

стью +1мм представляет собой магнитную фракцию. Средний продукт крупностью -1+0.3мм поступает на магнитную сепарацию, немагнитная фракция из которого возвращается на домол в центробежно-ударную дробилку. Мелкий продукт разделения из гравитационного классификатора в виде аэродисперсного потока поступает в центробежный динамический классификатор, где происходит выделение тонкодисперсного продукта крупностью -0.1мм. Грубый продукт разделения крупностью +0.1мм возвращается на домол.

К концу 2014 года ОДО «Ламел-777» поставило заказчикам около 130 воздушных классификаторов, работающих в производствах по переработке различного сырья. Разнообразные конструкции воздушных классификаторов позволяют их использовать в различных ресурсо- и энергосберегающих технологиях. Производительность разработанных и изготовленных классификаторов составляет от 0.1 до 160 т/ч при крупности продуктов разделения от -5 мкм до десятков миллиметров.

УДК 666.94.052.6

М.И. Кузьменков, проф., д-р техн. наук,
Е.В. Лукаш, канд. техн. наук (БГТУ, Минск)

ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ ПРИ ПОМОЛЕ ЦЕМЕНТА

Измельчение клинкера – важный технологический процесс, один из наиболее энергоемких, с точки зрения потребляемой электрической энергии. Энергозатраты на этой стадии составляют около 40% электрической энергии, необходимой для производства цемента.

Для снижения затрат электроэнергии, в последнее время, намечены следующие пути совершенствования технологии помола цемента [1, 2]: первое направление носит технический характер: переход на двухстадийный замкнутый цикл помола, что активно реализуется на белорусских цементных заводах; второе направление – совершенствование помольных агрегатов, конструкции мельниц, ассортимента мельющих тел, конфигурации бронифутеровки; третье направление – поиск более эффективных интенсификаторов помола цемента.

Применение интенсификаторов помола с целью повышения эффективности помольных агрегатов и сокращения энергозатрат, а как следствие, снижения себестоимости продукции, является общей тенденцией в цементной промышленности. Можно выделить два основных направления ее развития: использование уже известных интенсификаторов, которые успешно применяются и дают хорошие результа-

ты; поиск новых интенсификаторов, более дешевых, в особенности на основе техногенных продуктов различных отраслей.

В настоящее время в РБ широко используются дорогостоящие импортные интенсификаторы помола. Наиболее распространенными, согласно литературным данным, являются лигносульфонат технический (ЛСТМ) и триэтаноламин (ТЭА).

Использование интенсификаторов помола, в частности триэтанолamina, при его дозировке 0,01% (на сухое вещество) позволяет повысить производительность мельницы примерно на 10%. Однако данная добавка является импортной и при ее использовании в зимний период возникают трудности с ее применением (происходит замерзание добавки).

Нами были проведены исследования, направленные на поиск новых интенсификаторов помола, более дешевых, получаемых на основе отечественного сырья.

Исследования проводились на клинкерах ОАО «Красносельскстройматериалы», ОАО «Кричевцементношифер» и предприятий «Управляющая компания холдинга «Белорусский цементный завод»». В качестве интенсификаторов помола испытывались следующие: ЛСТМ, эфиры жирных кислот на основе растительного сырья, натриевые соли этилендифосфорной кислоты, трикарбонной кислоты, поликарбонной кислоты, натриевая соль сульфированного лигнина, препарат АК-30, ТЭА.

При проведении эксперимента определялась тонкость помола цемента при введении добавок в количестве 0,005–0,1%. Тонкость помола оценивалась по остатку на сите № 008 и сравнивалась с эффективностью помола цемента с использованием наиболее эффективной добавки – триэтанолamina.

Результаты испытаний приведены в таблицах 1–3.

При использовании бездобавочного портландцемента ПЦ Д0 ОАО «Белорусский цементный завод» при дозировке добавки на основе эфиров жирных кислот в количестве 0,01% остаток на сите составил 9,97%. При ее введении в количестве 0,1% она эффективно работала как при помолу ПЦ Д0, так и ПЦ Д20. Остаток на сите на ПЦ Д0 составил 6,91%, на ПЦ Д20 – 11,9%.

Добавки на основе добавок эфиров жирных кислот на ПЦ Д0 и на ПЦ Д20 ОАО «Кричевцементношифер» в количестве 0,01% показали хороший результат в сравнении с триэтаноламином. Остаток на сите на ПЦ Д0 составил 10,7%, на ПЦ Д20 – 11,3%. При введении добавки в количестве 0,1% на ПЦ Д20 остаток на сите №008 составил 12,6%.

