

ВЛИЯНИЕ КОМПЛЕКСНЫХ МОДИФИКАТОРОВ НА СВОЙСТВА ПОРТЛАНДЦЕМЕНТА

Б.Т.Ассакунова, Т.А.Абдыкалыков

[E.mail. ksucta@elcat.kg](mailto:ksucta@elcat.kg)

Майда майдаланган базальт унунун жана курамында кальций бар базальттын портландцементтин касиетине, ошондой эле макалада көрсөтүлгөн өтө майда өлчөнгөн органикалык кошулмалуу материалдарга болгон таасиринин жыйынтыктары келтирилген.

Приведены результаты влияния тонкоизмельченной базальтовой муки и кальцитсодержащего базальта, а также указанных материалов с микродозами органических добавок, на свойства портландцемента.

The results of the impact of fine-grained basalt and basalt flour and calcite, as well as these materials microdoses organic additives on the properties of portlandcement.

На современном этапе развития строительства весьма приоритетным является разработка составов малоклинкерных и бесклинкерных веществ, для создания которых необходимо подобрать эффективные наполнители.

Кыргызстан располагает значительными запасами каменных материалов, при добыче и разработке которых образуются отходы, которые могут быть использованы в качестве наполнителей в вяжущие, бетоны и растворы.

В связи с вышеизложенным в данной работе рассматривалось влияние базальта, кальцитсодержащей базальтовой породы на свойства портландцемента и цементного камня в присутствии добавок органического происхождения.

В работе использовался портландцемент, характеристика которого приведена в табл. 1.

Таблица 1

Характеристика портландцемента

Материал	НГ, %	Сроки схватывания		Т, %, прошло через сито 008	Удельная поверхность, м ² /г	Предел прочности, МПа		SO ₃ , %
		нача-ло, ч, мин	конец, ч, мин			изгиб	сжатие	
ПЦ 400 Д 20	23,0	3,45	4,30	89,2	312	6,5	42,2	1,7
ПЦ 500	25,0	3,15	4,55	96,0	380	9,2	49,7	1,7

Минералогический состав портландцемента характеризуется содержанием клинкерных минералов (в %): C₃S – 63,3; C₂S – 15,9; C₃A – 5,4; C₄АГ – 12,5.

В качестве наполнителя была использована тонкоизмельченная базальтовая порода.

Базальтовая порода Сулу-Терекского месторождения характеризуется содержанием до 50 % миндалин кальцита и скрытокристаллической структурой. Твердость по шкале Мооса – 6-7 /1/.

Дифрактограмма базальтовой породы (рис. 1) характеризуется содержанием интенсивного пика с $d = 3,19 \text{ \AA}$, характерной для плагиоклазов, которые представляют собой непрерывные твердые растворы в системе NaSi₃AlO₈–CaSi₂AlO₈; присутствуют

минералы группы пироксена ($d = 3,01 \text{ \AA}$), которые содержат в виде твердых растворов значительное количество оксидов железа, обнаруживается содержание фаялита (Fe_2SiO_4) с $d = 2,40 \text{ \AA}$, кальцита с $d = 3,02; 1,87 \text{ \AA}$.

Стекловидная фаза представлена альбитом с $d = 3,21; 2,55; 1,82 \text{ \AA}$.

Более полную информацию о свойствах базальта подтверждает высокотемпературная термографическая кривая (рис. 2).

На кривой нагревания имеется ряд эндотермических эффектов при температурах 100, 195, 230 и 300 °С, которые связаны с удалением связанной воды из вулканического стекла. Эндотермический эффект при 720, 795 °С соответствует разложению карбонатов кальция и магния.

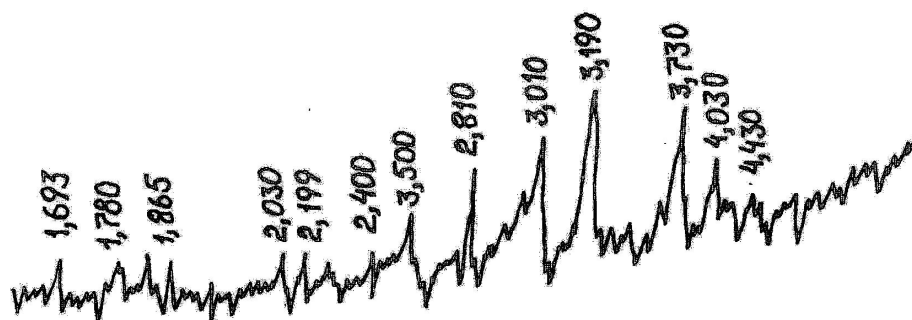


Рис. 1. Рентгенограмма базальта Сулу-Терекского месторождения

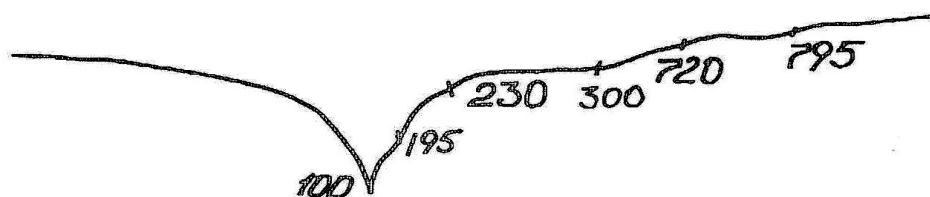


Рис. 2. Дифференциально-термический анализ базальта Сулу-Терекского месторождения

