

А.Б. ЛИПИЛИН, гл. инженер, М.В. ВЕКСЛЕР, инженер, Н.В. КОРЕНЮГИНА, гл. технолог предприятия «ТЕХПРИБОР» (г. Щекино Тульской обл.)

Ударный помол как действенное средство снижения себестоимости производства негашеной извести

Известь получают путем обжига кальцево-магневых горных пород осадочного происхождения. Различается известь воздушная и гидравлическая. Гидравлические свойства извести зависят от содержания силикатов и алюмосиликатов кальция. Воздушная известь делится на кальцевую, магнезиальную, магнезиальную и доломитовую.

Промышленно выпускаются следующие виды воздушной извести: известь негашеная комовая, известь негашеная молотая, известь гидратная (пушонка).

Комовая негашеная известь представляет собой воздушную кальцевую, магнезиальную или доломитовую известь, получаемую в виде кусков и зерен. Выпускаемая негашеная известь состоит в основном из оксида кальция и называется **комовая известь-кипелка**.

Негашеная известь в порошкообразном состоянии широко используется в металлургической и химической промышленности, сельском хозяйстве, а также в строительной индустрии, предъявляющей все более высокие требования к качеству продукта.

Помимо показателей активности материала (содержания СаО или MgO) важнейшим фактором, определяющим технологическую ценность негашеной извести, является тонкость ее помола. Однако показатели удельной поверхности порошка, по которым принято оценивать качество продукта, дают далеко не полное представление о его реологическом потенциале при взаимодействии с другими веществами.

Важнейшие физико-технические параметры негашеной извести, такие как количество воды, необходимое для ее гашения в гидрат-пушонку или тесто, сроки хранения, степень, время и температура гидратации зависят не только от тонкости помола, но в большей степени от однородности ее зернового состава. Чем меньше в порошке крупных частиц или, напротив, очень мелких, тем полнее и равномернее протекает гашение, дольше сохраняется активность извести.

Влияние гранулометрического состава молотой извести на качество получаемых с ее использованием материалов прекрасно иллюстрирует следующий пример. В производстве ячеистых бетонов автоклавного твердения при использовании извести-кипелки высокой тонины

помола при перемешивании в смеси в результате коагуляции мельчайших чешуек извести образуются комки диаметром 3–5 сантиметров, не разрушающиеся при вымешивании. Такие комки, оставаясь в изделиях, снижают их прочность, морозостойкость, вызывая перерасход вяжущих материалов. Даже при незначительных сроках хранения молотой негашеной извести очень мелкие частицы быстро гасятся влагой, содержащейся в воздухе, что значительно снижает активность материала. Крупные же частицы, имея малую поверхность фазового контакта, гасятся в смеси медленнее и не в полном объеме, что также в свою очередь увеличивает расход извести.

Порошки, полученные с использованием шаровых, а особенно вибрационных мельниц, всегда характеризуются очень нестабильным гранулометрическим составом. Даже высококачественная молотая негашеная известь с удельной поверхностью в 3000–5000 см²/г обычно имеет остаток на сите 008 около 15–20%. При затворении водой эти частицы превращаются в 10–15% непогасившийся остаток, или инертный балласт, часто бесполезный, а иногда и вредный. Таким образом, при широко используемом в настоящее время способе помола как минимум 10% высококачественной молотой негашеной извести не используется по своему прямому назначению и попросту теряется.

Но и сама потребность очень тонкого помола негашеной извести, казалось бы, так необходимого для придания ей вполне определенных качеств, является всего лишь издержками известного и явно устаревшего способа помола шаровыми мельницами, визитная карточка которых высокая металлоемкость и крайне низкий КПД. Ведь для того чтобы только приблизиться к 50% содержанию в порошке частиц оптимального размера, шаровой мельнице необходимо переизмельчить 30% материала, только тогда содержание крупных зерен не превысит 20%. Но если энергорасход мельниц на получение частиц размером 80 мкм обычно не превышает 20–30 кВт на тонну продукта, переизмельчение до размера в 10 мкм требует уже 150–200 кВт энергии. Отсюда высокая стоимость и низкая эффективность помола в шаровых мельницах.

