

Применение измельчительных комплексов КИ для помола цемента

Кушка В.Н. (ЗАО «Урал-Омега», г. Магнитогорск), Артамонов А.В., канд. техн. наук, Гаркави М.С., докт. техн. наук, проф., Ашуркова Е.А., Бундина Е.Е. (Магнитогорский государственный технический университет)

Около 70% энергозатрат при получении цемента приходится на помол клинкера. Широко используемые для помола различных материалов шаровые характеризуются высокой материал- и энергоемкостью. Готовый продукт, получаемый в этих мельницах, характеризуется широким зерновым составом, а его частицы имеют окатанную форму. В то же время при изготовлении вяжущих веществ часто возникает необходимость получения материала узкой гранулометрии, с частицами, обладающими высокой физико-химической активностью. В этой связи приоритетным направлением снижения энергозатрат при производстве цемента является понижение энергоемкости процесса измельчения. Снижение энергозатрат при помоле может быть обеспечено применением принципиально новых измельчителей, в частности центробежно-ударных мельниц (МЦ) производительностью до 10 т/ч при тонкости помола менее 0,050 мм, изготавливаемых НПА «Урал-Центр».

Частицы материала измельчаются почти исключительно путем свободного удара о бронеплиты. Однако возможно и истирание, взаимное соударение частиц в воздушном потоке, при их движении в ускорителе мельницы и от ускорителя к бронеплите. Совокупность таких измельчающих воздействий сказывается на форме частиц получаемого порошка. Проведенный микроскопический анализ показал, что получаемые частицы обладают высокой дефектностью, а также более однородны по форме, что предотвращает их агрегацию (рисунок 1). В указанных мельницах за счет изменения скорости и направления движения воздушных потоков имеется возможность регулирования размера частиц получаемого материала.

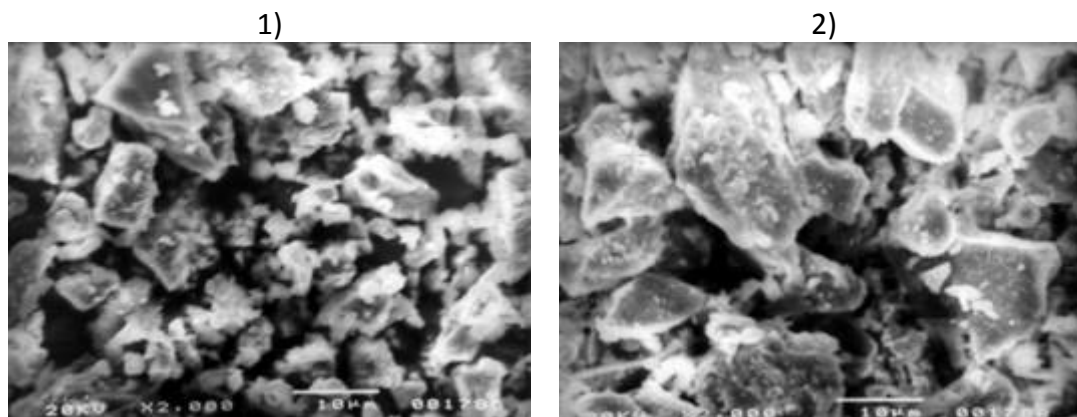


Рисунок 1. Частицы цемента под микроскопом:
1-центробежно-ударная мельница МЦ; 2-трубная мельница

Цементы, полученные в центробежно-ударной мельнице, обладают более узким зерновым составом. Содержание частиц средней фракции (0-30 мкм) в цементах, полученных в МЦ, выше, а содержание частиц мелкой (0-5 мкм) и крупной (>30 мкм) фракций ниже по сравнению с цементами, полученными в шаровых мельницах.

Содержание частиц размером 0-5 мкм определяет удельную поверхность, поэтому цементы, полученные в шаровой мельнице, обладают большей удельной поверхностью. Тонкость помола цементов центробежно-ударного измельчения ниже тонкости помола цементов, полученных в шаровой мельнице. Это связано с тем, что у цементов различное содержание частиц размером более 80 мкм. В МЦ можно получать цементы с тонкостью помола (по остатку на сите №008), равной нулю (таблица 1). Этот факт подтверждается выпуском партии цемента ПЦ500, у которого отсутствует остаток на сите №008. Получить цемент такой тонкости помола в шаровой мельнице, работающей по открытому циклу, крайне затруднительно из-за агрегации частиц и неизбирательности процесса измельчения.

