

// Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди. – Рівне: НУВГП, 2009. – Вип. 18. – С. 3 – 12.

б. ДБН А.3.1-8-96. Проектування підприємств

з виробництва залізобетонних виробів. – К.: Держбуд України, 1998. – 47 с.

УДК 666.327

Дёмина О.И., Костюк Т.А., Деденёва Е.Б., Салия М.Г.

*Харьковский национальный университет строительства и архитектуры*

### ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА В КАЧЕСТВЕ ВЯЖУЩЕГО БЕЗГИПСОВОГО ЦЕМЕНТА (БГЦ) ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ МЕЛКОЗЕРНИСТОГО БЕТОНА

Обоснование выбора в качестве вяжущего безгипсового цемента (БГЦ) для получения мелкозернистого бетона основывалось на проведенных экспериментальных исследованиях.

Известно, что отсутствие в БГЦ двухводного гипса обычно приводит к практически мгновенному схватыванию системы цемент-вода. Это происходит потому, что при затворении цемента водой в начальный период времени образуются гидроалюминаты кальция с положительным знаком заряда поверхности, активно реагирующие с отрицательно заряженными частицами силикатных составляющих цементных зерен.

Во избежание мгновенного схватывания бетонной смеси и для придания необходимых свойств бетонному камню было проанализировано влияние химических и минеральных добавок на процессы формирования структуры бетона, как в начальный период твердения, так и на его конечную прочность. В связи с этим были проведены поисковые исследования по выбору и определению влияния добавок на структуру и свойства мелкозернистого бетона. На основании этого поиска были рекомендованы следующие виды добавок:

- полуводный гипс;
- чистые химические добавки (нитрат кальция и хлорид кальция).

В качестве гипсовой добавки использовали насыщенный раствор строительного низкомарочного гипса.

Механизм структурообразования и твердения сульфатоклинкерных систем, с

точки зрения коллоидно-химических явлений, представляет собой образование комплексных солей гидросульфатоалюминатов, которые при малом содержании гипса образуют коллоидные пленки новообразований на зернах клинкера, задерживают гидролиз последних, «запирая» продукты гидролиза в твердой фазе, уплотняют ее и приводят к твердению цементного камня. Концентрации порового электролита при этом невелики, суспензия устойчива, преобладают процессы сольватации (гидратации зерен клинкера), что положительно влияет на повышение структурной прочности.

Проведенные эксперименты по введению гипсовой добавки показали, что избыток гипса может привести к образованию гидросульфатоалюминатов в уже сформировавшейся микроструктуре бетонного камня (цементной матрице), что особенно нежелательно для изделий дорожных покрытий. В связи с тем, что эксплуатация дорожных покрытий предполагает циклическое воздействие на них влаги, то проведенные испытания моделировали вышеуказанные условия, т.е. выдержка образцов осуществлялась в переменном уровне воды. Полученные результаты по введению различного количества полуводного гипса приведены в табл.1.

Как видно из табл. 1, избыточное количество гипса (10 %) приводит к разрушению цементного камня, что можно объяснить образованием гидросульфатоалюминатов кальция. Недостаток

гипса (0,2 %) снижает прочностные показатели примерно на 25 %, что объясняется частичной потерей прочности еще на стадии перемешивания бетонной смеси.

Таблица 1 - Влияние содержания полуводного гипса на прочность БГЦ

№ п/п	Прочность, МПа	Концентрация полуводного гипса, % (от БГЦ)				
		10	5	3	0,3	0,2
1	Структурная	8,3	8,1	8,5	8,5	3,4
2	В возрасте 28 суток	30,7	30,8	30,9	31,5	25,6
3	В возрасте 6 месяцев (хранение в переменном уровне)	разрушился	39,6	39,8	40,5	30,6

Поэтому оптимальной концентрацией гипса был выбран его насыщенный раствор (0,3 % от количества БГЦ), что в 10 раз менее чем в обычном портландцементе и решает задачу получения высокой структурной прочности бетонных образцов, исключая возможность образования соединений гидросульфаталюминатов в уже сложившейся структуре бетонного камня. Это обстоятельство будет способствовать повышению долговечности службы дорожных покрытий.

Для регулирования процессов твердения и набора прочности в ранние сроки без использования тепловлажностной обработки составов на БГЦ была введена полифункциональная добавка, состоящая из пластификатора ОВЛ, ускорителя твердения - хлорида кальция и уплотняющей добавки - нитрата кальция.