Ударное измельчение не имеет подобных недостатков. Быстрый удар на скорости >50 м/с дает наивысший выход частиц требуемого размера — до 90% при полном отсутствии остатка на сите 008. Это значит, что мельницы быстрого удара в принципе более эффективны для помола такого материала, как негашеная известь. Расход энергии в динамических измельчителях по сравнению с традиционно используемыми шаровыми мельницами в несколько раз меньше, а благодаря более равномерному зерновому составу технологические характеристики получаемого продукта выше.

Хотя влияние типа помольного агрегата на качество получаемой извести известно давно, эта прекрасная возможность серьезного улучшения полезных свойств продукта на фоне снижения его себестоимости в настоящее

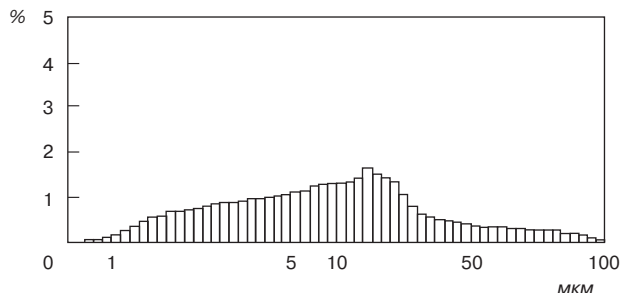


Рис. 1. Зерновой состав молотой в шаровой мельнице негашеной извести

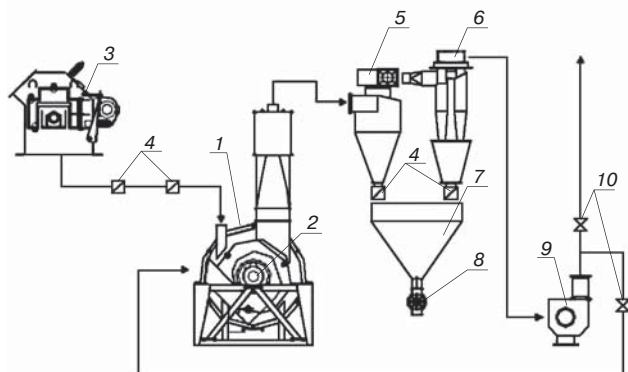


Рис. 2. Схема помольной установки с ударно-центробежной мельницей: 1 – ударно-центробежная мельница; 2 – электродвигатель основного привода 30 кВт; 3 – дробилка роторная; 4 – мигалки; 5 – циклон-разгрузитель; 6 – батарея циклонов; 7 – бункер готового материала; 8 – шлюзовой затвор; 9 – вентилятор; 10 – клапаны регулировки сброса и возврата воздуха

время используется очень слабо. Вместе с тем именно тонкий помол является одной из самых дорогих операций в многотоннажном производстве. Учитывая объемы производства, даже относительно небольшое повышение эффективности работы измельчительного агрегата может дать значительный экономический эффект.

В качестве примера проведем сравнение технико-экономических характеристик шаровой двухкамерной мельницы 1456А и ударно-центробежной мельницы «ТРИБОКИНЕТИКА-540».

Крупность материала, подаваемого в шаровую мельницу, составляет не более 30 мм, для чего комовая известь-кипелка проходит предварительное дробление. Объем мельницы, загруженный 11 т мелющих тел, приводится во вращение двигателем мощностью 132 кВт. Общая масса агрегата составляет 38,5 т. Помольную установку, включающую помимо самой мельницы эксгаустер с циклонами и вентилятором, обслуживают 4 человека. Ее производительность при получении порошка негашеной извести с остатком на сите 008 15–20% составляет 4 т/час. Соответственно расход энергии только на помол 1 т материала без учета работы вентилятора эксгаустера (дополнительно 7,5 кВт на каждую тонну продукта) превышает 32 кВт.