Таблица 1. Свойства цементов различных способов помола

Наименование показателей		Вид мельницы				
		МЦ		Шаровая		
		ПЦ500	ПЦ400	ПЦ500	ПЦ400	
Тонкость помола по остатку на сите №008, %		0,00	6,32	5,00	6,50	
Удельная поверхность, см ² /г		2780	2340	3629	2950	
Нормальная густота, %		29	26	25	26,5	
Сроки схватывания цементного теста, час.-мин.	начало	2-35	3-00	2-05	3-30	
	конец	6-50	5-50	2-50	4,25	
В/Ц раствора, %		39	34	40	40	
Диаметр расплыва стандартного конуса, мм		110	112	112	113	
Предел прочности, МПа	2 сут.	при изгибе	4,05	2,08	3,71	1,40
		при сжатии	17,07	10,28	18,12	15,68
	28 сут.	при изгибе	6,92	5,85	6,50	5,23
		при сжатии	50,60	41,28	49,4	39,4

Как следует из таблицы 2, цементы, полученные в центробежно-ударной мельнице, удовлетворяют требованиям нормативных документов. Испытания цементов центробежно-ударного измельчения показали, что полученные на их основе бетоны по средней и призмочной прочности на сжатие имеют показатели не ниже стандартных, устанавливаемых СНиП 2.03.01-84, и не уступают аналогичным показателям бетонов на основе товарных цементов.

Технология измельчения с использованием центробежно-ударной мельницы является энергосберегающей по сравнению с традиционной. Экономия общих удельных

энергозатрат при получении ПЦ400 составляет 30%, а при получении ПЦ500 – 10,5 %.

Общая металлоемкость системы центробежного измельчения более чем в 3 раза меньше аналогичного показателя системы, включающей шаровую мельницу. Это связано с тем, что измельчение материала в МЦ происходит сравнительно в небольшом объеме, и отсутствуют мелющие тела.

Удельный уровень износа материалов центробежной мельницы (ускорителя частиц, отбойных плит) составляет 0,15 кг/т, а материалов шаровой мельницы (мелющих тел, бронеплит) – 1,1 кг/т. Меньший уровень износа МЦ связан с иным способом измельчения (свободный удар), а также с отсутствием больших трущихся поверхностей.

Весьма перспективным является использование центробежно-ударных мельниц для изготовления смешанных цементов различной активности на основе товарного портландцемента и активных минеральных добавок или инертных наполнителей. При этом возможно два варианта технологии изготовления указанных цементов: 1) совместный помол добавок и исходного цемента; 2) измельчение добавки и ее смешивание с исходным цементом. Так как измельчительный комплекс на основе центробежно-ударной мельницы имеет в своем составе классификатор, то при использовании второго варианта технологии изготовления возможно разделение измельчаемой добавки на два продукта по крупности – мелкий (размер частиц менее 20 мкм) и крупный (размер частиц менее 40 мкм). Последующее смешивание этих компонентов с исходным портландцементом позволяет получать смешанные цементы различной активности.

На рисунках 2 и 3 приведены прочностные показатели смешанных шлаковых цементов, изготовленных с использованием доменного гранулированного шлака.

