гідроциклону і обладнання зневоднення (наприклад, вакуумний стрічковий фільтр) повністю функціональні, то залишкова вологість сульфогіпсу може перевищувати в значній мірі необхідну межу в 10%. Основною причиною є недостатнє зростання кристалів і, отже, розподіл часточок за розмірами, які залишаються дуже маленькими. Це призводить до недостатнього зневоднення гіпсу на стрічковому фільтрі. Рис. 2 і 3 показують необхідну однорідну кристалічну структуру у порівнянні із пластинчастими кристалами гіпсу, які є однією з основних причин надмірної залишкової вологості, а також є причиною виникнення проблем при виробництві гіпсових плит. Тісний розподіл часток за розмірами із середнім значенням вище 32 мкм є найкращим (рис. 2).

Середовище скрубера (рН <4) може бути занадто кисле, що є основною причиною формування голчастих кристалів, а також сприяє комплексному формуванню фтористого алюмінію, що також може викликати зростання залишкової вологості.

Пластинчасті кристали (рис. 3) в основному формуються за рахунок щільності твердих часточок в суспензії сульфогіпсу, якщо вона занадто висока (мета: <10–15%, в залежності від типу скрубера), а високі концентрації найменших часточок в скрубери призводить до збільшення утворення нових гіпсових кристалів, що веде до гальмування подальшого зростання існуючих кристалів гіпсу. Цей процес посилюється при короткому часі витримки в режимі повного навантаження установки десульфуризації і в більш компактних конструкціях скрубера.

Ці джерела дефектів можна дуже швидко усунути за допомогою безпосереднього вимірювання залишкової вологи в сульфогіпсі (наприклад, за допомогою ручного вологоміра Ultra-X) і шляхом швидкого втручання в роботу системи десульфуризації. Визначення залишкової вологи <10% також побічно включає в себе визначення кристалічної форми, а також мінімальний розмір частинок, так як необхідна залишкова волога зазвичай може бути досягнута тільки з компактними кристалами гіпсу.

Розчинні у воді солі

Підвищений вміст водорозчинних солей у сульфогіпсі виникає в основному з наступних причин:

- недостатня функція скрубер-системи: голчасті або пластинчасті кристали гіпсу із занадто маленьким розподілом часток;

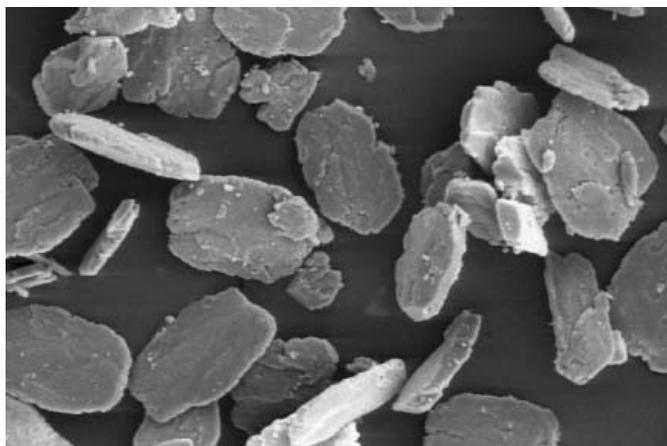


Рис. 3. Нестандартна (пластинчата) форма кристалів сульфогіпсу

- використання промивної води з дуже високим вмістом солі.

Вміст карбонату кальцію в сульфогіпсі

Якщо вміст карбонату кальцію надто високий (>1,2%), це особливо впливає на виробництво і подальше використання α -напівгідрату сульфату кальцію і ангідриду сульфату кальцію (може з'являтися пінна плівка на стяжках підлоги, яку треба бути відшліфувати). Крім того, з точки зору електростанції надто високий вміст карбонату кальцію в сульфогіпсі не зручний з економічних причин. Основною причиною цього явища може бути недостатня ступінь подрібнення вапняку і, виходячи з цього, його недостатня реактивність.