Таблица 1 – Зависимость тонкости помола цемента ОАО «Белорусский цементный завод» от вида добавок

Наименование добав- ки	Количество добавки, мас. %					
	0,005		0,01		0,1	
	ПЦ Д0	ПЦ Д20	ПЦ Д0	ПЦ Д20	ПЦ Д0	ПЦ Д20
ЛСТМ	15,16	17,5	14,04	17,2	12,01	15,9
ТЭА	12,06	19,03	10,4	10,75	9,96	11,9
Эфиры жирных кислот (1 фракция)	19,04	18,03	9,97	14,4	9,91	11,9
Эфиры жирных кислот (2 фракция)	18,45	19,06	12,8	11,16	11,39	8,37
Натриевая соль трикар- боновой кислоты	16,3	15,45	15,7	14,8	10,02	12,6
Натриевая соль этилен- дифосфорной кислоты	21,02	19,75	20,16	18,5	12,6	24,5
Натриевая соль поли- карбоновой кислоты	18,45	20,14	18,02	19,45	19,2	23,3
Натриевая соль сульфиро- ванного лигнина	21,16	22,07	20,01	21,06	21,02	24,4
Препарат АК-30	19,76	21,09	19,15	20,72	21,4	21,2

Таблица 2 – Влияние вида добавок на тонкость помола цемента ОАО «Кричевцементношифер»

Наименование добавки	Количество добавки, мас. %					
	0,005		0,01		0,1	
	ПЦ Д0	ПЦ Д20	ПЦ Д0	ПЦ Д20	ПЦ Д0	ПЦ Д20
ЛСТМ	14,42	15,2	12,4	14,9	10,8	12,69
ТЭА	13,72	15,43	9,56	12,09	8,65	12,07
Эфиры жирных ки- слот (1 фракция)	17,42	16,54	10,7	11,3	10,6	12,6
Эфиры жирных ки- слот (2 фракция)	19,72	17,83	19,8	16,7	11,4	10,6
Натриевая соль трикарбоновой ки- слоты	17,01	17,3	16,3	17,1	15,7	15,2
Натриевая соль эти- лендифосфорной ки- слоты	18,61	18,32	18,3	18,6	14,7	18,3
Натриевая соль поли- карбоновой кисло- ты	18,02	20,21	16,6	19,3	16,1	16,1
Натриевая соль сульфированого лигнина	20,01	21,16	20,07	22,3	20,04	22,1
Препарат АК-30	19,45	20,48	18,9	20,5	15,7	19,5

Исследования, проведенные на цементах ОАО «Красносельскстройматериалы», показали, что при дозировке добавок на основе эфиров жирных кислот в количестве 0,01% на ПЦД0 остаток на сите составил 10,08%, при дозировке 0,1% остаток на сите составил 14,1–12,8%.

Проведенные исследования на цементах ОАО «Красносельскстройматериалы» показали, что эффективность помола оказалась ниже по сравнению с выше приведенными, что связано с существенным отличием минералогических составов клинкеров.

Таблица 3 – Зависимость тонкости помола цемента ОАО «Красносельскстройматериалы» от вида добавок

Наименование добавки	Количество добавки, мас.%					
	0,005		0,01		0,1	
	ПЦ Д0	ПЦ Д20	ПЦ Д0	ПЦ Д20	ПЦ Д0	ПЦ Д20
ЛСТМ	17,4	18,5	14,3	13,6	14,05	16,7
ТЭА	12,08	13,45	8,9	9,3	10,02	13,9
Эфиры жирных кислот (1 фракция)	17,62	18,93	14,6	10,08	11,4	14,1
Эфиры жирных кислот (2 фракция)	19,64	19,83	14,4	14,6	12,03	12,8
Натриевая соль трикарбоновой кислоты	18,4	19,5	15,7	18,2	13,98	15,7
Натриевая соль этилендифосфорной кислоты	19,78	22,46	20,06	21,45	16,4	17,02
Натриевая соль поликарбоновой кислоты	22,56	21,73	23,04	20,45	14,78	20,02
Натриевая соль сульфированого лигнина	18,45	20,01	19,35	19,65	20,03	18,3
Препарат АК-30	21,02	20,57	20,01	21,05	19,7	19,04

По результатам исследований можно сделать вывод о том, что наибольший интерес представляет добавка на основе эфиров жирных кислот растительного происхождения, поскольку при измельчении цементов повышается дисперсность, что представляет практический интерес для цементных заводов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Шевченко, А.Ф. Пути интенсификации процесса помола цемента / А.Ф. Шевченко // Вопросы химии и химической технологии. – 2008. – № 5. – С. 129–137.
2. Шахова, Л.Д. Опыт применения интенсификаторов процесса помола нового поколения /Л.Д. Шахова, С.В. Маркова, Д.А. Мишин // Цемент. – 2011. – № 4. – С. 42–44.