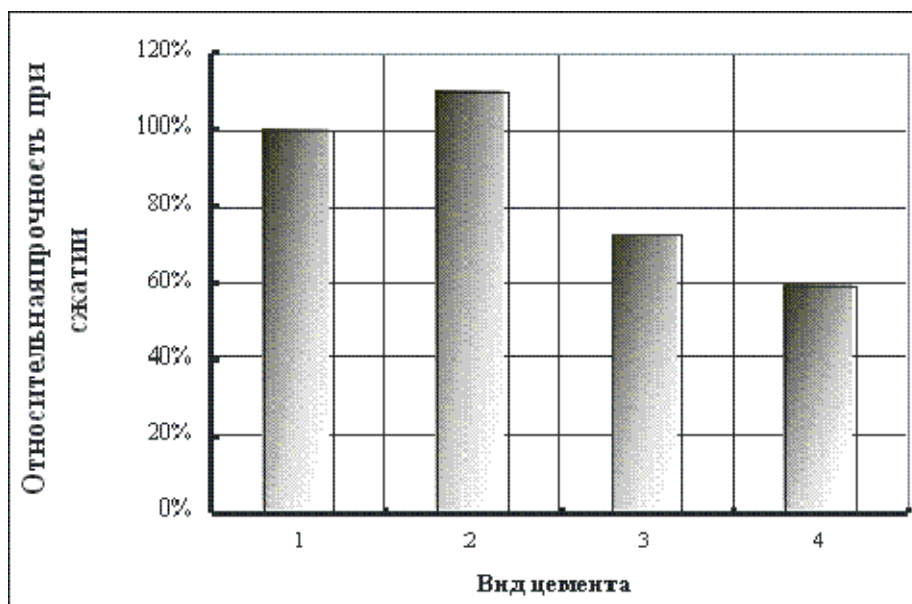


Рисунок 2. Относительная прочность при сжатии шлаковых цементов отдельного помола:

1- исходный портландцемент; 2 – цемент с содержанием 30% мелкого шлака; 3 – цемент с содержанием 60% крупного шлака; 4 – цемент с содержанием 70% крупного шлака.

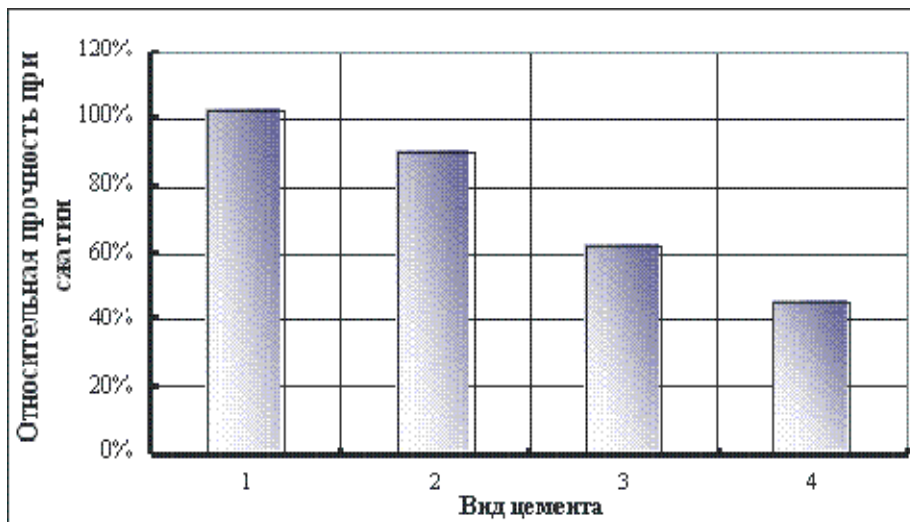


Рисунок 3. Относительная прочность при сжатии шлаковых цементов
раздельного помола:

- 1- цемент с содержанием 10% шлака;; 2 – цемент с содержанием 25% шлака;
3 – цемент с содержанием 60% шлака; 4 – цемент с содержанием 75% шлака.

Как показали проведенные исследования, цементы раздельного помола характеризуются более высоким темпом роста прочности, что может быть связано с оптимальным зерновым составом этих цементов. Сравнение прочностных характеристик шлаковых цементов, полученных по различным технологиям (рисунки 3 и 4) указывает на преимущество раздельной технологии изготовления указанных цементов. Следует также отметить, что совместный помол компонентов снижает производительность измельчительного комплекса. Особенно перспективно применение указанной технологии измельчения для получения низкопрочных смешанных цементов, применяемых в горнорудной технологии при изготовлении закладочных смесей, а также для инъекционных работ.

Таким образом, центробежно-ударные мельницы НПА «Урал-Центр» позволяют получать вяжущие вещества и наполнители при минимальных материальных и энергетических затратах