

БЕТОНЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КОМПОЗИЦИОННЫХ ЦЕМЕНТОВ

В статье рассматриваются вопросы связанные с получением высокомарочных бетонных смесей и декоративных бетонов с использованием композиционных цементов.

Ключевые слова: бетон, цемент, строительства, высокомарочные бетоны, вяжущие материалы.

CONCRETE USING COMPOSITE CEMENTS

The article discusses the issues associated with obtaining high-quality mix concrete and decorative concrete with composite cements.

Keywords: concrete, cement, construction, high-quality concrete, cementitious materials.

В связи с повышением темпов роста строительства весьма важным является расширение выпуска композиционных малоклинкерных вяжущих материалов и бетонов на их основе, в которых часть клинкера заменяется добавкой из техногенных продуктов, что снижает энергозатраты на производство цемента.

На основе композиционных цементов с наполнителями были изготовлены бетонные смеси. Расчет бетонных смесей производился по методу абсолютных объемов, а в качестве заполнителя были использованы материалы различного химико-минералогического состава.

В качестве вяжущего используются смешанные цементы, полученные с использованием микронаполнителей. В качестве мелких заполнителей использовался песок стандартный ГОСТ 6139-91 из местных карьеров, для испытаний бетонов.

Расход вяжущего составляет 310-340 кг/м³ бетона. Прочностные характеристики бетона приведены в табл. 1.

Таблица 1

Свойства бетонных смесей и бетонов на композиционных вяжущих

№ п/ п	Наименование состава	ОК, см	Жесткость бетона, сек	После пропарки		Через 28 суток	
				ρ , г/см ³	R _{сж} , МПа	ρ , г/см ³	R _{сж} , МПа
1	И/В (20+80):Ищ:Ип:В	0	8,5	2,32	3,37	2,2	7,7
2	И/В (20+80):Грщ:П:В	4	3,6	2,29	4,1	2,18	8,85
3	И/В (20+79+1):Ищ:Ип:В	5	3,9	2,3	3,56	2,23	5,96
4	И/В (20+79+1):Грщ:П:В	8	2,7	2,3	3,61	2,24	7,86
5	Тяжелый бетон М 200 обычный	0	-	2,3	11,2	2,25	16,7

*Грщ- гранитный щебень; П- природный песок; В- вода; И+В(20+80)- известняк 20 %, цемент 80 %; И+В(20+79+1)- известняк 20 %, цемент 79 %; хим. добавка (глиниум) 1 %.

В табл. 1. приведены реологические свойства бетонных смесей и прочностные характеристики бетонов.

В качестве вяжущих использованы цементные композиционные вяжущие с содержанием известковой муки 20 % (составы 1, 2) и вяжущие такого состава с дополнительным содержанием до 1 % глиниума.

В качестве крупного заполнителя использовали известковый и гранитный щебень, а в качестве мелкого - дробленый известковый песок и природный песок.

Прочность на гранитном щебне и природном песке также выше (7,86 МПа), чем на известковых заполнителях (5,96 МПа).

Адгезионные свойства цементов с поверхностью заполнителя определяются способностью составляющих цемента к химическому и физико-химическому взаимодействию с поверхностью горной породы или минерала, что ведет к образованию на контакте между ними клеящего вещества, которое является как бы соединительным мостиком между цементным камнем и заполнителем. На прочность сцепления влияет главным образом качественный и количественный состав контактной зоны, что, в свою очередь, зависит от химико-минералогического состава природного и цементного камней, их структуры и условий твердения.

Для установления фазового состава контактной зоны вяжущих с поверхностью заполнителя из горных пород различного химико-минералогического состава применялись рентгенофазовый, электронно-микроскопический методы анализа.

Результаты определения адгезионной прочности цементов к поверхности заполнителя и продуктов гидратации в контактной зоне приведены в табл. 3.. Карбонатные породы характеризуются достаточной прочностью сцепления 1,9-2,8 МПа. Прочность сцепления магматических пород (гранит) составляет 1,2-13,5 МПа. Причем, сцепление цемента с колотой поверхностью заполнителей, несколько выше чем с полированной. Сцепление цемента с поверхностью горных пород различного генезиса обусловлено их химической активностью, химико-минералогическим составом, структурой.

При использовании в качестве заполнителя известняка вследствие химического взаимодействия CaCO_3 с составляющими цемента в контактной зоне образуется гидрокарбоалюминат кальция типа

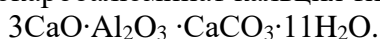


Таблица 2

Прочность сцепления с поверхностью заполнителя и продукты гидратации контактной зоны

№ п/п	Вид вяжущего	Заполнитель	Поверхность заполнителя	$R_{адг}$, МПа	Продукты гидратации
1	Портландцемент ПЦ Д20 М400	Известняк	Полированная	1,6	Гидрокарбоалюминат кальция $3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{CaCO}_3 \cdot 11\text{H}_2\text{O}$
	Смешанные вяжущие		Колотая	1,8	
2	Портландцемент ПЦ Д20 М400	Глиеж	Полированная	2,6	Гидросиликаты CSH, гидрогранаты
	Смешанные вяжущие		Колотая	2,8	
3	Портландцемент ПЦ Д20 М400	Гранит	Полированная	1,2	Гидрогранаты, щелочные гидросиликаты
	Смешанные вяжущие		Колотая	1,3	

Достаточно высокая адгезионная прочность (2,6-2,8 МПа) цемента к поверхности глиежа объясняется образованием в контактной зоне гидросиликатов тоберморитового типа, а также гидрогранатов и волокнистые гидросиликаты типа CSH(B) при переплетении между

собой, а также с минералами поверхностного слоя заполнителя и цементного камня, создают монолитный сросток.