Ступінь білизни

Ступінь білизни має особливе значення для деяких типів застосування, зокрема, для виробництва гіпсових штукатурок та шпаклівок. В основному для цього використовується сульфогіпс з очищення за допомогою гашеного вапна. Але процес десульфуризації із застосуванням вапняка також може привести до дуже високого ступеня білизни сульфогіпсу в тому випадку, коли вапняк містить мало мінеральних домішок, таких як, зокрема, з'єднання заліза і марганцю. Ці мінеральні речовини приводять не тільки до зниження ступеня білизни, але і до збільшення зносу при подальшій обробці сульфогіпсу. Крім того, зміни у навантаженні, несправності системи фільтрації летючої золи, збільшення використання альтернативних видів палива та недостатня якість вапняку можуть призвести до проблем якості сульфогіпсу.

Ступінь чистоти гіпсу

Потрібна ступінь чистоти забезпечується при використанні високоякісного вапняку вище 95%. При цьому теоретично можна отримати гіпс вмістом 96,6%, що відповідає технічним характеристикам Eurogypsum (таблиця 1) і зазвичай не викликає жодних проблем. Проблема може виникнути через утворення залишкового карбонату, а також за рахунок появи більшого обсягу пилу, викликаного неправильною експлуатацією електростатичного фільтра або за рахунок використання вугілля типів, які не відповідають проектним параметрам електростанції. Це може призвести в деяких випадках до появи значних дефектів при експлуатації, так як найменші частинки не можуть бути легко видалені через циклони.

Протягом десятиліть використання процесів вологої десульфуризації для виробництва сульфогіпсу з потрібними технічними характеристиками при виробництві електроенергії показало свою ефективність у всьому світі. В той же час європейська гіпсова промисловість, зокрема, ті її представники, хто в якості сировини використовували природний гіпс, що добувався у відкритих кар'єрах, адаптувалися і внесли додаткові інвестиції у переробку вологого, тонкодисперсного сульфогіпсу [4]. Необхідною умовою для надійного використання сульфогіпсу на довгостроковій основі є його отримання з параметрами, що відповідають найважливішим технічним характеристикам гіпсової промисловості, а також оптимізація транспортних зв'язків гіпсового заводу, який може або працювати в безпосередній близькості від електростанції або мати надійні поставки, зокрема, шляхом залізничних і/або корабельних перевезень.

Оскільки сульфогіпс використовується як сировина для гіпсової промисловості в якості повноцінної заміни природного гіпсу, енергетична промисловість повинна переконатися в тому, що підтримується ряд важливих параметрів якості, так як відхилення від них можуть привести до серйозних проблем в процесі виробництва будівельних матеріалів на основі гіпсу або появи претензій від споживачів. Тим не менш, сульфогіпс, що виробляється на європейських електростанціях, зазвичай відповідає технічним вимогам сировини для гіпсової промисловості. Проте, деякі серйозні відхилення відбуваються постійно, тому абсолютно необхідно прийняти пропозиції гіпсової промисловості про консультування стосовно технологічного процесу та оптимізації існуючого управління якістю.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Гавриш А.М. Производство гипсовых строительных материалов из отходов промышленности // Строительные материалы и изделия. Всеукраинский научно-технический и производственный журнал, № 5 (76), 2012. – С. 9–10.
2. Demmich, J. Flue Gas Desulphurisation Gypsum as a Raw Material // VGB Power Tech, №8, 2010. – S. 47–52.
3. Schmitt, H. FGD gypsum as a raw material used in the gypsum industry // VGB Power Tech, № 3, 2012. – S. 90 – 96.
4. Гавриш А.М. Из опыта промышленной переработки сульфогипса в Германии // Производство строительных материалов и изделий с использованием отходов промышленности. Сборник трудов 1-го научно-практического семинара с участием иностранных специалистов. ТАСИ, Ташкент, 2011. – С. 117–120.

ИННОВАТИВНЫЕ СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ В СОВРЕМЕННОЙ АРХИТЕКТУРЕ

7–8 ноября 2012 в г. Штутгарт (Германия) состоялась выставка «**architect@work**», которая проходит несколько раз в год в различных городах Европы. Она собирает архитекторов, дизайнеров, специалистов в области строительства, так как на ней представлены главным образом инновативные строительные материалы.

Инновация, нововведение (англ. innovation) согласно «Википедии» – это внедренное новшество, обеспечивающее качественный рост эффективности процессов или продукции, востребованное рынком. Чтобы отличать инновации от таких понятий как изобретение, рационализация, креативность нередко уточняется, что особенность инновации в том, что она позволяет создать дополнительную ценность.

