

НЕКОТОРЫЕ СРАВНИТЕЛЬНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ МОДИФИЦИРОВАННОГО ПОРТЛАНДЦЕМЕНТА И ГЛИНОЗЕМИСТОГО ЦЕМЕНТА

Плосконосов В. Н., Левчук Н. В.

Брестский государственный технический университет, Брест, Беларусь

Глиноземистый цемент, состоящий, в основном, из низкоосновных алюминатов кальция, используют для бетонов, когда необходимо получить в сжатые сроки высокую прочность и коррозионную стойкость, при изготовлении жаропрочных бетонов, различных видов расширяющихся и напрягаемых бетонов [1].

Однако глиноземистый цемент в 5–6 раз дороже портландцемента. Известно, что в качестве исходного сырья для получения глиноземистого цемента используются горные породы с высоким содержанием глинозема (бокситы и др.) и известняки; содержание глинозема в них должно быть не ниже 35%.

В исследованиях использовали глиноземистый цемент следующего состава (%): CaO–39,18%; Al₂O₃–38,8%; SiO₂–9%; FeO–0,5%; SO₃–0,8%.

По прочности на сжатие в возрасте 3-х суток глиноземистый цемент (состав указан в табл. 1) подразделяется на марки 40, 50, 60 (табл. 2).

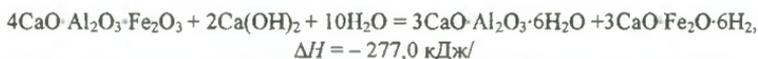
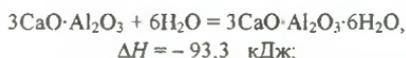
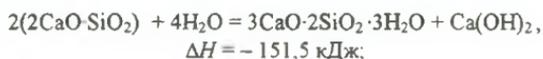
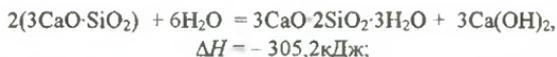
Таблица 1. Состав глиноземистого цемента

Химический состав, %						
SiO ₂	CaO	Al ₂ O ₃	MgO	TiO ₂	FeO	S
7–12	38–42	38–43	1–15	0.3–0.8	0.5–1	1.3–1.6

Таблица 2. Физико-механические показатели глиноземистого цемента

№ п/п	Физико-механические показатели	Значение для марки цемента		
		40	50	60
1	Предел прочности при сжатии, МПа, не менее, в возрасте: 1 сут. 3 сут.	22,5	27,4	32,4
		40	50	60
2.	Тонкость помола: остаток с сеткой № 008 по ГОСТ: 6613	10	10	10
3	Сроки схватывания: Начало, мин., не ранее Конец, час, не позднее	45	45	45
		10	10	10

Формирование более прочной и плотной структуры цементного камня и повышенные физико-механические параметры глиноземистого цемента, по отношению к портландцементу, обусловлены химическим механизмом взаимодействия клинкерных минералов с водой. Именно в результате химического взаимодействия цементных минералов клинкера с водой образуются гидратные соединения, обеспечивающие способность противостоять механическим нагрузкам. Процессы гидратации минералов портландцементного клинкера можно представить следующими термохимическими уравнениями химических реакций и тепловыми эффектами [2]:



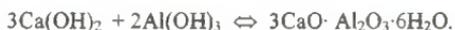
Повышенное содержание Al_2O_3 в глиноземистом цементе обеспечивает в реакции гидратации увеличение образования гидроалюминатов, которые на начальной стадии твердения способствуют ускоренному формированию «скелета» цементного камня.

Технология изготовления изделий на глиноземистом цементе, в основном, не отличается от технологии изготовления бетонов и железобетонов на портландцементе, за исключением некоторых специфичных для глиноземистого цемента требований. В частности, длительное перемешивание бетонной смеси сверх оптимального времени значительно ускоряет твердение, возникает необходимость строгого соблюдения влажностного и температурного режимов и др.

Учитывая эти факторы и, главным образом, высокую стоимость глиноземистого цемента, необходим поиск других видов вяжущих и новых технологий, позволяющих обеспечить параметры бетонов на глиноземистом цементе, но с более экономичными показателями.

На кафедре инженерной экологии и химии БрГТУ проведены исследования по получению модифицированного бетона на портландцементе. В качестве модификатора использовался коллоидный раствор гидроксида алюминия, который получали электрохимическим способом при электролизе воды алюминиевыми электродами [3]. Химические процессы гидратации портландцемента при затворении раствором модификатора - коллоидным гидроксидом алюминия, протекают аналогично процессам гидратации глиноземистого цемента, т.е. с образованием низкоосновных гидросульфалюминатов.

Коллоидный раствор гидроксида алюминия представляет собой золь со структурной единицей в виде мицеллы, находящейся в начальной стадии коагуляции. Участие указанной добавки в процессах гидратации портландцемента обеспечивает связывание выделяющегося на первых минутах гидратации гидrolитического гидроксида кальция согласно следующей химической реакции:



Результатом этого процесса является не только образование гидроалюмината кальция, но и отвод гидrolитического гидроксида кальция от поверхности зерна цемента, что приводит к сокращению индукционного (скрытого) периода гидратации, к смещению химического равновесия в сторону образования гидросиликатов кальция.