Для исследования влияния базальтовой породы на свойства портландцемента портландцемент и горную породу в количестве 15 % загружали в шаровую мельницу и производили совместный помол в течение 5 часов (1), 7 часов (2) и 9 часов (3). При этом в зависимости от времени измельчения изменяются тонкость помола материала и, соответственно, свойства портландцемента.

В табл. 2 приведены результаты исследований влияния базальтовой породы на свойства портландцемента М400 Д20.

Таблица 2

Влияние базальтовой породы на свойства портландцемента

Состав	№ Состав	Тонкость помола % прошло через сито 008	$\rho_{\text{ист.}}$ г/см ³	$\rho_{\text{нас.}}$ г/см ³	НГ %	Сроки схватывания		$\rho_{\text{образ.}}$ г/см ³	$R_{\text{изг.}}$ МПа	$R_{\text{сж.}}$ МПа
						начало, час, мин.	ко- нец, час, мин.			
П/ц: базальт 85:15	1	91,4	3,16	1,08	23,5	4:45	6:40	2,208	4,385	20,47
	2	94,8	3,25	1,085	23,5	5:05	6:20	2,228	5,015	23,73
	3	95,3	3,06	1,06	24	5:10	6:25	2,251	5,3	24,5
П/ц: кальцит, содержащий	1	90,8	3,2	1,09	23	4:50	6:40	2,260	4,7	21,7
	2	91,8	3,25	1,1	22	6:05	6:20	2,293	5,17	24,05
	3	94,2	3,3	1,11	22,2	5:15	6:10	2,293	3,32	25,88

базальт 85:15										
цемент	-	93,8	3,07	1,07	22	2:20	6:30	2,28	4,75	24,01

При измельчении в течение 5 часов (1) тонкость помола составила 91,4 % (прошло через сито 008). С удлинением времени измельчения тонкость помола повышается до 94,8 (2) и 95,3 (3).

Истинная плотность несколько повышается. Однако при измельчении в течение 9 часов она снижается, почти достигая величины истинной плотности чистого портландцемента (3,06 г/см³). Насыпная плотность изменяется незначительно – в пределах ошибки эксперимента (1,06- 1,085 г/см³).

С повышением тонкости помола смеси цемента с базальтовой породой повышается нормальная густота (22- 24 %).

Значительное воздействие базальтовая мука оказывает на сроки схватывания. Происходит заметное удлинение начала схватывания и некоторое ускорение конца схватывания (с 2:20 до 5:10).

По-видимому, наличие тонко измельченной муки (до 15 %) способствует некоторой раздвижке частиц цементного клинкера, что удлиняет процесс схватывания.

С другой стороны, частицы базальтовой породы являются подложкой для кристаллизации клинкерных минералов. Поэтому конец схватывания практически остается, как у цемента без добавки.

Прочностные характеристики образцов цемента с добавкой до 15 % тонко измельченной базальтовой породы остаются в пределах прочности цемента без добавки. Несколько повышается прочность на изгиб.

Из приведенных данных следует, что при использовании в качестве наполнителя базальтовой муки до 15 % тонкостью помола 4,7 % остатка на сите 008 физико-механические характеристики портландцемента остаются на уровне, соответствующем требованиям ГОСТ.

Аналогично было исследовано влияние кальцитсодержащего базальта на свойства портландцемента (табл. 2).

Воздействие данной породы на свойства портландцемента аналогично. Однако измельчение породы в те же промежутки времени обуславливает более высокую тонину помола, так как рассматриваемая порода содержит кальцит, твердость которого несколько ниже твердости базальта. За счет этой разницы при помоле кальцитсодержащего базальта с цементом интенсифицируется процесс измельчения.

Добавка кальцитсодержащей породы до 15 % заметно увеличивает прочностные характеристики портландцемента (табл. 2).

Для исследования кинетики изменения свойств портландцемента в зависимости от количества породы изучали влияние повышенного количества базальтовой муки на свойства портландцемента. Для сравнения использовали портландцемент М500. Результаты исследования приведены в табл. 3.

