

## ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ ЦЕМЕНТОВ С ИЗВЕСТНЯКОВЫМ НАПОЛНИТЕЛЕМ

### INVESTIGATION OF CEMENT AND LIMESTONE FILLER

*Макалада акитаи кошулмаларын жана өтө жакшы пластификаторду колдонуу менен композициалык цемент чапташтыргыч касиеттерин изилдөөсү көрсөтүлгөн.*

**Ачык сөздөр:** *структуранын түзүлүшү, контактык зона, орточо коюулугу, клинкердин минералы, гидравликалык активдүүлүк, пластификатор, суу керектелүүсү.*

*Исследованы свойства композиционных цементных вяжущих, полученных с использованием известкового наполнителя и супер пластификаторов.*

**Ключевые слова:** *структурообразование, контактная зона, нормальная плотность, клинкерные минералы, гидравлическая активность, пластификатор, водопотребность.*

*The properties of composite cementitious binders made using lime filler and super plasticizers.*

**Keywords:** *structure formation, the contact area, the normal density, clinker minerals, hydraulic activity, plasticizer, water demand.*

На современном этапе в цементной промышленности весьма приоритетным является производство малоклинкерных композиционных цементных вяжущих, где часть клинкера заменяется тонко измельченными наполнителями природного происхождения или из техногенных продуктов.

При добыче и обработке каменных материалов, в производстве заполнителей из них образуются тонкодисперсные отходы (10-20%), которые относятся к механогенным отходам. Утилизация их в составе композиционных вяжущих веществ способствует повышению физико – механических характеристик цементов, экономии дорогостоящего продукта (клинкера), а также более полной гидратации клинкерных минералов.

В данной работе рассматривалось получение композиционных цементных вяжущих с использованием отходов камнеобработки.

При проведении исследований использовались ПЦ М 400 и ПЦ М500 ГОСТ 10178-85; известковая и гранитная мука; суперпластификатор глениум.

Химический состав материалов приведен в табл. 1

Глениум-суперпластификатор на основе поликарбоксилатэфирных полимеров характеризуется плотностью  $1,10 \pm 0,02$  г/см<sup>3</sup>, содержанием ионов хлора: -0,01%, жидкой консистенции, прозрачного цвета.

Производство малоклинкерных механоактивированных вяжущих осуществляется помолом в регламентированных условиях портландцементного клинкера или товарного портландцемента с химическими модификаторами и минеральными добавками, вид и количество которых назначаются исходя из условий эксплуатации и с учетом оптимизации процессов гидратации и структурообразования.

Таблица 1 – Химический состав сырьевых материалов

№ п/п	Материалы	Содержание оксидов										
		SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	TiO <sub>2</sub>	Mn O	SO <sub>3</sub>	ппп
1	Известняк	13,2	2,69	1,81	44,22	1,16	0,31	0,40	-	-	0,46	35,6

	Ошском ест-я	5										9
2	Клинкер КЦЗ	21,9 8	5,04	4,11	65,27	-	1,57	0,65	-	-	0,12	0,16
3	Гранит Кара-Кульского мест-я	59,0 7	16,76	9,4	2,91	0,56	3,46	4,59	0,63	-	0,06	2,55

Было исследовано влияние известковой муки на свойства портландцемента. Для сравнения в качестве наполнителя использовалась гранитная мука.

Для уточнения активации микронаполнителей после размолла нами определялась их активность по поглощению извести (табл. 2).

Активность добавок достигалась при помоле микронаполнителей до полного прохождения через сито 008, т.е. достижения удельной поверхности порядка 3000 – 3500 см<sup>2</sup>/г.

Как известно, при тонком измельчении известняка активация поверхности частиц происходит с частичным нарушением химических связей и образованием групп радикалов и свободных ионов с некомпенсированными зарядами катионов Ca<sup>2+</sup>, комплексных анионов CO<sub>3</sub><sup>2-</sup>, что способствует образованию основного карбоната кальция или гидрокарбоалюмината 3CaO·Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>·CaCO<sub>3</sub>·11H<sub>2</sub>O, выделяющихся в виде гелеобразных масс.