Различают следующие основные виды инноваций:

- технологические – получение нового или эффективного производства имеющегося продукта, изделия, техники, новые или усовершенствованные технологические процессы;
- продуктовые – создание продуктов с новыми и полезными свойствами;
- маркетинговые – реализация новых или значительно улучшенных маркетинговых методов.

Переход от инновационной насыщенности к инновационной открытости – отличительная черта постиндустриальной эпохи. В современных условиях, правительства различных стран инвестируют огромные средства в научные исследования и инновационную деятельность. Согласно интернет-источников, например, Германия на научные исследования и разработки направляет около 2,7 % ВВП, США – 2,8 %, Япония – около 3,5 %.

Строительный материал для архитектора – это, в первую очередь, средство выразительности и неповторимости. Тем не менее, огромным препятствием на пути реализации стремления к неповторимости в архитектурном творчестве были и остаются такие факторы как определенные требования к функциональности и экономичности проектируемого объекта, наличие подходящих строительных материалов, а также уровень развития строительных технологий. Поэ-

тому, по мнению специалистов, поиски оригинальных архитектурных форм, вылившиеся в ультрасовременные стили и течения (авангардизм, хай-тек, деконструктивизм), могут иметь отношение к узкому кругу единичных объектов. Наверное, можно согласиться с этим утверждением, пока речь идет о внешних ограждающих конструкциях. Что же касается дизайна интерьера, то здесь наблюдается обратная тенденция: качество отделки, оригинальная планировка, организация внутреннего пространства в соответствии с определенным архитектурным стилем для большинства заказчиков сегодня более важны, чем внешний облик здания, в котором они проживают. Чтобы соответствовать этому требованию времени, архитектурный авангард начал экспериментировать с традиционными строительными материалами, приспособляя их в новом качестве для решения дизайнерских задач. Новые компьютерные программы позволили с начала 90-тых годов прошлого столетия перейти от формальных экспериментов к виртуальным: дизайнеры смогли разрабатывать сложнейшие формы, создать которые с помощью классических строительных материалов трудно или вообще невозможно.

Производители строительных материалов отреагировали на эту новую тенденцию: появляются все новые необычные многофункциональные композиционные материалы, к примеру – термочувствительные краски, бесшовные пластмассовые покрытия, сооружения из жесткого пенополистирола, светопропускаемый бетон и т.п. Немецкая компания Кнауф разработала и внедрила в производство целый ряд функциональных гипсовых строительных плит – основного материала для сухого строительства, которые открывают новые почти безграничные возможности для дизайнера архитектурной среды. Технологии Кнауф позволяют архитекторам и дизайнерам решать обширный круг вопросов формообразования – от самых простых (ломанных) и до очень сложных криволинейных поверхностей, включая шар, колонну и т.п.

В связи с архитектурным уклоном выставки «**architect@work**» инновации в стройматериалах сводились главным образом к формообразованию, по-

верхности, цвету и свету. На выставке была представлена продукция фирмы Кнауф Рислер.

Компания Кнауф приобрела в 2012 году контрольный пакет акций предприятия «Рислер» (RiesslerGmbH&Co.KG). Новое предприятие называется «Кнауф Рислер» и выпускает широкий ассортимент гипсовых плит со специальными покрытиями, готовыми к эксплуатации после монтажа на металлическом каркасе.

Оба семейных предприятия – Кнауф и Рислер – уже давно и плодотворно сотрудничают: много лет Рислер специализируется на нанесении покрытий на гипсоволокнистые плиты, выпускаемые Кнауф в Заттельдорфе. Так получают высококачественные негорючие обшивки для стен и потолков со специальными очень высокими характеристиками касательно акустики и качества поверхности, известные на рынке строительных материалов под брендом VINOVA – panel. Поверхность панелей VINOVA, в названии которых уже заложено понятие инновативности, может быть в виде фурнитуры из высококачественных пород дерева, а также в виде лакокрасочных покрытий (блестящих или матовых; гладких, перфорированных или рифленых; различных цветов и оттенков, включая нанесение декоративных рисунков с помощью современных компьютерных технологий). Толщина плит составляет от 12 до 25 мм, размеры – максимум 3000 x 600 мм.

