

бетонов средних классов по прочности является совместное применение наполнителей средней прочности (карбонатные породы и техногенные шламы) и высокопрочных наполнителей. Подобные комплексные добавки при использовании в количестве 5–7% от массы цемента (каждая) совместно с суперпластификаторами при незначительном снижении водосодержания позволяют повышать прочность цементных материалов в 3–4 раза в ранние сроки твердения и на 40–50% — более поздние.

Исследованиями изменения диаметров расплыва суспензий минеральных добавок и цемента по микровискозиметру Сутгарда установлено, что при дозировке суперпластификаторов САС 1,5% от массы сухого порошка наибольшее пластифицирующее действие и увеличение диаметра расплыва смеси достигается для гранитной каменной муки (20,7%). Для суспензий цемента и карбонатного шлама этот показатель возрастает на 11,5% и 15% соответственно по сравнению с составами без добавки суперпластификатора. Таким образом, каменная мука, полученная при помолу гранита, позволяет создавать в цементно-песчаных растворах в момент их приготовления и транспортировки лучшие реологические условия по сравнению с чисто цементно-песчаными растворами или их смесями с карбонатным шламом.

Наиболее рациональным способом повышения эффективности комплексных органоминеральных модификаторов является применение смеси минеральных компонентов совместно с суперпластификаторами в составе одной комплексной добавки. В этом случае реализуется возможность не только уплотнения структуры и увеличения эффективности разжижителей, но и повышения прочности за счет различных механизмов активации твердения цементных систем: эпитаксиального наращивания гидратов на частицах микронаполнителя как на затравках кристаллизации, а также за счет гидратационной активности кремнеземсодержащих тонкомолотых составляющих.

ОРГАНОМИНЕРАЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ МОДИФИЦИРОВАНИЯ ЦЕМЕНТНЫХ КОМПОЗИЦИЙ

Гувалов А.А.

*Азербайджанский Архитектурно-Строительный Университет,
Баку, Азербайджанская Республика,
abbas.guvalov@akkord.az*

Создание бездефектной структуры цементного камня во многом стало возможным за счет применения суперпластифицирующих добавок (СП) в комбинации с тонкодисперсными добавками природного или техногенного происхождения. Как правило, наиболее высоких результатов можно достигнуть при использовании кремнеземистых добавок техногенного происхождения, которые характеризуются высоким содержанием аморфного кремнезема с развитой удельной поверхностью – микрокремнеземом (МК). Многими исследованиями [1-3] подтверждена эффективность совместного использования добавок МК и СП. Однако, несмотря на продолжительный опыт применения МК в производстве строительных материалов, результаты исследований последних лет показывают, что в бетонных технологиях его используют недостаточно. Основная проблема заключается в агрегации частиц SiO₂ в крупные и довольно прочные агрегаты. Длительное время сохраняясь в теле бетона в условиях повышенного содержания щелочных катионов, они способны участвовать в щелоче-силикатных реакциях, приводящих к возникновению разрушающих напряжений в структуре камня. Эта проблема может быть решена использованием высокодисперсной органоминеральной добавки на основе природных вулканических пород Республики Азербайджана, получаемых совместным измельчением в водной среде

активных минеральных добавок вулканического происхождения, содержащих в своем составе около 80% стеклофазы, и суперпластификатора на полиарилсульфонсульфонатной основе (САС) [4]. Совместное измельчение компонентов позволяет получить комплексную добавку для бетонов и растворов, в процессе приготовления которой образуется тонкодисперсный композит.

В процессе исследований было установлено, что диапазон наиболее эффективной концентрации комплексной органоминеральной добавки (ОМД) составляет 10 % от массы цемента. Активность цемента с добавкой определяли как фактическое значение прочности на сжатие образцов из стандартного цементного раствора (при соотношении цемент: песок - 1:3), изготовленных и испытанных в стандартных условиях (см. табл. 1)

На долю силикатных минералов в портландцементе, приходится 60-80%. В процессе гидратации силикатной составляющей цемента образуются гидросиликаты кальция (ГСК) разной основности, которые являются основными носителями свойств цементной связки в бетонах и растворах. Минеральная часть содержащий 80% стеклофазы, входящий в состав комплексной добавки, связывает часть ионов Ca^{2+} способствует увеличению общего количества гидросиликатов кальция, что обеспечивает увеличение общего содержания цементирующего вещества в цементных композициях. Кроме того, уменьшая концентрацию ионов Ca^{2+} в жидкой фазе, тонкодисперсный наполнитель, содержащийся в добавке, способствует снижению степени коагуляции образованных гидратов. Дополнительное количество кристаллических продуктов гидратации, образованных в процессе взаимодействия минеральной добавки с $Ca(OH)_2$, вносит существенный вклад в формирование прочности. Активность цемента в возрасте 28 сут возрастает на 50%.