Таблица 3

Влияние вида и количества наполнителей на свойства портландцемента

Вид наполнителя	Количество наполнителя, % от массы цемента	НГ, %	Сроки схватывания		Предел прочности, МПа	
			начало, ч, мин	конец, ч, мин	изгиб	сжатие
ПЦ М500	-	28,7	50	1,20	9,4	50,6
Базальтовая мука	10	27,5	58	2,30	9,6	50,4
	15	27,3	1,25	2,45	9,2	50,2
	20	27,1	1,40	3,37	8,9	49,1
	30	26,8	1,45	3,52	8,0	48,2

	40	26,2	1,55	4,05	7,2	41,3
--	----	------	------	------	-----	------

Таблица 4

Влияние горных пород и химических добавок на свойства поргланцементга

№ п/п	Состав	Время измель- чения, час	Тонкость Помола, % 008	$\rho_{\text{ист.}}$ г/см ³	$\rho_{\text{нас.}}$ г/см ³	ПГ, %	Сроки схватывания		$\rho_{\text{образ.}}$ г/см ³	$R_{\text{низ.}}$ МПа	$R_{\text{сж.}}$ МПа
							начало час, мин	конец час, мин			
1	П/ц+ базальт 15+ доб(орг) ПЛ 1 %	5	96,6	2,83	1,045	17	3:45	6:37	2,27	5,24	26,14
		7	97,8	2,968	1,045	18	3:30	6:25	2,251	5,35	27,2
		9	98,0	2,974	1,045	19,5	4:05	6:20	2,258	5,365	28,41
2	П/ц+базальт+ доб(глиниум) 1 %	5	96,6	2,911	1,06	19	4:40	7:11	2,19	3,55	23,05
		7	97,1	2,920	1,065	19,5	5:21	7:00	2,17	3,82	23,5
		9	97,6	2,918	1,07	19,5	5:30	6:45	2,12	5,4	27,88
3	П/ц+кальцитсодержащий базальт+ доб(орг)	5	94,2	2,85	1,1	21	5:15	6:20	2,2	4,375	20,49
		7	95,3	2,72	1,06	22	5:40	7:40	2,22	3,455	20,57
		9	98	2,87	1,1	22,5	-	-	2,25	4,603	21,2
4	П/ц+кальцитсодержащий базальт+доб (глиниум)	5	93,6	3,1	1,095	19	5:30	7:35	2,22	4,42	28,41
		7	95,2	3,22	1,1	19,5	9:10	11:08	2,21	5,245	29,66
		9	97,8	3,31	1,12	20	9:50	-	2,197	5,09	28,5
5	Цемент		93,8	3,07	1,07	22	2:20	6:30	2,28	4,75	24,01

Из приведенных данных видно, что введение в состав портландцемента до 40 % базальта способствует изменению его физико-механических свойств.

Прочность цементов с добавкой базальта остается высокой при добавке до 30 % (48,2 МПа). При увеличении количества добавки до 40 % марочная прочность цемента снижается на порядок (41,3 МПа).

Для модифицирования свойств портландцемента значительный интерес представляет совместное воздействие тонкоизмельченной породы и микродобавок органического вещества.

В ранних работах нами было установлено интенсифицирующее воздействие органических пластифицирующих добавок в микродозах на процесс измельчения твердых материалов /2/.

С другой стороны, органические добавки влияют на реологические свойства цементного теста, снижая их водопотребность и, соответственно, прочностные характеристики.

В связи с вышеизложенным нами использовались органическая добавка («ПЛ») и «глиниум».

Результаты исследования приведены в табл. 4.

Из приведенных данных видно, что органические добавки интенсифицируют измельчение породы. При длительном измельчении в течение 5-9 часов происходит значительное повышение тонкости помола, особенно при воздействии глиниума (1 %). Нормальная плотность портландцемента снижается при добавке 15 % базальта и 1 % органической добавки и глиниума. При всех тонкостях измельчения нормальная плотность остается в пределах 19 %.

Значительно повышаются прочностные характеристики. Прочность на сжатие повышается на 16-17 %, прочность на изгиб – на 10-15 %.

Аналогично воздействует на свойства портландцемента кальцитсодержащий базальт с органическими добавками.

Снижение водопотребности до 19-20 % обуславливает повышение прочности цементного камня.

Выводы:

При совместном измельчении до 15 % базальтовой породы с портландцементом прочность цемента остается на уровне соответствующем требованиям ГОСТ.

При добавке кальцитсодержащего базальта до 15 % и измельчении до 9 часов прочность цемента повышается на 8-10 %.

При добавке базальтовой породы до 30-40 % происходит снижение марочности цемента на порядок.

При совместном воздействии органической добавки с тонко измельченной породой получают вяжущие низкой водопотребности.

Список литературы

1. Композиционные материалы на основе базальтовых волокон: Материалы научного семинара по проекту # KR-548. – Бишкек: Илим, 2007. – 140 с.
2. Ассакунова Б.Т. Модифицированные водостойкие гипсовые вяжущие вещества из местного сырья. – Бишкек: Китеп компании, 2008.