

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СОВРЕМЕННОГО МИНЕРАЛЬНОГО МОДИФИКАТОРА - ВЫСОКОАКТИВНОГО МЕТАКАОЛИНА В ЦЕМЕНТНЫХ СИСТЕМАХ

Жерновой Сергей Витальевич

магистрант, Северо-Кавказский федеральный университет, РФ, г. Ставрополь

Аннотация. В статье анализируется влияние высокоактивного метакеолина на цементные системы в сравнении с ультрадисперсным микрокремнеземом.

Ключевые слова: микрокремнезем, высокоактивный метакеолин, модификатор.

На протяжении многих лет активные минеральные дополнения целенаправленно применяются для улучшения бетонных смесей на базе портландцемента. Они оказывают влияние на повышение прочности, увеличение срока эксплуатации, герметичность и химическую стойкость получаемых материалов и конструкций.

В настоящее время среди активных добавок особенно распространен ультрадисперсный микрокремнезем, который является остатком от производства кремнийсодержащих сплавов. Микрокремнезем состоит из частиц сферической формы размером 0,01–0,1 мкм и содержит в себе до 95% чистого аморфного кремнезема, активно вступающего в реакцию с выделяемой при гидратации портландцемента известью, образуя вяжущие, нерастворимые в воде.

Однако, несмотря на все положительные качества, микрокремнезем имеет и некоторые недостатки, среди которых нестабильность его свойств, не исключая цвет. В связи с этим производителям материалов необходимо быть готовым к колебаниям его активности, скорости реакции, водопотребности. Также, следует учитывать, что непросто получить стабильный цвет изделий.

Повышенная водопотребность и высокая способность к увеличению скорости потери пластичности цементных растворов и бетонов обусловлены ультрадисперсным размером частиц микрокремнезема. Поэтому, при его применении необходимо большое количество суперпластификаторов для восполнения эффекта загустения. Кроме того, пластификаторы требуются и для надежного диспергирования ультрадисперсных частиц, подверженных агрегации. Следовательно, без внедрения пластификаторов, микрокремнезем утрачивает свою эффективность.

Также, значительным недостатком является повышенная липкость растворов и бетонов при добавлении микрокремнезема, вызванная тем же размером частиц. Снижается технологичность применения отделочных составов, которые наносятся посредством шпаклевания, затирки и замазывания. Во избежание данной проблемы, в составы необходимо вводить дополнительные химические добавки, понижающие липкость растворов.

Влияние микрокремнезема, золы уноса, диатомита и других неактивных и активных минеральных добавок на свойства бетона изучено в монографии В.С. Рамачандрана [1] и обзоре И. Каримова [5].

За последние несколько лет большую востребованность в мире получает высокоактивный

метакаолин, так как является высокоэффективной пуццолановой добавкой. Это экологически чистый искусственный материал, который получают из чистых каолинитов. Высокоактивный метакаолин представляет из себя порошок со средним размером частиц 1-5 мкм белого или розоватого цвета. Практически в равных долях содержит в себе аморфный кремнезем и глинозем, тем самым значительно отличаясь по своему химическому происхождению от микрокремнезема. Частицы высокоактивного метакаолина имеют пластинчатую форму, что обуславливает при указанном размере частиц высокую удельную поверхность, достигающую 30 м²/г [3].

Физические свойства метакаолина (табл.1) оказывают превосходное влияние на строительные и технические показатели материалов, смесей и конструкций на основе бетона.

Таблица 1.

Физические свойства метакаолина

Свойство	Значение
Цвет	Серовато-кремовый, светлый
Удельная поверхность, см ² /г	12 000 - 13 000
Массовая доля оксида кремния SiO ₂ , %	51,4
Массовая доля оксида алюминия Al ₂ O ₃ , %	> 42
Массовая доля оксида железа Fe ₂ O ₃ , %	0,8
Пуццоланическая активность, мг Ca(OH) ₂ / г	> 1000
Влажность, %	< 0,5
ППП, %	< 1
Радиоактивность	< 16 мкр/час

Увеличивающаяся востребованность высокоактивного метакаолина определена очевидным превосходством данного материала. Так как его производят целевым образом, материал имеет высокую стоимость. Однако применение высокоактивного метакаолина вместо микрокремнезема в большинстве случаев экономически выгоднее.