Зерновой состав негашеной молотой извести после помола на шаровой мельнице представлен на рис. 1.

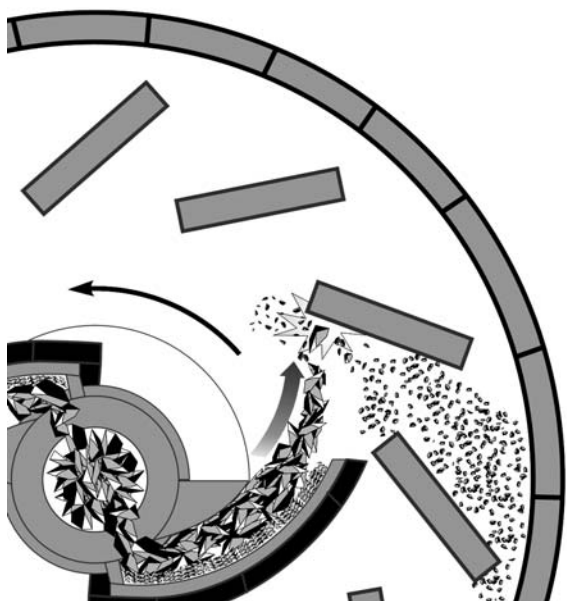


Рис. 4. Схема действия и вид помольной камеры УЦМ «ТРИБОКИНЕТИКА-540»

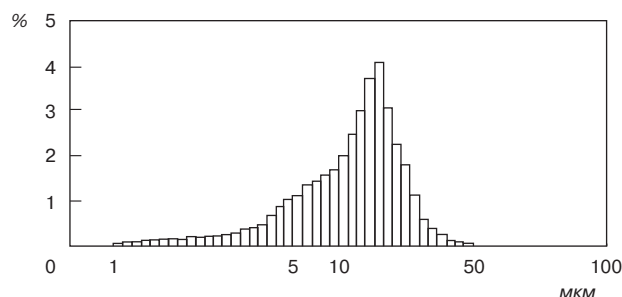


Рис. 3. Зерновой состав молотой негашеной извести на установке УЦМ «ТРИБОКИНЕТИКА-540»

Установленная мощность ударно-центробежной мельницы (УЦМ) «ТРИБОКИНЕТИКА-540» составляет 35 кВт. Данный агрегат является модулем высокого уровня готовности. На общей раме помимо самой динамической мельницы также установлена батарея циклонов, вентилятор, полный комплект воздухопроводов (рис. 2). Привод воздушного колеса вентилятора осуществляется от главного двигателя ротора-ускорителя мельницы. Крупность питания УЦМ «ТРИБОКИНЕТИКА-540» – куски размером до 50 мм включительно, производительность мельницы по готовому продукту составляет 3,3 т/час.

100% частиц полученного порошка имеют размеры $\leq 44,847$ мкм, среди которых только 2,3 % ≤ 1 мкм. Расход энергии, включающий также и периферийное оборудование (вентилятор, шлюзовые затворы), не превышает 11,6 кВт/т, что в три раза меньше энергорасхода шаровой мельницы. Полная масса ударно-центробежной мельницы «ТРИБОКИНЕТИКА-540» составляет 3,5 т; агрегат работает в автоматическом режиме, для его эксплуатации и обслуживания требуется два работника.

Зерновой состав негашеной молотой извести после помола на ударно-центробежной мельнице показан на рис. 3.

В ударно-центробежной мельнице «ТРИБОКИНЕТИКА-540» реализуется принцип измельчения материала свободным ударом, или «кинетического самоизмельчения», когда частицы разгоняются ротором-ускорителем, выбрасываются в пространство помольной камеры и разрушаются при ударе об отражательные плиты статора. То есть обрабатываемый материал измельчает сам себя, без шаровой загрузки. При такой модели измельчения мелющими телами выступают крупные зерна извести, которые разбивают собой более мелкие (рис. 4).

