

ИЗМЕЛЬЧЕНИЕ ИЗВЕСТНЯКА ПРИ ОДНОКРАТНОМ НАГРУЖЕНИИ КАК ФАКТОР ПРОЦЕССА ПРИГОТОВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ЖИДКОСТИ ДЛЯ ОБРАБОТКИ МАТЕРИАЛОВ РЕЗАНИЕМ И ТЕХНОЛОГИИ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

МАРКОВ В.В., ГУЮМДЖЯН П.П., доктора техн. наук, ЛАДАЕВ Н.М., канд. техн. наук, ЖБАНОВА Е.В., КИСЕЛЕВА Е.В., аспиранты

Рассмотрены вопросы измельчения и механоактивации твердого наполнителя консистентных смазок для обработки металлов резанием.

Ключевые слова: измельчение материалов, центробежный ускоритель, обработка металлов.

LIME STONE CHOPPING WHILE SINGLE LOADING AS THE FACTOR OF PROCESS LIQUID PREPARING FOR MATERIAL PROCESSING BY CUTTING AND BUILDING MATERIAL TECHNOLOGIES

MARKOV V.V., Ph.D., GUYUMDGYAN P.P., Ph.D., LADAEV N.M., Ph.D., ZHBANOVA E.V., postgraduate, KISELYOVA E.V., postgraduate

The article concerns the issues of chopping and mechanoactivation of consistent grease solid ingredient for metal working by cutting.

Key words: materials chopping, centrifugal accelerator, metal working.

Процесс приготовления технологических жидкостей, в частности консистентных смазок, для обработки металлов резанием включает стадию подготовки и измельчения твердой фракции [2]. Одним из возможных твердых наполнителей консистентных смазок может служить тонко измельченный известняк. От размера частиц наполнителя и характера их разрушения в процессе приготовления смазывающих технологических сред зависит их технологическая эффективность: стабильность смазок, химическая активность, смазочные свойства и ряд других характеристик. Для приготовления твердого наполнителя консистентных сред были использованы измельчители ударно-отражательного действия. Процессы измельчения извести сопровождаются механоактивацией компонента, что, в свою очередь, приводит к повышению стойкости режущих инструментов, улучшению качества обработанных поверхностей и снижению энергоемкости лезвийности обработки.

Размер тонко измельченных порошков также оказывает существенное влияние на качество и физико-механические характеристики строительных материалов. Многие вяжущие вещества имеют регламентирующий показатель по гранулометрическому составу. Этот показатель является обязательным и входит в состав ГОСТа на данную продукцию.

Разрушение материалов в измельчителях ударно-отражательного действия зависит от многих факторов и происходит за счет многократного нагружения. Если этот процесс рассматривать как совокупность однократных актов разрушения одиночных частиц при фикси-

рованной скорости, то такой подход позволит получать описание процесса измельчения в мельнице ударно-отражательного действия как аддитивную модель разрушения множества одиночных частиц с разным начальным размером.

Для этих целей была создана экспериментальная установка, позволяющая разрушать материал при различных скоростях при однократном нагружении (рис. 1).

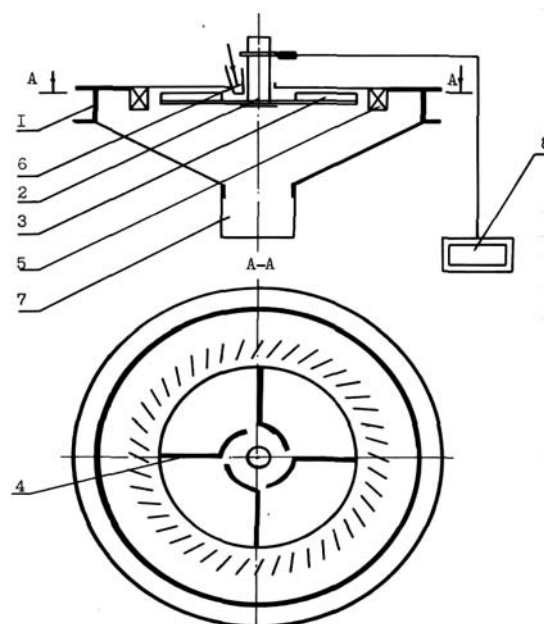


Рис. 1. Принципиальная схема центробежного ускорителя: 1 – корпус; 2 – вал; 3 – ротор; 4 – разгонная лопатка; 5 – неподвижная плита; 6 – загрузочный патрубок; 7 – выгрузочное отверстие; 8 – электронный измеритель скорости ТСА