Динамичность высокоактивного метакаолина (количество извести, нейтрализуемой 1 г материала) составляет более 1000 мг, в то время как для микрокремнезема обычно этот показатель равен 340-450 мг. Исходя из этого, дозировка высокоактивного метакаолина может быть в 2-2,5 раза ниже без снижения свойств обретаемого материала. Это приводит к действительной экономии на 25-35% на стоимости модификатора. Таким образом, для существенного повышения водонепроницаемости цементных составов хватит введения 1,5-2% высокоактивного метакаолина от общей массы портландцемента.

Чтобы компенсировать высокую потребность цементных составов в воде, при внедрении высокоактивного метакаолина потребуются заметно меньшее внедрение пластификаторов. Вместе с тем, в некоторых составах при приемлемых дозировках высокоактивный метакаолин может обеспечить пластифицирующий эффект на цементные растворы. Такое влияние обусловлено тем, что гранулометрический состав метакаолина дополняет гранулометрический состав цемента.

Неизменное качество высокоактивного метакаолина способствует миновать частые исправления рецептур при переходе с одной партии модификатора на другую, а также отказаться от излишек в дозировке модификатора, призванного скомпенсировать нестабильность его свойств. Это приводит к экономии на лабораторных испытаниях и на стоимости модификатора.

Светлый цвет метакаолина позволяет применять его в материалах на основе белого портландцемента или гипса, гарантируя получение декоративных цветных материалов усиленной прочности и долговечности.

Высокоактивный метакаолин способен объединять щелочи (K, Na, Li) в нерастворимые

новообразования, схожие по химическому составу с цеолитами и полевыми шпатами. Такая способность гарантирует усиленную защиту цементных материалов и конструкций от солеобразования и разрушения от силикатнощелочной реакции.

Высокое содержание аморфного глинозема в высокоактивном метакеолине позволяет применять его в качестве одного из компонентов комплексных безусадочных или расширяющихся вяжущих. Это способствует получению достаточно прочных безусадочных составов с применением высокоактивного метакеолина.

Вышеуказанные и другие достоинства метакеолина делают его очень продуктивным в качестве модификатора для следующих видов материалов:

- бетонов высокого качества и надежности, объединяющих в себе высокую технологичность и прочность за счет таких свойств, как самоуплотняемость, безусадочность, повышенная химическая стойкость и высокостойкость;
- высокопрочных и стойких к расслоению самовыравнивающихся составов, в том числе наливных цементных покрытий для полов;
- атмосферостойких штукатурок, шпатлевок, затирок и других отделочных составов;
- упрочняющих составов для бетонных полов (сухие упрочнители), обладающих высокой прочностью, непроницаемостью и химической стойкостью при повышенной декоративности и технологичности;
- пено- и газобетонов пониженной плотности и теплопроводности;
- гидроизоляционных и высокопрочных ремонтных составов;
- гипсоцементнопуццолановых составов (ГЦПВ);
- водостойких составов на основе магнезиальных цементов и щелочных силикатов (жидких стекол) [2, 4].

Практика использования высокоактивного метакеолина в России невелика. Однако начальные результаты его промышленного использования и лабораторные исследования допускают сделать вывод о большой перспективности применения этого материала в промышленности строительных материалов и стройиндустрии. В частности, замена 8% цемента в бетоне на метакеолин позволила повысить раннюю (в возрасте 7 суток) прочность бетона на 15%, а конечную (28 суток) – на 30%.

Имеется положительный опыт замены микрокремнезема на метакеолин в сухих строительных смесях для быстротвердеющих гидроизоляционных штукатурных составов, наливных самовыравнивающихся напольных композиций, затирочных составов для широких швов и др. Исследования открывают новые потенциалы этого материала, которые позволяют использовать его для изготовления высокопрочных ажурных бетонных изделий, строительных смесей на базе ГЦПВ, ангидрита и прочего.

Список литературы:

1. Добавки в бетон. Справочное пособие. Под редакцией В.С. Рамачандрана. М.: Стройиздат. 1988. С. 261–269.
2. Advanced Cement Technology. Technical bulletin «High Reactivity Metakaolin PowerPozz».
3. Caladrone M.A., Gruber K.A. and Burg R.G. 1994 High Reactivity Metakaolin: A. New Generation of Mineral Admixture. Concrete International. Now. Vol. 16. № 11. Pp. 32–40.

4. Engelhard Corp. High Reactivity Metakaolin MetaMax. Technical Data Sheet. 2002.
5. The effect of fine fillers on the strength and other properties of Concrete (The review of literature) Dr. Ildar Karimov. Bashkir State Agrarian University. Department of Theoretical and applied Mechanics. 2007.