Таблица 2 – Активность добавок по поглощению извести

№ п/п	Наименование микронаполнителей	Количество извести, поглощенной из известкового раствора в течение 30 сут. (15 титрований) в мг СаО на 1 г добавки
1	Известняк молотый	24,13
2	Молотый гранит	18,32

Активность молотого гранита составляет -18,32 мг/г. Разница в активности микронаполнителей можно объяснить тем, что гранит представляет собой полиминеральную массу (кварц, полевой шпат, слюда), которые инертны к извести. Однако в процессе измельчения породы полевые шпаты и кварц претерпевают существенные изменения морфологии частиц, чем и объясняется активность породы после измельчения.

Таким образом, гидравлическая активность тонкоизмельченных добавок из горных пород зависит от генезиса, химико – минералогического состава, потенциала и наличия активных центров поверхности при измельчении и деформации кристаллической решетки минерала.

Характеристика активности показывает, что тонкоизмельченный известняк и гранит можно использовать в качестве наполнителей в композиционные цементные вяжущие вещества.

Введение наполнителей в состав портландцемента до 40 % способствует изменению его физико-механических свойств.

Нормальная густота и сроки схватывания цементного теста зависят не только от количества минеральной добавки в составе вяжущего, но и от ее гидравлической или пуццолановой активности.

Нормальная густота цементов с содержанием известняка 10-40% снижается с 24,0 до 20,7 %.

Снижение водопотребности известковых цементов связано с пластифицирующим воздействием тонкоизмельченного кальцита. При добавке 30-40% добавки кальцита практически водопотребность цементного теста смешанного вяжущего стабилизируется.

Прочность цементов с добавкой известняка и гранита остается высокой при добавке до 30 % (45,8 МПа). При увеличении количества добавки до 40 % марочная прочность цемента снижается на порядок (рис.1 и 2).

Исследовалось совместное воздействие известковой муки с глинумом. При измельчении цемента с 30% известняка изменяются свойства цемента.

Нормальная плотность известкового цемента несколько повышается, но остается в пределах, допустимых технической документацией (24,5 %).

Заметно повышаются прочностные характеристики (на 18- 20 %  $R_{изг}$  и на 12-15 %  $R_{сж}$ ).

Эффективно воздействует добавка 1 % глинума совместно с 30% известняка при длительном измельчении (свыше 5 часов). Удельная поверхность повышается с 3200 до 4600  $см^2/г$ . Значительно снижается водопотребность цемента ( $НГ=16,5-18,5$  %), т.е. полученный цемент можно отнести к разряду ВНВ (вяжущие низкой водопотребности).

Прочность на сжатие повышается на 20-25 %, на изгиб 10-15 %.

Положительное влияние карбонатной пыли объясняется тем, что она играет роль микронаполнителя цемента, т.к. имеет с ним не только химическое сродство, но и близка по размеру частиц и относится к наполнителям, химически взаимодействующих с продуктами гидратации цемента.

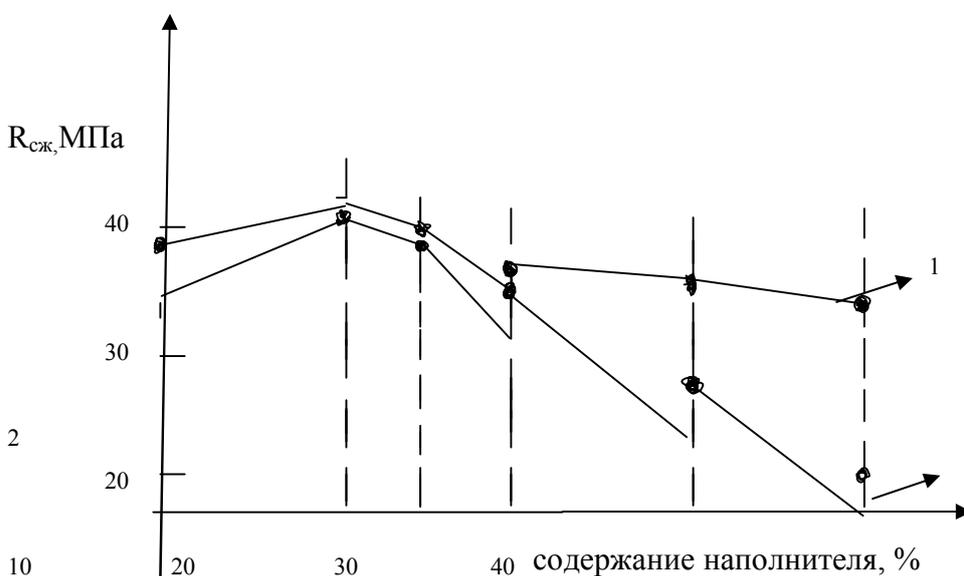


Рис.1. Влияние наполнителей различного генезиса на прочность при сжатии портландцемента: 1– известковой муки; 2–гранитной муки.

