

АССАКУНОВА Б.Т., ТАИРОВА А.А.
КГУСТА, им. Н. Исанова, Бишкек, Кыргызская Республика

ASSAKUNOVA B.T., TAIROVA A.A.
KSUCTA n.a. N.Isanov, Kyrgyz Republic
kafedra_pesmik@mail.ru, tairova1986@bk.ru

ВЛИЯНИЕ НАПОЛНИТЕЛЕЙ ПОЛИМИНЕРАЛЬНОГО СОСТАВА И МОДИФИЦИРУЮЩИХ ДОБАВОК НА СВОЙСТВА ЦЕМЕНТНОГО КАМНЯ

INFLUENCE OF FILLERS OF POLYMINERAL COMPOSITION AND MODIFICATION ADDITIVES ON THE PROPERTIES OF CEMENT STONE

Бул иште полиминералдуу курамдагы жана кремнийлүү кошулма –күрүч кабыгынын күлүн эң майда толтургуч катары колдонуп жогорку бышктыгы менен мүнөздөлгөн композитүү чапташтыргычын алуусу көрсөтүлгөн

Өзөк сөздөр: волластонит, кальцит, гидратташуу, клинкердик минералдар, күрүч кабыгынын күлү.

В работе показано получение цементных композиционных вяжущих с повышенными прочностными характеристиками с использованием наполнителей полиминерального состава и кремнеземсодержащей добавки- золы рисовой шелухи.

Ключевые слова: волластонит, кальцит, гидратация, клинкерные минералы, зола рисовой шелухи.

The work shows the preparation of cement composite binders with increased strength characteristics using fillers of a polymineral composition and a silica-containing additive, rice husk ash.

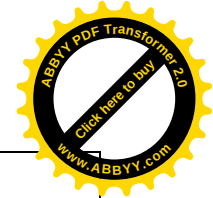
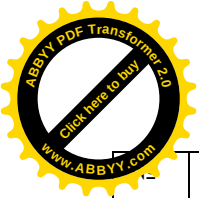
Key words: wollastonite, calcite, hydration, clinker minerals, ash of rice husk.

Одним из наиболее перспективных и эффективных направлений в технологии цементных вяжущих является применение минеральных наполнителей, побочных продуктов природного происхождения и техногенных отходов промышленности взамен части цемента. При этом комплексное воздействие на физико-химические процессы структурообразования цементного камня способствует улучшению физико-механических свойств: прочности, плотности, водонепроницаемости, морозостойкости, коррозионной стойкости и др.

Цель работы: Определить влияния полиминеральных наполнителей и модифицирующих добавок на физико-механические характеристики композиционного цементного камня.

Сырьевые материалы, используемые в работе. Были использованы портландцемент ЦЕМ II/A-Ш 32,5 ГОСТ 31108—2016, волластонит Макмальского месторождения, известняк плотный, зола рисовой шелухи (кремнеземсодержащая добавка), химический состав которых приведен в табл. 1.

Портландцемент характеризуется: НГ -25,3 %; начало схватывания 2ч. 44 мин., конец 6 ч. 36 мин., ТП -87 %; R_{сж} - 41,2 МПа, R_{изг}- 7,4 МПа. Представлен содержанием минералов, %: C₃S -61,2; C₂S- 17,2; C₃A-6; C₄AF-13.



п/п	Материалы	Содержание оксидов										
		SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	N ₂ O ₃	K ₂ O	TiO ₂	MnO	SO ₃	П.п.п.
1	Клинкер КЦЗ	21,98	5,04	4,11	65,72	-	1,57	0,65	-	-	0,12	0,16
2	Волластонит	20,58	2,57	0,79	48,5	1,99	-	-	-	-	-	0,43
3	Известняк плотный	1,35	0,54	0,31	54,69	1,17	-	-	-	-	1,29	44,69
4	ЗРШ	89-91	1,33	0,7-0,9	1,8-3,8	2,1-2,2	2,1-2,3	1,6-1,7	-	-	0,45	1,68

ЗРШ - продукт сжигания рисовой шелухи содержание активного микрокремнезема в которой колеблется в пределах 86,72-90,93 %. Гранулометрический состав ЗРШ, %: 0,63-0,5; 0,315-10,6; 0,2-32,7; 0,14-6; 0,08-30,8; 0,05-10; менее 0,05-9,4 %, средний размер частиц 0,05 мкм. Истинная плотность 2,2 г/см³, удельная поверхность -50...60 м²/г. [3,5].

