

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ АКТИВНЫХ МИНЕРАЛЬНЫХ ДОБАВОК И ПОВЕРХНОСТНО-АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ НА ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ СТРУКТУРЫ МЕЛКОЗЕРНИСТОГО БЕТОНА

Д.Р. Хилажев, С.П. Горбунов

Представлены результаты экспериментальных исследований цементного камня и мелкозернистых бетонов, образование которых происходило при непосредственном участии таких структурообразующих элементов, как тонкодисперсный компонент и пластификатор.

Установлено, что при использовании тонкодисперсных добавок наблюдаются отклонения от известных закономерностей взаимосвязи «состав – свойство» цементных композиционных материалов.

Ключевые слова: шлакопортландцемент, доменный шлак, прочность, мелкозернистый бетон.

Во всем мире повышается объем производства цемента с минеральными добавками, которые позволяют регулировать целый ряд свойств бетона. Есть у такого цемента и минус – более медленное затвердевание бетона на начальном этапе набора прочности, особенно при твердении в нормальных условиях.

На наш взгляд, одним из способов активации является снижение В/Ц (водоцементного отношения) за счет водоредуцирования при использовании пластифицирующих добавок. В этом случае следует ожидать интенсификации процесса гидратации, так как с уменьшением воды будет быстрее происходить насыщение раствора $\text{Ca}(\text{OH})_2$, за счет чего и будет активизироваться процесс твердения. Наряду с обычными продуктами при твердении шлакопортландцемента образуются гелеобразные гидратные соединения с преобладанием низкоосновных гидросиликатов кальция. Затвердевший шлакопортландцементный камень характеризуется меньшим содержанием кристаллического $\text{Ca}(\text{OH})_2$ и более плотной гидросиликатной гелевой структурой. Этими особенностями структуры объясняются высокая водонепроницаемость и устойчивость к агрессивным средам бетона на шлакопортландцементе [1].

Целью исследования было изучение структурных характеристик цементного камня с применением граншлака и различных пластификаторов, выявить особенности гидратации в присутствии добавок и формирования структуры мелкозернистого бетона с активными минеральными добавками.

В качестве вяжущего в работе использовался портландцемент ПЦ400-Д20 по ГОСТ 10178 производства «Лафарж», с добавкой гранулированного доменного шлака в количестве 17 %. В качестве активной минеральной добавки применяли доменный гранулированный шлак производства ОАО «Мечел», который размалывали до требуемой удельной поверхности в лабораторном виброистирателе.

В изучении свойств цементного камня использовали несколько видов добавок-пластификаторов. Сделано это для того, чтобы выявить влияние различных по природе добавок ПАВ на формирование состава гидратных фаз. Это добавка ЛСТ (на основе лигносульфонатов), добавка СП-1 (смесь натриевых солей полиметиленафталинсульфокислот различной молекулярной массы) и глениум 115 (на основе эфиров поликарбоксилатов). На рис. 1 представлены фотографии, полученные с помощью растрового электронного микроскопа.

В исследовании формирования состава гидратных фаз цементного камня было выявлено, что структура поверхности цементного камня с добавкой ЛСТ в условиях тепловой обработки в основном крупнокристаллическая, содержащая портландит и продукты его карбонизации. Гидросиликатная составляющая представлена, преимущественно высокоосновными оводненными ГСК с основностью 2,2...2,5. Такие структурные особенности обусловлены, по-видимому, следующими причинами.

Во-первых, высокая дефектность структуры камня повлияла, очевидно, на качество подготовки пробы, когда разрушение идет по ослабленным контактам структуры, каковыми являются элементы с хорошей спайностью – крупнокристаллические формы слоистой структуры.

Во-вторых, высокая температура тепловой обработки способствует образованию термодинамически стабильных гидратных форм, что является косвенным подтверждением снижения релаксационных параметров систем с пониженным содержанием гелеобразных продуктов гидратации минералов портландцементного клинкера.

В нормальных условиях твердения визуально фиксируется мелкодисперсная структура поверхности камня. Влияние условий твердения (тепловлажностная обработка или нормальное твердение) на структуру поверхности качественно незначительно зависит от типа пластификатора.