Известно, что для замедления процесса схватывания БГЦ используется комплексная добавка поташа и СДБ (кальциевая соль лигносульфоновой кислоты). СДБ сама по себе незначительно замедляет схватывание, а поташ сам по себе является ускорителем. Но при комплексном введении этих добавок замедление начала схватывания продлевается до 45 мин., а конец – до 50

мин. Механизм этого процесса объясняется тем, что двухвалентные катионы кальция сульфокислотных радикалов замещаются на одновалентные катионы калия, что приводит к увеличению «активных» молекул лигносульфонатов и повышению их пластифицирующего действия. В результате такого замещения образуется мелкодисперсный карбонат кальция, который в портландцементном клинкере в первые моменты гидратации адсорбируются трехкальциевым алюминатом и на его поверхности образуется пленка нерастворимого гидрокарбоалюмината кальция, типа  $C_3A \cdot 3CaCO_3 \cdot 32H_2O$ , именно он в такой системе выполняет роль гипса, взаимодействуя с алюминатной фазой клинкера, образуя этtringит.

В то же время, если ввести в систему свободный  $CaCO_3$ , то начинается активная гидратация трехкальциевого алюмината, подтверждаемая скачком тепловыделения, при этом образуются гексагональные гидроалюминаты кальция, разрывающие нерастворимые пленки гидрокарбоалюминатов кальция, обнажая поверхность клинкерных зерен. В результате интенсивной гидратации алюминатной фазы БГЦ образуются гексагональные алюминаты кальция типа  $C_4AH_{19}$  и  $C_4AH_{13}$ , и наблюдается превращение  $C_3A \cdot 3CaCO_3 \cdot 32H_2O$  в  $C_3A \cdot 3CaCO_3 \cdot 11H_2O$ .

При дальнейшем твердении прирост прочности обеспечивается уже силикаными фазами клинкера.

На основе вышеизложенного в наш состав в качестве пластифицирующей добавки использован ОВЛ. В своем составе ОВЛ содержит лигносульфонат технический и дополнительно гидроксид натрия, который способствует замещению двухвалентных катионов кальция на катионы натрия в молекуле ЛСТ.

Используемый в нашей полифункциональной добавке неорганический комплекс  $[Ca(NO_3)_2 + CaCl_2]$ , который способствует набору прочности в ранние сроки твердения и переводит  $C_3A \cdot 3CaCO_3 \cdot 32H_2O$  в кристаллогидраты типа гидронитрохлоралюминаты и гидро-

нитроалюмокарбонаты, что и упрочняет структуру цементной матрицы на микроуровне. Дальнейший набор прочности происходит по уже описанной выше схеме за счет силикатной фазы цементного клинкера.

Это теоретическое обоснование подтвердилось результатами экспериментальных исследований. Сроки схватывания БГЦ с полифункциональной вышеуказан-

ной добавкой составили: начало схватывания около 17 мин., а конец – порядка 36 мин. Нормальную густоту определяли на приборе Вика с пестиком Тетмайера. Определение сроков схватывания проводили по стандартной методике на приборе Вика с иглой.

Полученные результаты представлены в табл. 2.

Таблица 2 - Влияние комплексной добавки на сроки схватывания БГЦ

№ п/п	Входящие компоненты					Сроки схватывания,	
	БГЦ	насыщ. р-р гипса	комплексная добавка			начало, мин	конец, мин
			ОВЛ	Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	CaCl <sub>2</sub>		
1	+	+	-	-	-	10	13
2	+	-	+	-	-	90	не норм.
3	+	-	-	+	-	до 5	6
4	+	-	-	-	+	до 5	6
5	+	+	+	+	+	35	45

Данные табл. 2 дают основание рекомендовать применение вышеуказанной полифункциональной добавки для решения проблемы получения пресованных изделий с ускоренным набором отпускной прочности без тепло-влажностной обработки.

Влияние полифункциональной добавки на прочностные характеристики бетона на БГЦ изучали на образцах-кубах с размером ребра 5 см. Образцы изготавливали по две серии из 6 штук на каждый вид испытания. За результаты приняты средние значения по 6-ти образцам двух серий. Достоверность результатов составила не менее 95 %. Хранение образцов проводилось по стандартной методике в ванне с водяным затвором.

Структурная прочность при сжатии свежеспрессованных образцов из мелкозернистого крупнопористого бетона на БГЦ с вышеуказанными добавками повысилась примерно в 4 раза, прирост прочности в возрасте 3 суток увеличился более чем в 2 раза.

Результаты испытаний приведены на рис. 1.