Благодаря сотрудничеству с Кнауф, фирма Рислер в последнее время уже принимала участие в отделке многих важных объектов в Европе, например, терминала № 2 в Лондонском аэропорту «Хитроу». Кнауф Рислер работает над новыми инновативными решениями в области покрытий гипсокартонных плит. Эта продукция и системы для разнообразных сфер применения уже прошли этап прототипов и появятся на рынке в 2013 году.

Хотелось бы отметить еще одну маркетинговую инновацию компании Кнауф, которая уделяет большое внимание близости к потребителям ее продукции (учебные центры Кнауф, сотрудничество с ВУЗами и ПТУ, издание учебной литературы, консультации строителей на стройплощадке, презентация новых технологий в регионах с помощью Кнауф – инфомобилей и т.п.): **город – мастерская Кнауф** – регулярная региональная выставка продукции Кнауф,

в рамках которой проводятся различные мероприятия (презентации, мастер-классы, конференции, семинары и т.п.). **Дни фирмы Кнауф начинаются в новом году под девизом «Совершить открытие. Познать. Участвовать».** Проектировщики, архитекторы, компании, торгующие строительными материалами и профильные предприятия, занимающиеся отделочными работами, встретятся с января по март в шести городах Германии с экспертами предприятий группы Кнауф для обмена информацией и мнениями о новшествах, системных решениях и тенденциях отрасли. **Региональные выставки Кнауф в январе – марте 2013 года будут проходить в следующих городах Германии: Бохум, Штутгарт, Нюрнберг, Майнц, Лейпциг, Гамбург.**

Принимающая сторона представит новую программу: проходя по различным кварталам **города-мастерской Кнауф**, участники узнают в теории и на практике о многочисленных новых продуктах, новых методах и задачах всех предприятий группы Кнауф. Ключевыми темами мероприятия являются системы сухого строительства для полов, стен и потолков, штукатурка и фасады, теплоизоляция и энергоэффективность, деревянные конструкции, технология отделки поверхностей, а также эффективное оборудование для нанесения красок, штукатурок и строительных растворов.

Посетители дней фирмы Кнауф могут пройти городскими кварталами, в зависимости от основного направления деятельности предприятия, провести переговоры со специалистами фирмы Кнауф и собрать информацию о продемонстрированных новшествах. Интернет-кафе в городе-мастерской Кнауф представляет разные программные утилиты и мобильные приложения группы Кнауф и приглашает их опробовать. На некоторых стендах посетители могут получить информацию о партнерской программе по специализированной торговле, а также о клубе Кнауф, организованном для предпринимателей отрасли. Кроме того, в специальных помещениях проходит обширная программа в виде докладов с дополнительной информацией по отдельным ключевым вопросам. Здесь представляется удобный случай для профессионального обмена опытом с коллегами по отрасли. Получить больше информации и зарегистрироваться для участия в днях Кнауф в том или ином городе можно по адресу www.knauf-werktage.de.

ИНФОРМАЦИЯ И СООБЩЕНИЯ

Фотозвіт офіційного візиту Міністра регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства Геннадія Темника на завод з виробництва залізобетонних будівельних конструкцій ТОВ «Бетон Комплекс» Асоціації «Промислово-будівельна група «Ковальська» у м. Києві



За дорученням Віце-прем'єр-міністра України Олександра Вілкула Міністр регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства Геннадій Темник 24 січня 2013 провів робочу нараду щодо залучення нових технологій на заводі з виробництва залізобетонних будівельних конструкцій ТОВ «Бетон Комплекс» Асоціації «Промислово-будівельна група «Ковальська» у м. Києві.