А гранитный наполнитель относится к наполнителям низкой реакционной активности в смеси с цементом.

Совместное измельчение портландцемента с известняком и 1% глинума значительно снижает водопотребность цемента (16-18 %) и повышает прочностные характеристики:  $R_{сж}$ . на 20-25 %;  $R_{изг}$ . -10-15 %.

Отмечается значительный прирост прочности образцов суточного и 3-х суточного возраста (30 - 40 %).

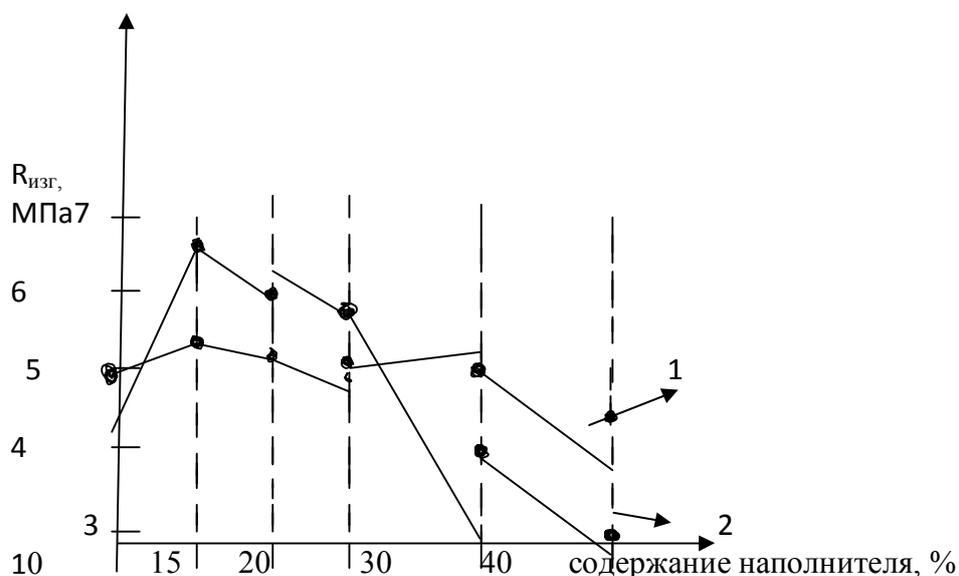


Рис. 2. Влияние наполнителей различного генезиса на прочность при изгибе портландцемента: 1 – известковой муки; 2 - гранитной муки.

Композиционные цементы с содержанием известкового наполнителя до 30 % и 1 % глинума характеризуются прочностью, на порядок превышающей прочность матричного цемента.

Таблица 3 – Совместное влияние известняка и химической добавки на свойства портландцемента

№ п/п	Состав, % цемент: известняк : добавка	Удельная поверхность, см <sup>2</sup> /г	НГ %	Сроки схватывания		ρ <sub>обр</sub> , кг/м <sup>3</sup>	Твердение				
				начало час, мин	конец час, мин		нормальные условия в возрасте суток, R <sub>сж</sub> , МПа			ТВО, (суточного)	
							1	3	28	R <sub>изг.</sub> МПа	R <sub>сж.</sub> МПа
1	100:0:0	3200	22	2:20	6:30	2280	5,4	12,5	33,6	4,75	24,01
2	70:30:0	3100	23,0	3:40	5:16	2270	7,3	14,6	36,5	5,0	26,1
		3800	23,9	6:00	8:40	2270	7,9	16,2	40,6	5,3	29,0
		4800	24,5	6:30	9:00	2290	8,2	16,7	41,7	5,8	29,8
3	70:30:1	3200	16,5	7:04	9:20	2250	7,8	14,9	37,4	5,54	29,6
		4500	18,5	6:10	8:13	2170	8,3	16,6	41,4	5,19	34,4
		4600	18,5	6:56	8:08	2230	8,8	19,2	48,1	5,55	31,1

В данных исследованиях использовался ПЦ М 400 Д 20.

### Список литературы

1. Мамытов А.С. Разработка технологии композиционных малоклинкерных вяжущих веществ и изделий на их основе с использованием местного сырья [Текст]: Дис.... канд. техн. наук / А.С. Мамытов. – Бишкек: 2015. - 168 с.