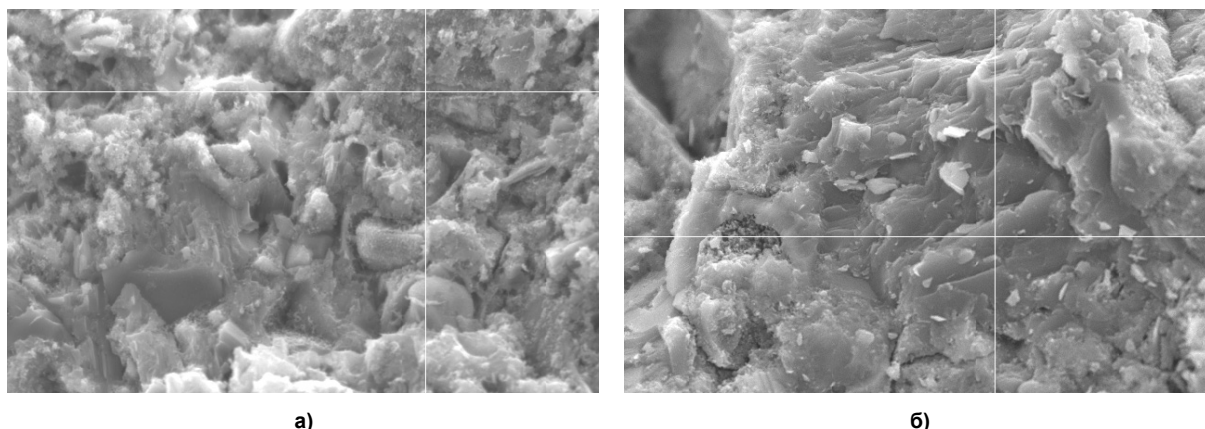


Рис. 1. Образцы состава с добавкой СП-1:
а – при нормальных условиях твердения; б – после тепловлажностной обработки

Результаты испытаний на прочность
при сжатии образцов при твердении в нормальных условиях и после ТВО

№ состава	Вид и содержание добавки, % от общей массы вяжущего	Нормальная густота теста, %	Предел прочности при сжатии при НУ, МПа		Предел прочности при сжатии после ТВО, МПа	
			7 сут	28 сут	7 сут	28 сут
1	Без добавки	26	38,7	46,4	33,5	43,4
2	0,2 % ЛСТ	23,5	39,4	42,6	40,5	41,3
3	0,5 % СП-1	22	45,4	47,4	77,1	79,8
4	0,5 % Глениум 115	17	72,7	73,4	85,8	94,5
5	0,7 % Глениум 115	15	92,9	94,5	97,2	105,0

Физико-механические характеристики вяжущих были получены при испытаниях образцов – кубов с ребром 2 см, изготовленных из теста нормальной густоты (см. таблицу). Молотый доменный гранулированный шлак в составах составлял 30 % от общей массы вяжущего.

Из данного эксперимента мы убедились в том, что положительно влияют на набор прочности ШПЦ как наличие пластификатора, так и тепловлажностная обработка. Добавка-пластификатор дает эффект водоредуцирования, и чем этот эффект сильнее, тем конечная прочность выше. С уменьшением процентного содержания воды для достижения теста нормальной густоты повышается и средняя плотность цементного камня.

Для выявления общих закономерностей модифицирования цементного камня мелкозернистого бетона различными дозировками граншлака с учетом режима тепловлажностной обработки в работе применялось математическое планирование эксперимента. На рис. 2 представлены изолинии по показателям прочности в 28 суток. По горизонтальной оси повышается содержание шлака, по вертикальной оси повышается время изотермической выдержки.

Как показали результаты, увеличение температуры изотермической выдержки мелкозернистого бетона неоднозначно влияет на механические характеристики: наблюдается снижение предела

прочности при изгибе, практически при постоянных значениях предела прочности при сжатии, что косвенно подтверждает повышение дефектности структуры композита при интенсификации процесса гидратационного твердения.

К 28 суткам твердения фиксируются абсолютно высокие показатели R_{bt} (8–9 МПа). При этом отмечается увеличение отношения R_{bt}/R_b до 0,2–0,24, что не характерно для бетонов, изготавливаемых на вяжущем без применения тонкодисперсных АМД. Бетон к 7 суткам после ТВО показал результаты по прочности на растяжение при изгибе на 25–27 % больше, чем через 4 часа после ТВО; к в 28 суткам – ещё на 8,5–10 % выше.

Прочностные характеристики цементного камня в нашем случае в первую очередь определяются составом комплекса «ПАВ-ТДК», позволяя повысить его прочность в 2–2,5 раза при различных условиях твердения.