На нараді були присутні: Іван Салій, голова наглядової ради Асоціації «Всеукраїнський союз виробників будівельних матеріалів та виробів», Дмитро Ісаєнко, заступник Міністра регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, Едуард Шевчук, віце-президент ПАТ ХК «Київміськбуд», Петро Шиліюк, голова правління ПАТ «Домобудівний комбінат № 4», Анатолій Роговий, генеральний директор ПАТ «Будівельна компанія «Домобудівник», Сергій Алексєєв, голова правління ПАТ «Завод залізобетонних конструкцій №1», Геннадій Фаренюк, директор державного підприємства «Науково-дослідний інститут будівельних конструкцій», Юрій Червяков, в.о. директора державного підприємства «Науково-дослідний та проектно-конструкторський інститут будівельних матеріалів та виробів» та Олександр Чижевський, директор Українського державного науково-дослідного і проектного інституту цивільного будівництва «УкрНДІпроцивільбуд».

Вітчизняні та іноземні інвестори спрямовують фінансові ресурси у будівництво і розвиток новітніх високотехнологічних виробництв будівельних матеріалів в Україні. Про це сказав Міністр регіонального розвитку, будівництва та жит-



лово-комунального господарства України Геннадій Темник, коментуючи ситуацію на ринку будівельних матеріалів.

За словами Міністра, у 2012 році в Україні ввели в експлуатацію понад 20 нових виробництв сучасних будівельних матеріалів. Інвестори спрямували ресурси на оснащення виробництв новітнім обладнанням, подбали про залучення енергозберігаючих технологій і розвиток інфраструктури населених пунктів, де вони розміщені.

«Наприклад, у Броварах введено в дію завод метало-конструкцій потужністю 30 тисяч тонн на рік, оснащений

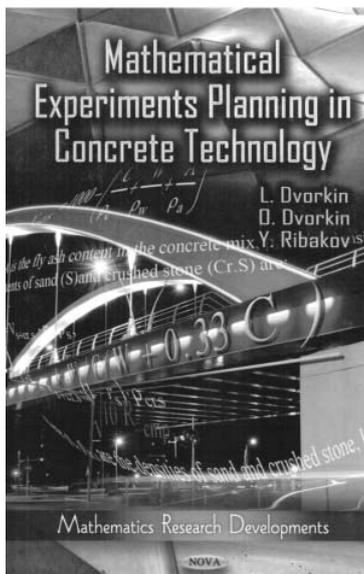
новітнім обладнанням, яке не має аналогів серед країн СНД. На Дніпропетровщині – завод з випуску залізобетонних виробів потужністю 24 тисячі кубічних метрів на рік. Два цехи з виробництва паркету потужністю 4 і 20 тисяч метрів квадратних на рік і цех з виробництва віконних та дверних виробів введено в дію Івано-Франківській області. Освоєння виробництва мінераловатної теплоізоляції на нових 4 вітчизняних підприємствах дозволило більш ніж на 60% зменшити імпорт плитних волокнистих утеплювачів», – поінформував Геннадій Темник. Практично в кожній області, за словами Міністра, будівельна індустрія набирає обертів.

Загалом, зі слів Геннадія Темника, промисловість будівельних матеріалів налічує близько 4,5 тисяч виробництв. Більшість з них, стверджує Міністр, постійно працюють над розширенням асортименту і підвищенням якості своєї продукції до рівня міжнародних стандартів.

«Це досягається завдяки модернізації виробництва, впровадженню сучасних енергоефективних технологій, як того і вимагає від роботи кожної галузі, в тому числі і будівельної, Президент України Віктор Янукович», – додав Геннадій Темник.

По матеріалам прес-служби Мінрегіонбуду

Нова книга “Mathematical experiments planning in concrete technology” (“Математичне планування експерименту в технології бетону” Л.Й. Дворкін, О.Л. Дворкін)



В американському видавництві “Nova Science Publishers” (м. Нью-Йорк) побачила світ книга “Mathematical experiments planning in concrete technology” (“Математичне планування експерименту в технології бетону”), авторами якої є професори Л.Й.Дворкін та О.Л.Дворкін.

Це вже друге видання авторів в американському видавництві. Попереднє – підручник “Construction Materials” (“Будівельні матеріали”), що вийшов з друку рік тому.

Нова книга розкриває особливості математичних методів планування експериментів при вирішенні задач проектування складів бетонів із заданими властивостями. Дана праця ґрунтується на значному циклі робіт, присвячених математичному плануванню експерименту в технології бетону, що багато років розробляється проф. Л.Й.Дворкіним та його школою.

