

Тхет Наинг Мьинт,
Хан Тао Ко,
Зо Е Мо У,
Кривобородов Ю. Р.
(РХТУ им. Д.И. Менделеева, Москва)

ВЛИЯНИЕ ДОБАВКИ СУЛЬФОАЛЮМОФЕРРИТНОГО КЛИНКЕРА НА СВОЙСТВА ПОРТЛАНДЦЕМЕНТА

На современном этапе развития строительной индустрии одной из главнейших задач является обеспечение долговечности конструкций. Защита строительных конструкций от коррозионного воздействия окружающей среды это одна из важнейших проблем в решении вопроса обеспечения долговечности строительных конструкций, зданий и сооружений в целом[1].

Некоторые сооружения подвергаются воздействию различного рода вод (морских, речных, грунтовых и др.), содержащих в растворенном состоянии вещества, разрушающие затвердевший цементный камень. При определенных условиях коррозирующее действие может оказывать также и вода, не содержащая солей[2].

Разрушение растворов и бетонов под воздействием природных вод происходит в основном по двум причинам: вследствие растворения соединений, составляющих затвердевший цемент, или продуктов, получающихся в результате взаимодействия этих соединений с природными водами, и вследствие образования под влиянием агрессивных природных вод новых соединений, имеющих больший объем, чем сумма объемов исходных веществ[3].

Накопленный опыт по эксплуатации бетонных и железобетонных сооружений, исследования процессов твердения минеральных вяжущих в различных средах предопределили основные направления повышения коррозионной стойкости цементных растворов и бетонов.

Одно из направлений развития науки о цементе диктуется необходимостью разработки вяжущих со специальными свойствами, которые не обеспечиваются применением цементов общестроительного назначения[4,5]. Наиболее детально изучены и в настоящее время получили довольно широкое распространение портландцемента с добавкой сульфоалюмоферритного клинкера при твердении [2 и 28], которые по скорости нарастания прочности и конечной ее величины могут конкурировать со специальными конструктивными материалами.

Портландцементы с добавкой САФК обладают достаточными показателями прочности на сжатие и изгиб и низкой пористости.

Ключевые слова - портландцемент, добавки САФК, гипс, цементный камень и клинкер

Цель работы – являлось повышение коррозионной стойкости цементного камня на основе сульфоалюмоферритного клинкера за счет использования добавки сульфоферритного клинкера и гипса.

В качестве исходных материалов в работе использовались - портландцементный клинкер 3000 см²/г Подольского завода, природный гипс Новомосковского месторождения, и сульфоалюмоферритный (САФК) клинкеры, выпущенные на Подольском заводе. Помол цемента осуществлялся в лабораторной мельнице МБЛ. Исследования проводились с использованием современных методов физико-химического анализа. Физико-механические испытания проводили по методикам применяемыми в исследовательской практике. Оценку тонкости помола осуществляли по остатку на сите №008 в пределах 7-8%.

Минералогический состав клинкера для получения портландцемента представлен (в %): C₃S =60; C₂S =15; C₃A =7; C₄AF =14; сульфоферритный клинкер (%): C₂S = 14,5; сульфоферрит кальция – 75, прочие – 10; сульфоалюминатный клинкер (САК) содержал в своем составе (%): сульфоалюминат кальция (3CaO·3Al₂O₃·CaSO₄) – 40,6; C₂S – 29,4; C₁₂A₇ –10,0; CaSO₄– 6,8; C₄AF–13,2.

Таблица 1 - Химический состав исходных материалов

Наименование	Содержание оксидов, %					
	п.п.п.	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO
САФК	0,09	12,84	2,56	23,05	49,94	1,80
Гипсовый камень	23,1	2,4	0,5	0,3	32,2	2,6

Физико-механические испытания: растекаемость (по расплыву стандартного конуса), схватывание цементного теста, прочность цементного камня на изгиб и сжатие производили в соответствии с национальными стандартами РФ. На первом этапе изучали роль сульфоалюмоферритного клинкера, на втором – влияние пластификаторов на прочность цементного камня.