Волластонит – природный силикат кальция белого или светло-серого цвета с химической формулой CaSiO₃. Типичный метаморфический минерал образуется при контактовом и глубинном региональном метаморфизме известняков.

Волластонит месторождения Макмал имеет длиннопризматическую и таблитчатую структуру, белый цвет с шелковистым блеском. При раскалывании кристаллов образуются зерна игольчатой формы. Истинная плотность 2,98 г/см³.

При получении композиционных вяжущих с комбинированным наполнителем компоненты измельчаются совместно.

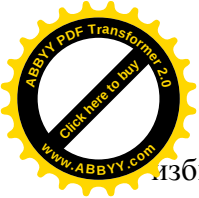
В табл. 2 приведены характеристики цемента с добавлением волластонита.

Из приведенных данных видно, что добавка волластонита до 15 % повышает прочностные характеристики цемента. Из литературных источников прочность возрастает при введении волластонита до 11 % [1]. По-видимому в наших исследованиях воздействует ЗРШ, оказывая упрочняющее и интенсифицирующее воздействие на процесс гидратации.

Таблица 2 - Влияние количества волластонита на свойства портландцемента

№	Основное вяжущее, %	Кол-во наполнителя, %		НГ, %	Предел прочности на сжатие нормального твердения, сут. МПа			
					12 ч	3 сут.	7 сут.	28 сут.
	Портланд-цемент	Волластонитовая мука	ЗРШ					
1	100	-	-	25,3	9,6	35,1	38,5	41,2
2	90	10	2	29,0	9,5	27,0	30,9	41,5
3	85	15	2	30,1	8,7	23,4	25,7	43,1
4	80	20	2	29,6	3,37	20,3	25,0	40,1

Воздействие волластонита на процесс гидратации цемента обусловлено кристаллической структурой и химическим составом, обладающим сродством с клинкерными минералами. Мелкие частицы волластонита характеризуются активной и



избирательной адсорбцией продуктов гидратации вяжущего. Это обуславливает образование плотной структуры изделий и интенсификации процесса гидратации. Игольчатые удлиненные кристаллы волластонита играют роль каркаса и затравки для твердеющей массы [1,2].

Продукт гидратации и преобразования волластонита в затвердевшем цементном камне представляет собой по структуре однокальциевый гидросиликат кальция типа $\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$, где $n = 1 \dots 1,1$. Основная масса извести, выделяющейся при гидролизе и гидратации цемента, самопроизвольно накапливается в виде волластонита, образуя плотный кристаллический сросток, более устойчивый к физико-химическим воздействиям атмосферных факторов, чем гидратированный клинкерный минерал C_2S . При использовании волластонита не происходит выщелачивания извести из C_2S . В совокупности все эти явления, связанные со свойствами волластонита, способствуют повышению физико-механических характеристик цемента (прочности, морозостойкости) [4,8].

Благодаря высокой дисперсности ЗРШ способствует интенсификации процесса гидратации, уплотнению и упрочнению цементного камня и снижению капиллярной пористости [2,3].

Исследовали совместное влияние комбинированной добавки плотного известняка совместно с волластонитом (в соотношении 50/50) на свойства цементного камня.

Содержание кальцита в наполнителе до 50 % способствует повышению реакционной способности наполнителя, так как известно что, при механоактивации кальцит заряжается преимущественно положительно и способствует пластификации смеси. При гидратации композиционных вяжущих образуется основной карбонат кальция, выделяющийся в виде гелеобразных масс, обладающих адгезионными свойствами, упрочняющими поверхность новообразований клинкерных минералов с частицами наполнителя при последующей кристаллизации [6,7,9].

Полученные результаты приведены в табл. 3.

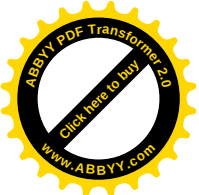
Комбинированная добавка значительно упрочняет цемент. Одновременное воздействие кальцита и волластонита до 15 % способствует росту прочности до 53,1 МПа.