Автори є одними з провідних вчених в галузі будівельного матеріалознавства і технології бетонів, відомі не лише в Україні, але і далеко за її межами. Їх роботи опубліковані в багатьох країнах.

Приклади використання математичного планування експерименту, що наведені в книзі, пов’язані з науковими розробками, проведеними в Національному університеті водного господарства та природокористування.

Книга призначена для інженерів-будівельників, спеціалістів в технології бетону, наукових працівників та студентів технічних університетів.

РЕФЕРАТЫ

УДК 666.942 + 691.328.5

Фишер Х.-Б., Кривенко П.В., Саницкий М.А./ Исследование процесса стабилизации свойств гипсовых вяжущих // Строительные материалы и изделия. – 2013. – №1. – С. 3–6. – Табл. 3. – Рис. 10. – Библиограф.: 7 назв.

Приведены результаты исследований процесса стабилизации свойств строительного гипса путём «целенаправленного старения», что позволяет повысить прочностные показатели вяжущего за счёт снижения водопотребности из-за уменьшения распада частиц при их контакте с водой.

Установлена взаимосвязь между способом получения, условиями обжига и поглощением влаги гипсовыми вяжущими, а также показано различие между вяжущими на основе природного гипсового камня и REA-гипса с точки зрения их поведения при «старении». Исследовано влагопоглощение, удельную поверхность по БЭТ, микроструктуру, гранулометрический состав, кинетику тепловыделения и фазовый состав гипсовых вяжущих в процессе их старения.

Наведени результати дослідження процесу стабілізації властивостей будівельного гіпсу шляхом «цільспрямованого старіння», що дозволяє підвищити міцнісні показники в'язучого за рахунок зниження водопотреби із-за зниження розпаду частинок при їх контакт з водою. Встановлено взаємозв'язок між способом одержання, умовами випалу та поглинанням вологи гіпсовими в'язучими, а також показана відмінність між в'язучими на основі природного гіпсового каменю і REA-гіпсу з точки зору їх поведінки при «старінні». Досліджено поглинання вологи, питому поверхню за БЭТ, микроструктуру, гранулометричний склад, кінетику тепловиділення та фазовий склад гіпсових вяжущих у процесі їх старіння.

The investigation results of the stabilization properties of gypsum binders by "purposeful aging," which can improve strength characteristics by reducing water requirement due to decreasing of disintegration particles through their contact with water were presented. The relation between the preparation method, burning conditions and moisture absorption of gypsum binder was found, and the difference between binders based natural gypsum stone and REA-gypsum in terms of their behavior in the "aging" was shown. Water absorption, specific surface area BET, microstructure, grain size distribution, kinetics of heat of hardening and phase composition of gypsum binders in their aging process was investigated.

УДК 544.77:66.063.6(063)

Трофимова Л.Е., Урьев Н.Б. / Топологическое моделирование в физико-химической динамике и в технологии строительных материалов // Строительные материалы и изделия. – 2013. – №1. – С. 7–8. – Рис. 4. – Библиограф.: 5 назв.

Предложено для описания аномального поведения некоторых дисперсных систем и материалов привлечь топологический подход, основанный на теории катастроф. Проанализированы процессы структурообразования дисперсных систем в динамических условиях. На конкретных примерах показана целесообразность использования данного методического подхода в комплексе с принятыми инструментальными способами исследования свойств структурированных дисперсий и материалов на их основе.

Запропоновано для опису аномальної поведінки деяких дисперсних систем і матеріалів привернути топологічний підхід, заснований на теорії катастроф. Проаналізовані процеси структуроутворення дисперсних систем в динамічних умовах. На конкретних прикладах показана доцільність застосування даного методичного підходу в комплексі з прийнятими інструментальними способами дослідження властивостей структуризованих дисперсій і матеріалів на їх основі.

It is suggested for description of aberrant behavior of some disperse systems and materials to attract the topology approach based on the theory of catastrophes. The processes of disperse systems formation are analysed in dynamic conditions. Specific examples were used to demonstrate the expediency of the use of this methodical approach in a complex with the accepted instrumental methods of research of properties of the structured disperse systems and materials on their basis.

УДК 620.193:624.92

Колесник Д.Ю., Файнлейб О.М., Сахно В.І. / Поверхневая обработка цементного камня винилсилкатом натрия // Строительные материалы и изделия. – 2013. – №1. – С. 9–10. – Рис. 4. – Библиограф.: 6 назв.