Таким образом, проведенные исследования показали, что модификация структуры цементного камня введением комплекса «ПАВ-ТДК», изменяя морфологию гидратных фаз, направленно влияет и на механические характеристики дисперсных систем. Введение в состав ПЦ дополнительного количества шлака (до 47 % суммарной массы) при оптимальных дозировках комплексной добавки и параметрах тепловой обработки является перспективным направлением снижения энерго-

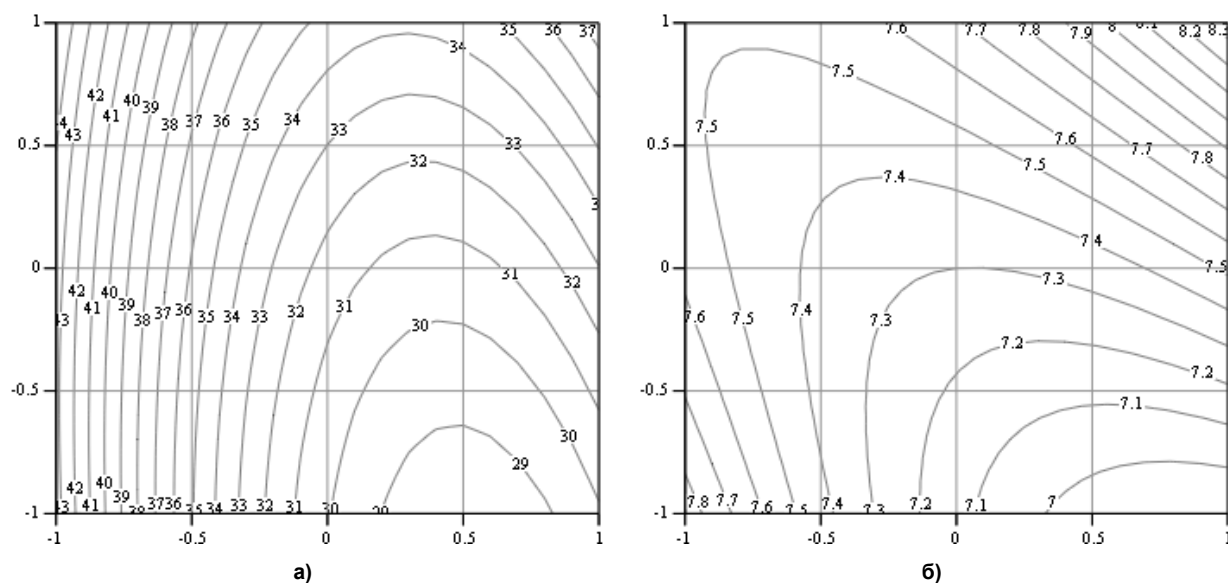


Рис. 2. Изолинии по показателю прочности к 28 суткам после ТВО (изотермическая выдержка при 90 °С): а – при сжатии, б – при изгибе

емкости строительного производства; эффективным способом решения экологических проблем промышленных регионов России и технически оправданным мероприятием эффективности производства ЖБИ.

Хилажев Данил Раятович, аспирант кафедры «Строительные материалы», Южно-Уральский государственный университет. E-mail: dancha89@mail.ru.

Горбунов Сергей Павлович, кандидат технических наук, доцент кафедры «Строительные материалы», Южно-Уральский государственный университет. E-mail: nppcm@74.ru.

Литература

1. Дворкин, Л.И. *Строительные материалы из отходов промышленности: учеб.-справ. пособие* / Л.И. Дворкин, О.Л. Дворкин. – М.: Феникс, 2007. – 368 с.

Bulletin of the South Ural State University
Series "Construction Engineering and Architecture"
2013, vol. 13, no. 1, pp. 38–40

RESEARCH ON INFLUENCE OF ACTIVE MINERAL ADMIXTURES AND SURFACE-ACTIVE MATERIALS ON THE PECULIARITIES OF FINE-GRAINED CONCRETE STRUCTURE FORMATION

D.R. Khilazhev, S.P. Gorbunov

The work presents the results of experimental researches of cement stone and fine-grained concretes, the formation of which took place with the direct participation of such layout elements as fine component and plasticizer. The paper establishes that when using the fine additives, the deviations from the well-known "structure – property" interaction patterns of cement composites occur.

Keywords: slag Portland cement, blast furnace slag, strength, fine-grained concrete.

Khilazhev Danil Rayatovich, postgraduate student of Construction Materials Department, South Ural State University. E-mail: dancha89@mail.ru.

Gorbunov Sergey Pavlovich, candidate of engineering sciences, associate professor of Construction Materials Department, South Ural State University. E-mail: nppcm@74.ru.

Поступила в редакцию 4 марта 2013 г.