Таблица 3 - Влияние комбинированных наполнителей на свойства портландцемента

№	Основное вяжущее, %	Кол-во наполнителя, % от массы цемента	НГ, %	Предел прочности на сжатие сут. нормального твердения МПа			
				12 ч	3 сут.	7 сут.	28 сут.
	Портланд-цемент	Волластонитовая мука+ известняк плотный (50:50)					
1	100	-	25,3	9,6	35,1	38,5	41,2
2	90	10	24,7	10,0	31,0	44,0	50,4
3	85	15	26,0	18,6	38,9	47,7	53,1
4	80	20	26,3	10,8	36,2	39,2	44,2

Обсуждение результатов. Увеличение количества наполнителей до 15, 20 % сказывается на прочностных характеристиках композита. В составах стабилизируется водопотребность до 26,0-26,3. Заметно воздействие ЗРШ, которое интенсифицирует протекание пуццолановых реакций со свободным CaO .

В этих составах активизируется процесс образования низкоосновых гидросиликатов и повышается прочность, т.к. активизируются наполнителями.



Выводы:

-волластонит оказывает упрочняющее воздействие на композиционный цементный камень благодаря химико –минералогическому составу, особенностям структуры и повышенной адсорбционной способности измельченного волластонита;

-зола рисовой шелухи благодаря высокой дисперсности способствует интенсификации гидратации волластонита, связывая портландит с кальцитом, и новообразованиями клинкерных минералов, уплотняя и упрочняя всю систему.

-кальцит снижает водопотребность смеси и повышает прочность цементного клея композиционных вяжущих.

Список литературы

1. Бердов Г.И. Влияние волластонита на прочность цементного камня из длительно хранившегося портландцемента [Текст] / Г.И. Бердов, Л.В. Ильина, Н.А. Машкин //Научно-технический производственный журнал. –2011.–№3.– С. 48- 49.

2. Бердов Г.И. Повышение свойств композиционных строительных материалов введением минеральных микронаполнителей [Текст] / Г.И. Бердов, Л.В. Ильина, В.Н. Зырянова, Н.И.Никоненко, А.В. Мельников // Бетоны.– 2012.–№3.–С. 24-27.

3. Петров, В. П. Волластонит [Текст] / В.П. Петров, Е.Д. Белянкина, М.А. Лицарев, Б.З.Чистяков.–М.: Наука, 1982.–112 с.

4. Лессовик В.В. Повышение эффективности вяжущих за счет использования наномодификаторов [Текст] / В.В. Лессовик, В.В. Потапов, Н.И. Алфимова, О.В. Ивашова//Строительные материалы. - 2011. - №12. - С.60-62.

5. Бородина И.А. Влияние силикатных наполнителей на структуру и механическую прочность композиционных материалов [Текст] /И.А. Бородина, В.В. Козик, Г.И. Бердов, В.Н. Зырянова, Е.В. Парикова// Экология и ресурсосберегающие технологии в строительном материаловедении: Международный сборник научных трудов. – Новосибирск. -2005.-С.49-54.

6. Тимашев В.В. Влияние добавок карбонатов кальция на процессы гидратации портландцемента [Текст] / В.В. Тимашев, П.Г. Кожемякин // Труды института МХТИ, 1978 – Вып. 118 – С.70-78.

7. Шахова Л.Д. Микроструктура композиционных цементов [Текст] / Л.Д.Шахова, Д.Е. Кучеров // Цемент и его применение.–2010. – №5. –С.65- 68.

8. Козлова В.К. Влияние карбонатсодержащих добавок на свойства композиционных цементов [Текст] / В.К.Козлова, А.М.Манюха, А.А.Лихошерстов, Е.В.Мануйлов, Е.Ю.Малова // Цемент и его применение. – 2012. – №3. – С.53-57.

9. Джусупова М.А. Получение мелкозернистого бетона с использованием золы гидроудаления [Электронный ресурс] / М.А.Джусупова, С.Т.Кульшикова // Вестник КГУСТА. - 2018. - №4(62). – с.99-104. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=37018012>

10. Ассакунова Т.Т. Совместное воздействие карбонатной муки и пластифицирующих добавок на свойство бетона [Электронный ресурс] / Т.Т. Ассакунова, Т.Т.Болотов, И.К.Омурбеков, Аманжан к.Ж. // Вестник КГУСТА. – 2017. -№3(57). – с.147-151. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=32645415>