В работе исследовано влияние поверхностной пропитки цементного камня функциональными силикатами натрия с их последующей радиационной полимеризацией. Показано, что радиационно-химическая модификация искусственного камня улучшает его физико-механические свойства.

В даній роботі досліджено вплив поверхневого просочення цементного каменю функціональними силікатом атомів натрію з їх наступною радіаційною полімеризацією. Показано, що радіаційно-хімічна модифікація штучного каменю вказаною технологією суттєво покращує фізико-механічні властивості.

In work influence of impregnation of a cement stone by functional siloxane siloxane of sodium with the subsequent radiating polymerisation is investigated. It is shown, that radiation-chemical updating of an artificial stone improves its physical-mechanical properties.

УДК 691.54

Дворкин Л.И., Дворкин О.Л., Чорная И.В. / Применение цементной пыли в сухих смесях для строительных растворов // Строительные материалы и изделия. – 2013. – №1. – С. 11–13. – Табл. 3. – Рис. 4. – Библиограф.: 4 назви.

Приведены экспериментальные данные, показывающие целесообразность применения в строительных растворах композиционных вяжущих, включающих портландцемент, доменный шлак и цементную пыль. Проанализировано влияние на прочность растворов, водопотребность и подвижность растворных смесей состава вяжущих, содержания в них щелочей и свободной извести.

Приведені експериментальні дані, що показують доцільність використання в будівельних розчинах композиційних в'язучих, які містять

портландцемент, доменный шлак и цементный пил. Проанализирован вплив на міцність розчинів, водопотребу і рухливість розчинових сумішей складу в'язучих, вмісту в них лугів і вільного вапна.

The experimental data showing the expediency of using in mortars composite binders including Portland cement, blast furnace slag and cement dust is given. The effect of binders composition, content of alkali and free lime on the mortars strength, plasticity and water demand is analyzed.

УДК 666.97

Прилуцкая С.П. / Проблема водоотделения в бетонных смесях // Строительные материалы и изделия. – 2013. – №1. – С. 13–14. – Рис. 1. – Библиограф.: 5 назв.

В статье автор затрагивает проблему важности создания в Украине нормативных документов, регламентирующих водоотделение цемента, раскрывает причины расслоения бетонной смеси и способы борьбы с ними.

У статті автор висвітлює проблему важливості створення в Україні нормативних документів, що регламентують водовідділення цементу, розкриває причини розшарування бетонної суміші та методи боротьби з ними.

The author of the article touched on the importance of legal documents development which regulate cement water separation, discovered reasons of concrete demixing and methods of fight against them.

УДК 691.3

Червяков Ю.М. / Забезпечення житлового будівництва дрібноштучними стіновими виробами // Строительные материалы и изделия. – 2013. – №1. – С. 15–16. – Табл. 2. – Библиограф.: 8 назв.

Наведено розрахунки витрат стінових виробів з ніздрюватого бетону, керамичної та силікатної цегли на будівництво житла. Наголошено на необхідності створення нових підприємств з виробництва ніздрюватобетонних виробів з нарощуванням загальної потужності вдвічі.

Приведени расчёты расходов стеновых изделий из ячеистого бетона, керамического и силикатного кирпича на строительство жилья. Отмечена необходимость создания новых предприятий по производству ячеистобетонных изделий с наращиванием общей мощности вдвое.

Calculations of wall products consumptions made from cellular concrete, ceramic and calcium-silicate brick for housing are given. Noted the necessity to create new enterprises for the production of cellular concrete products with raising of total output twice as much.

УДК 666.973

Филатов А.Н. / Ячеистый бетон и вода // Строительные материалы и изделия. – 2013. – №1. – С. 16–19. – Рис. 1. – Библиограф.: 10 назв.

Рассмотрена роль воды в технологии ячеистого бетона, ее участие в формировании структуры бетона, а также влияние воды на технологические параметры сырьевой смеси и свойства ячеистого бетона в период его эксплуатации в зданиях.

Розглянута роль води в технології ніздрюватого бетону, її участь у формуванні структури бетону, а також вплив води на технологічні параметри сировинної суміші та властивості ніздрюватого бетону під час його експлуатації в будинках.