В процессе работы мельницы исходный материал непрерывным потоком подается в центр ротора-ускорителя. После удара частицы, достигшие требуемых размеров, выносятся воздушным потоком из помольной камеры, поступают в циклоны и выводятся из агрегата через шлюзовой затвор.

Сам принцип получения молотой негашеной извести свободным ударом не является чем-то новым, существует большая номенклатура динамических измельчителей, способных перерабатывать данный материал. Но известные образцы аэробильных, струйных, стержневых и прочих мельниц ударного действия хотя и отличаются сравнительно низким энергорасходом, по показателям надежности серьезно проигрывают шаровым мельницам.

В настоящее время развитие техники ударного измельчения сдерживают два основных противоречия: необходимость увеличения скорости удара, с одной стороны, и снижение ресурса рабочих органов – с другой.

Модель самоизмельчения хрупких материалов, реализуемая в ударно-центробежной мельнице «ТРИБОКИНЕТИКА-540», позволяет разрешить эти противоречия наиболее рациональным образом. Все узлы и детали мельницы, взаимодействующие с частицами извести, ими же и защищаются от износа. В частности,

конструкция ротора-ускорителя УЦМ «ТРИБОКИНЕТИКА-540» предусматривает самофутеровку разгонных лопастей измельчаемым материалом. После образования «гарнисажного» слоя частицы извести движутся по каналам ротора-ускорителя, практически не соприкасаясь с разгонными лопастями и соответственно не вызывая их износа. Ведь назначение лопастей ротора-ускорителя — это разгон частиц, а не удар по ним, поэтому лопасти ротора расположены не перпендикулярно движению потока материала, а практически параллельно ему. Такое техническое решение позволяет не только эффективно измельчать негашеную известь, получая продукт более высокого качества с меньшим расходом энергии, но и делать это с минимальными затратами на обслуживание помольного агрегата.

Сегодня, как и сто лет назад, в производстве молотой извести доминирующим помольным агрегатом является шаровая мельница, а основным способом измельчения остается истирание-раздавливание. При этом расход энергии на получение материала нормированного качества редко опускается ниже 30 кВт/т. Ударный помол, обеспечивающий трехкратное снижение энергоемкости процесса, способен вывести производство негашеной молотой извести на качественно новый уровень развития.

Список литературы

1. Сиденко П. М. Измельчение в химической промышленности. М., 1977, 365 С.
2. Акунов В. И. О выборе оптимальных типов измельчителей // Строительные материалы. 1962. № 11. С. 21–22.
3. Волженский А. В. Минеральные вяжущие вещества. М.: Стройиздат, 1986. С. 216–217.
4. Осин Б. В. Негашеная известь. М.: Стройиздат, 1954. С. 350–362.

МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ «ТЕХПРИБОР»

ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ

• Измельчительное оборудование.

Дробилки роторные и ударно-отражательные. Мельницы дезинтеграторные и ударно-центробежные. Комплексы и агрегаты. $I > 300$.

• Виброформовочное и смесительное оборудование.

Вибропрессы. Роторно-формовочные машины. Лопастные бетоносмесители. Вибростолы.

• Питатели, оборудование транспортное и насосное.

Конвейеры винтовые и ленточные. Шлюзовые затворы и ячейковые питатели.

Эксцентрично-винтовые растворонасосы. $Q > 70 \text{ м}^3/\text{ч}$.

• Оборудование для работы с сыпучими материалами.

Весовые дозаторы. Перетариватели мягких контейнеров БИГ-БЭГ. Агрегаты и комплексы.

• Разработка и изготовление нестандартного оборудования.

301246, Россия, Тульская обл., г. Щекино д. 43;

Тел.: (905) 626-79-10, (903) 658-62-41; Тел./факс: (48751) 4-08-69

E-mail: manager@tpribor.ru www.tpribor.ru