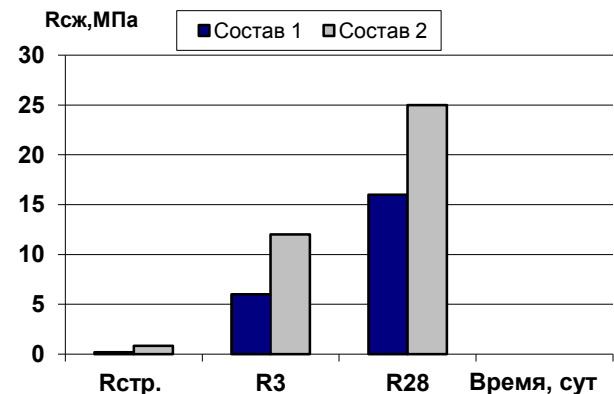


Рис. 1. Влияние комплексной добавки на прочность крупнопористого мелкозернистого бетона: состав 1- без добавок; состав 2 – с комплексной добавкой

Таким образом, для получения структурной прочности изделий на БГЦ возможно использование полуводного гипса в оптимальных пропорциях, а для набора конечной прочности – комплексной добавки, состоящей из пластификатора, нитрата и хлорида кальция.

## ЛИТЕРАТУРА:

1. Бабушкин В.И., Кондращенко Е.В., Костюк Т.А. Роль электрогетерогенных взаимодействий. / Сб. Докладов 2-го международного совещания по химии и технологии цемента. - М., 2000. - С.86-87.

2. Бабушкин В.И., Плугин А.А., Матвиенко В.А., Костюк Т.А./ Влияние активных поверхностных центров на прочность свежесформованных мелкозернистых бетонов./ Науковий вісник будівництва.- Харків; ХДГУБА; ХОТВ АБУ. 1999. - Вип. 5. - С.85-89.
3. Бабушкин В.И., Кондращенко В.И. О роли коллоидно-химических явлений в процессах гидратации, структурообразования и коррозии цемента и бетона // Труды МИИТ.- Вып. 902.- М., 1997.- С.65-69.
4. Горшков В.С., Тимашев В.В., Совельев В.Г. Методы физико-химического анализа вяжущих веществ. – М.: Высшая школа, 1981. – 335 с.
5. Мчедлов-Петросян О.П. Химия неорганических строительных материалов / О.П. Мчедлов-Петросян. – М.: Стройиздат, 1988. – 304с.
6. Сватовская Л.Б., Сычев М.М., Орлеанская Н.Б. Электронные явления при твердении вяжущих// Цемент.- 1980.-№7.

УДК 628.147.25

**Гончаренко Д.Ф., Бондаренко Д.А.**

*Харьковский национальный университет строительства и архитектуры*

**Коваленко А.Н., Булгаков Ю.В.**

*КП «Харьковводоканал»*

## **ПРЕИМУЩЕСТВА ПРИМЕНЕНИЯ БАЗАЛЬТОВЫХ ТРУБ В ПОДЗЕМНЫХ ИНЖЕНЕРНЫХ КОММУНИКАЦИЯХ**

**Введение.** На сегодняшний день рациональный выбор материала для ремонтно-восстановительных работ на сетях водоснабжения и водоотведения является актуальной задачей.

Опыт применения металлических труб для систем холодного и горячего водоснабжения, водоотведения, транспортировки нефтепродуктов и других агрессивных жидкостей показал, что они сильно подвержены коррозии, снижающей срок их эксплуатации до нескольких лет.

**Цель и задачи.** Естественной является наблюдаемая в мире тенденция к замене стали и чугуна на композиционные материалы с высокой химической стойкостью и долговечностью, к которым в первую очередь следует отнести стеклопластики, обладающие комплексом высоких эксплуатационных свойств. Однако, в настоящее время требования к композитам возросли, особенно в части их тепло- и химической стойкости, устойчивости к действию микроорганизмов, грунтовых и сточных вод [1]. Одним из эффективных вариантов, который удовлетворяет пере-

численным критериям, является применение труб на основе базальта.

**Результаты исследования.** Базальт – это изверженная горная порода, обладающая особыми свойствами: мало подвержен механическому истиранию и имеет очень высокую прочность, при этом он индифферентен к любым неорганическим или органическим кислотам, а также и щелочам, кроме того базальт имеет высокую температуру плавления [2].

Базальтовые трубы имеют высокую хладостойкость, что делает возможным использование их при монтаже трубопроводов, пролегающих по поверхности земли. Трубы из этого материала обладают очень низким коэффициентом теплопроводности, а это позволяет значительно снизить энергозатраты во время транспортировки теплоносителей. Также базальтовые трубы защищены от «зарастания» внутреннего сечения. Кроме того, существенным преимуществом является то, что при помощи базальтовых труб можно увеличить срок службы трубопроводов различного назначения в несколько раз.