Таблица 1. Влияние добавки на активность цемента

№	Состав раствора, кг/м ³				Распльв, мм	Предел прочности (МПа) в возрасте, сут		
	Цемент	ОМД	Песок	вода		1	7	28
1	250	0	750	100	110	11,7	35,4	52,0
2	250	25	750	85	112	16,0	46,7	74,6

Помимо высоких прочностных показателей строительные материалы и изделия на основе портландцемента должны обладать высокой стойкостью к агрессивному воздействию различных внешних факторов, т.е. обладать высокой водонепроницаемостью, морозостойкостью и быть устойчивыми в коррозионных средах. Степень агрессивного воздействия на материал определяется не только степенью агрессивности коррозионной среды, но и структурными характеристиками цементного камня. Исследование влияния комплексной органоминеральной добавки на структурные характеристики цементного камня показали, что введение добавки в состав цемента способствует формированию более плотной структуры цементного камня.

Уменьшение общей пористости и снижение доли сообщающихся пор в затвердевшем цементном камне с комплексной органоминеральной добавкой приводит к значительно снижению водопоглощения цементных образцов, что определяет их высокую коррозионную стойкость (табл. 2, рис. 1). Коэффициент коррозионной стойкости цементного камня с добавкой, хранившегося в агрессивном солевом растворе в течении 180 сут составляет 0,95.

Таблица 2. Влияние добавки на структурные характеристики цементного камня

№	Состав	Пористость, %	
		Общая	Открытая
1	цемент Б/Д	20,4	16,8
2	цемент + 10% ОМД	16,2	10,3

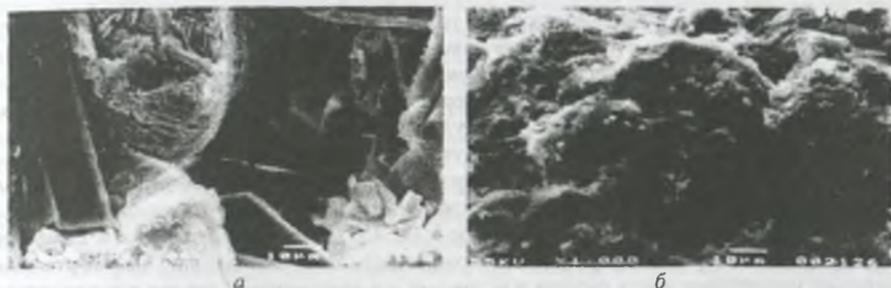


Рис. 1. Микроструктура цементного камня (увеличение 1000 раз.
а) Без модификатора, б) с 10% модификатором

Для оценки эффективности применения комплексной органо-минеральной добавки были проведены исследования строительно-технических характеристик бетонов (табл.3).

Таблица 3. Влияние ОМД на свойства бетона

№	Состав раствора, кг/м ³				В/Ц	Предел прочности (МПа) в возрасте, сут		
	Цемент,	ОМД	Песок	Щебень		1	7	28
1	350	0	850	1000	0,50	16,6	30,2	36,1
2	350	35	850	1000	0,50	20,3	36,8	44,7

Результаты испытаний показали, что во все сроки твердения прочностные характеристики бетона с комплексной добавкой превышают прочностные характеристики бетона без добавки, что подтверждает ее высокую эффективность и целесообразность ее использования для получения высокопрочных водонепроницаемых бетонов и растворов.

Список литературы

1. Батраков В.Г. Модифицированные бетоны. М.: Технопроект, 1998. 768с.
2. Баженов Ю.М. Технология бетона. М.: Изд-во АСВ, 2003. 500с.
3. А.А.Гуvalов. Влияние органо-минеральных модификаторов на прочность бетона // VI Международная конференция "Прочность и разрушение материалов и конструкций" 20-22 октября 2010 г, Оренбург,- 2010. С. 221-225
4. Guvalov A.A. Impact of poliarilsulphosulphonic Superplasticizer on hidration and hardening of cements SCIENCE WITHOUT BORDERS/ Transactions of the International Academy of Science H&E. Volume 3 2007\2008. Innsburk-2009. S 605-610.