Considered importance of water in the technology of cellular concrete, its participation in forming of concrete structure as well as influence of water on technological parameters of raw mix and properties of cellular concrete during its service in buildings.

УДК 338.2

Гладка Т. М. / Нанотехнології є сферою знань з державним стратегічним плануванням // Строительные материалы и изделия. – 2013. – №1. – С. 22–23. – Библиограф.: 7 назв.

Научные разработки в наносфере в ближайшем будущем будут играть ключевую роль в различных видах человеческой деятельности. На примерах действующих государственных программ ведущих промышленно развитых стран мира рассмотрены механизмы финансирования и организационно-административные системы для обеспечения реализации этих программ.

Наукові розробки в наносфері в найближчому майбутньому будуть відігравати ключову роль в різних видах людської діяльності. На прикладах діючих державних програм провідних промислово розвинених країн світу розглянуті механізми фінансування та організаційно-адміністративні системи для забезпечення реалізації цих програм.

Scientific developments in the nanospheres in the near future will play a key role in a variety of human activities. The examples of existing state programs leading industrialized countries the mechanisms of funding and organizational and administrative systems to ensure the implementation of these programs.

УДК 666.942.35

Гавриш О.М. / Особливості отримання високоякісного сульфогіпсу як сировини для гіпсової промисловості // Строительные материалы и изделия. – 2013. – №1. – С. 24–27. – Табл. 1. – Рис. 3. – Библиограф.: 4 назви.

Сульфогіпс (отриманий в установка по десульфурізації димових газів гіпс) використовується як сировина в галузі виробництва будівельних матеріалів. В статті приведені можливі відхилення від параметрів якості, їх вплив на процеси виробництва гіпсової продукції та можливі варіанти їх усунення в процесі десульфурізації.

Сульфогіпс (полученный в установках по обессериванию дымовых газов гипс) используется как сырье в области производства строительных материалов. В статье приведены возможные отклонения от параметров качества, их влияние на процессы изготовления гипсовой продукции и возможные варианты их устранения в процессе обессеривания.

FGD-gypsum (gypsum obtained as a result of flue gas desulphurisation) is used as a raw material in the sphere of construction materials production. The article specifies all possible deviations from quality parameters, their influence on the gypsum materials production and possible variants of their elimination within the desulphurisation process.

УСЛОВИЯ РАЗМЕЩЕНИЯ РЕКЛАМЫ В ЖУРНАЛЕ “СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ИЗДЕЛИЯ”

Размер блока	Стоимость рекламного блока в у.е.		Надбавка за размещение рекламы: 1-я страница обложки +25%, 4-я страница обложки +30%, 2-я и 3-я страницы обложки +20%
	цветной	черно-белый	
1 (196x276 мм)	1200	700	Оплата в гривнях с учетом налогов
1/2 (196x136 мм)	700	400	
1/4 (96x136 мм)	400	250	
1/8 (96x66 мм)	250	175	

Размещение статьи формата А4 – 900 грн.

За разработку и изготовление оригинал-макетов дополнительно оплачивается:

- ✓ для черно-белой рекламы – 8 % от стоимости рекламного блока;
- ✓ для цветной – 10 % от стоимости рекламного блока

ДОСТАВОЧНАЯ КАРТОЧКА

на подписку журнала
“Строительные материалы и изделия”
на 2013 год

Полное название организации-получателя _____

Фамилия, имя, отчество руководителя _____

Почтовый адрес получателя _____

Телефон _____ Факс _____

Количество комплектов подписки _____

УСЛОВИЯ ПОДПИСКИ

Оформить подписку на журнал “Строительные материалы и изделия” Вы сможете через редакцию журнала, оплатив нижеуказанный счет и выслав заполненную доставочную карточку вместе с копией платежного поручения по адресу:
04080, г. Киев, ул. Константиновская, 68,
“НИИСМИ”, т./ф. (044) 417-62-96.

Мы гарантируем пересылку каждого номера журнала по указанному Вами адресу.

Реквизиты для оплаты:

Р/с 26001301424 в Подольском отделении №5393 ОАО Сбербанк г. Киева, МФО 320382, код 00294349