Состав контактной зоны с гранитным заполнителем представлен гидросиликатами кальция разной степени основности, гидрогранатами, известковощелочными гидросиликатами.

В таблице 3 под знаменателем приведены значения адгезионной прочности камня смешанных цементов с поверхностью заполнителя, которые незначительно отличаются от прочности сцепления портландцемента.

Достаточно высокое сцепление смешанных вяжущих с заполнителями объясняется содержанием в составе смешанных цементов глинистой составляющей, которая благодаря пластическим свойствам обуславливает повышение адгезии цемента к поверхности заполнителя. Контактная зона цементного камня с поверхностью различных заполнителей исследовалась с помощью электронной микрофотографии. На рис.1 приведена электронная микрофотография с поверхности контактного слоя цементного камня с гранитным и карбонатным заполнителем.

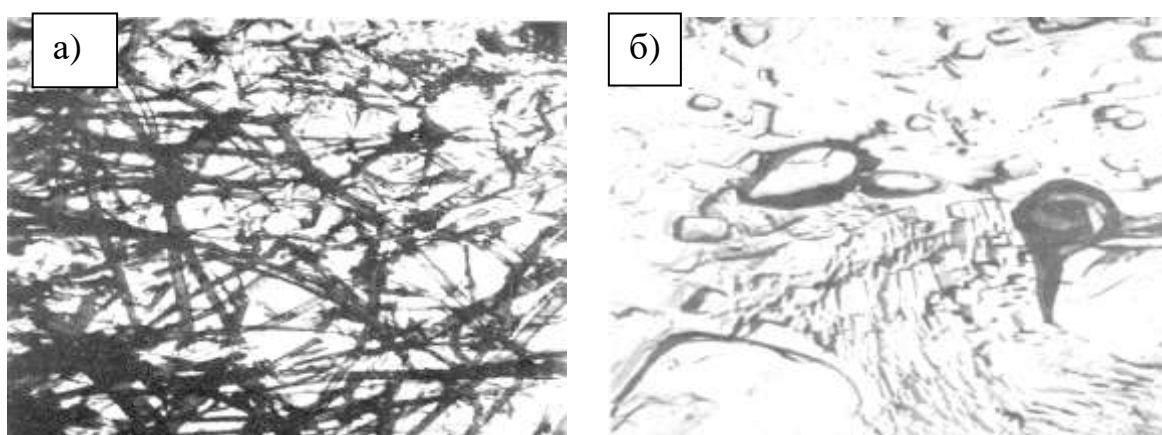


Рис. 1. Электронная микрофотография с поверхности контактного слоя цементного камня: а) с сиенитным заполнителем; б) с карбонатным заполнителем (увеличен в 18000 раз)

На рис. 2 приведена электронная микрофотография реплики контактного слоя смешанного цемента с поверхностью глиежа.

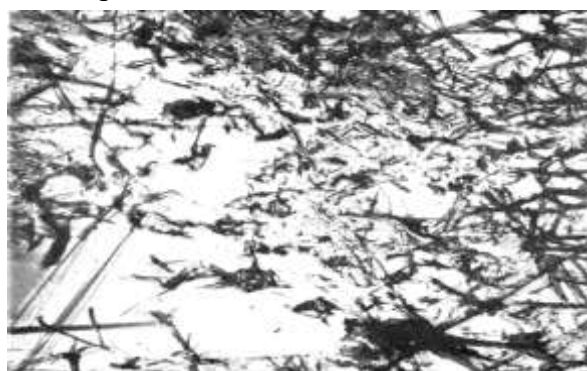


Рис.2. Электронная микрофотография реплики контактного слоя смешанного цемента с поверхностью глиежа (увеличен в 18000 раз)

На электронной микрофотографии контактного слоя цемента с поверхностью глиежа видно образование и рост кристаллоагрегатов гидросиликатов кальция. Одновременно с гидросиликатной структурой образуются длинные призматические кристаллы этtringита, которые растут на поверхности клинкера.

Выводы:

На основе смешанных малоклинкерных цементов, полученных с использованием микронаполнителей из карбонатных пород, гранита, заполнителей и глинистых составляющих и из тех же горных пород получены бетоны М200, Мрз100, В-8.

Использование в бетонах химически активных заполнителей (известняк, глиеж, гранит) обуславливает достаточное сцепление с цементом и образование прочной контактной зоны. За счет эпитаксии, т.е. сродства кристаллической решетки цементного камня, контактной зоны и заполнителей. Поверхность кремнесодержащих заполнителей с цементом образует прочную и плотную структуру за счет переплетения кристаллов гидрогранатов с волокнистыми гидросиликатами типа CSH(V).

Литература:

1. Абдыкалыков А.А. Экспериментально – теоретические основы оптимизации реологических и прочностных свойств наполненных композиционных материалов. Бишкек: Технология, 2000. 252 с.
2. Абдыкалыков А.А., Ассакунова Б.Т., Мамбеталиева Д.А., Маразыкова Б.Б. Применение отходов промышленности при получении вяжущих материалов // Сб. науч. Тр. Нац. Академии наук КР. Бишкек, 1998, с.164.
3. Барбашев Г.К., Дрожжи А.Х. Основные направления развития производства цемента // Цемент. -1989. -№4. –С.6-8.