Определение степени гидратации портландцемента проводили двумя методами: по количеству связанной воды и калориметрическим методом. Определяли термоэффекты при гидратации портландцемента без добавки и с модификатором. На рис. 1 представлены кривые изменения температуры в начальные сроки гидратации. Увеличение теплового эффекта реакции гидратации при затворении портландцемента коллоидным раствором (кривая б) по сравнению с раствором без добавки (кривая а) позво-

ляет сделать вывод о существенном увеличении степени гидратации при введении модификатора.

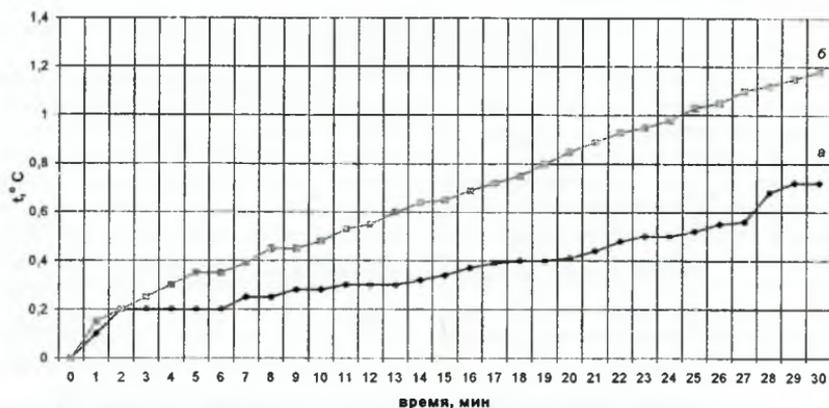


Рис. 1. Экзотермия процессов гидратации портландцемента в начальные сроки: а — контрольный (без добавки), б — с модификатором

Степень гидратации определяли по количеству химически связанной воды путем прокаливания при температуре 1000 °С до постоянной массы навески цементного камня, предварительно обезвоженного в безводном этиловом спирте [4]. Степень гидратации цемента определяли как отношение количества связанной воды за определенное время к количеству связанной воды при полной гидратации. Результаты испытания представлены в табл. 3.

Таблица 3. Влияние коллоидного гидроксида алюминия (раствора затворения) на степень гидратации портландцемента

Время твердения, сут.	Степень гидратации, %	
	Раствор затворения	Без добавки
3	56,07	39,25
7	83,00	45,80
28	87,30	46,60

Результаты исследования показали значительное увеличение степени гидратации (почти в 2 раза) на ранних стадиях твердения цемента при введении модификатора, по сравнению с образцами без добавки. Увеличение степени гидратации портландцемента соответствует повышению концентрации новообразований и, в первую очередь, гидросиликатов, что сказывается на скорости формирования структуры цементного камня и повышении плотности и прочности цементных растворов и бетонов на ранних сроках твердения.

Исследования физико-механических характеристик бетона на портландцементе при использовании коллоидного гидроксида алюминия показали более высокие значения прочности при сжатии и изгибе по сравнению с бетоном на глинозсмистом цементе. Сравнительные характеристики свойств представлены в табл. 4.

Таблица 4. Физико-механические характеристики свойств глиноземистого и модифицированного цемента

№ п/п	Глиноземистый цемент, затворенный водой В/Ц=0,5				
	Водо-поглощение %	ρ г/см ³	Предел прочности (кгс/см ²)		
			При изгибе	При сжатии	
			В возрасте (сут.)		
		3	3	28	
1	4,85	2,01	31,9	44	196
2	6	1,93		41,3	
3	6,75	1,91			
Портландцемент, затворенный раствором коллоидного $Al(OH)_3$					
1	2,7	2,16	40,7	70	236,35
2	2,65	2,2		86	
3	2,67	2,19			

Таким образом, использование коллоидного гидроксида алюминия в качестве модифицирующей добавки для портландцемента обеспечивает получение бетонов с физико-механическими параметрами, соответствующими характеристикам бетонов, полученных на глиноземистом цементе, но при этом упрощается технология и снижается себестоимость цементных бетонов в целом.

Список литературы

1. Малинина Л.А., Батраков В.Г.. Бетонование: настоящее и будущее.// Ж. Бетон и железобетон, №1. -2003г.- С.2-6.
2. Бутт Ю.М., Сычев М.М., Тимащев В.В. Химическая технология вяжущих материалов. М.: «Высшая школа».-1980г.-С.470.
3. Левчук Н.В. Модифицирование портландцементных систем коллоидальным гидроксидом алюминия. Канд. диссертация 2006г. - с.130.
4. Хигеревич М.И., Меркин А.П. Физико-химические и физические методы исследования строительных материалов. М : «Высшая школа».-1968г.- С.190.

УДК 666.97:546

К ВОПРОСУ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОЙ АКТИВАЦИИ ВОДЫ ДЛЯ ЦЕМЕНТНЫХ БЕТОНОВ

Плосконосов В. Н., Левчук Н. В.

Брестский государственный технический университет, Брест, Беларусь

Качество бетона, его физико-механические и эксплуатационные характеристики, в значительной степени, определяются его активными компонентами – цемента и воды. Вода с цементом активно участвует в процессах структурообразования цементного геля и особенно – в начальной стадии формирования коагуляционной структуры.

Известно, что вода является весьма неоднородной жидкостью. Согласно полимеризационной теории, молекула воды существует в различной форме: в форме гидроля, дигидроля и тригидроля, количественное соотношение которых зависит от температуры и электрического поля среды. Структура обычной воды является более рыхлой, и