Таблица 2 - Нормальная плотность и сроки схватывания портландцементов с добавками САФК и гипс

Шифр цементов	Содержание компонентов, масс %			S _{уд} сафк, см ² /г	Н.Г, %	Срок схватывания, мин	
	пц	сафк	гипс			нач.	кон.
*К1	100	—	—	3000	22.4	45	90
1-1	95	10	—	3000	22.3	30	51
1-2	90	10	10	3000	22.5	28	45

На первом этапе была определена водопотребность контрольного и композиционного цемента. Как видно из представленных данных при введении в состав портландцемента сульфоалюмоферритного клинкера водопотребность вяжущих изменяется незначительно.

Срок схватывания у композиционного цемента несколько сокращается больше, чем у исходного портландцемента. Оба добавки приводят к более выраженному ускорению схватывания, чем одного добавка гипсового камня. В целом, сроки схватывания, сопоставимы со сроками схватывания портландцемента, что согласуется с данным других исследователей. Затем были изучены прочностные свойства цементов нормального твердения и при твердении в агрессивном растворе. Результаты испытаний исходного портландцементного клинкера с добавкой гипса приведены в таблице 3.

Таблица 3 - Свойства исследуемых цементов

Цемент	Тонкость помола, R ₀₀₈ , %	Расплав конуса, мм	Прочность, Мпа, через сут			
			при изгибе		при сжатии	
			2	28	2	28
ПЦ	7.6	112	14.5	24.7	51.6	90.4
ПЦ90%+САФК10%	7.6	112	10.2	17.1	41.8	90
ПЦ80%+САФК10%+Гипс 10%	7.6	112	12.2	19.4	46.4	83

В этой таблице показаны результаты испытаний исходного портландцемента с добавками САФК и гипс. Как видно что, соответственно прочность исходного портландцемента на изгиб и сжатие только немного выше прочности портландцемента с добавкой САФК. Поэтому мы считаем, что в целом добавка обоих видов активизирует процесс гидратации портландцемента.

Таблица 4 - Характеристики пористости цементного камня

Шифр цементов	2 сут	28 сут
ПЦ	21.5	9.31
ПЦ90%+САФК10%	18.96	12.65
ПЦ80%+САФК10%+Гипс 10%	16.17	11.03

На этой таблице видно, что в обоих цементах наблюдается резкое снижение пористости цементного камня. Об этом можно свидетельст-

зовать электронной микроскопии. Это обеспечивает высокие прочностные показатели и малую пористость камня.

Выводы. Таким образом по данному этапу работы можно сделать следующие выводы, что результаты физико-механических испытаний портландцемента с добавками Гипс и САФК показывают возможность ускорения реакции его гидратации и твердения. Добавка гипсового камня к портландцементу вызывает небольшое повышение водопотребности вяжущего. Сроки схватывания составов с добавлением гипсового камня сокращаются по сравнению с чистоклинкерным цементом. Резкое снижение пористости цементного камня происходит у составов содержащих гипсового камня. Значительный прирост прочности цементного камня наблюдается на всех стадиях гидратации.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бутт Ю.М., Тимашев В.В. Практикум по химической технологии вяжущих материалов.- М.: Высшая школа, 1973,- 499с.

2. Горшков В.С., Тимашев В.В. Методы физико-химического анализа вяжущих материалов. – М.: Высшая школа, 1965г.- 450 с.

3. Кривобородов Ю.Р., Кузнецова Т.В. Специальные цементы: уч. пособие. М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2011. – 62 с.

4. Штарк Й., Больман К. Химия цемента и долговечность бетона. Позднее образование этtringита в бетоне // II международное совещание по химии и технологии цемента. — М., 2000. — Т. I. — С. 64–93.

5. Scrivener, Karen L.; John, Vanderley M.; Gartner, Ellis M. (June 2018). "Eco-efficient cements: Potential economically viable solutions for a low-CO₂ cement-based materials industry" (PDF). *Cement and Concrete Research*. 114: 2–26. doi:10.1016/j.cemconres.2018.03.015.

hdl:10044/1/51016.