Разработанная установка позволяет разрушать частицы материала любой формы от 15 мм до 0,1 мм при скорости нагружения 10–300 м/с. Установка работает следующим образом. Частицы материала с помощью питателя попадают в загрузочный патрубок 6, поступают в центр быстровращающегося ротора 3, установленного на вертикальном валу 2. На роторе частицы материала разгоняются до определенной скорости, вылетают и ударяются о неподвижные плиты 5. Вращением неподвижных плит 5 относительно их осей крепления можно изменять угол соударения частиц от прямого до косого. Скорость вылета частицы с поверхностей ротора 3 регулировалось изменением числа оборотов вала 2. Величина угловой скорости измерялась прибором ТСА. Рассев частиц проводился механическим способом с использованием машины, создающей комбинированное воздействие (вибрация, круговые колебания).

Разрушению подвергались узкие фракции известняка с начальным размером 5,6–5,0 мм; 3,15–2,0 мм; 2,0–1,0 мм.

Полученные результаты исследований показали, что распределение частиц по размерам зависит как от скорости нагружения, так и от начального размера частиц.

Обработка результатов гранулометрического состава в безразмерном виде, т.е. d/m (d – текущий размер частицы, м; m – размер 50% доли частиц, м), показала, что экспериментальные кривые располагаются на одной кривой и не зависят от скорости нагружения.

На рис. 2–4 представлены интегральные кривые распределения частиц для известняка при различных значениях исходной фракции.

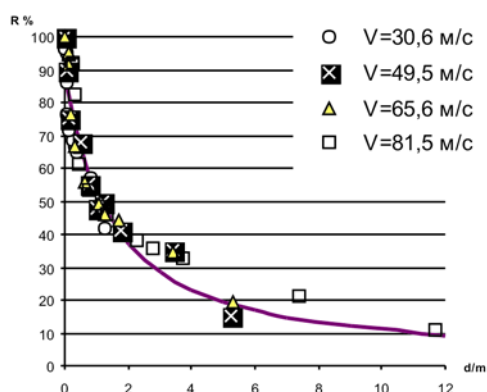


Рис. 2. Распределение частиц по размерам при измельчении сухого известняка с начальной фракцией $d_n = 5,6-5,0$ мм

Для аналитического описания кривых распределения и плотности распределения измельченных материалов в настоящее время имеется достаточно много различных зависимостей. Формула конкретной кривой получается путем подстановки в предполагаемое уравнение значений нескольких параметров, устанавливаемых экспериментальным путем по ре-

зультатам дисперсного анализа. Они могут быть подразделены на четыре группы. Это эмпирические, универсальные, четырехпараметрические эмпирические и теоретические формулы, выведенные на основе определенных физических представлений. Анализ многочисленных работ [1, 3, 4] показывает, где мы имеем дело с частицами вещества, индивидуализирующимися в пространстве тем или иным способом, будь то механическое дробление или сегрегация, которые описываются в большинстве случаев логарифмическим нормальным законом, справедливость которого теоретически была доказана Колмогоровым.

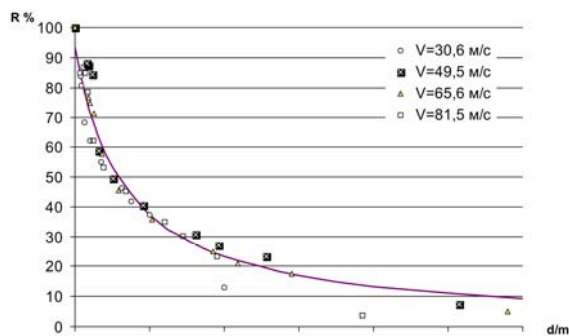


Рис. 3. Распределение частиц по размерам при измельчении сухого известняка с начальной фракцией $d_n = 3,15-2,0$ мм

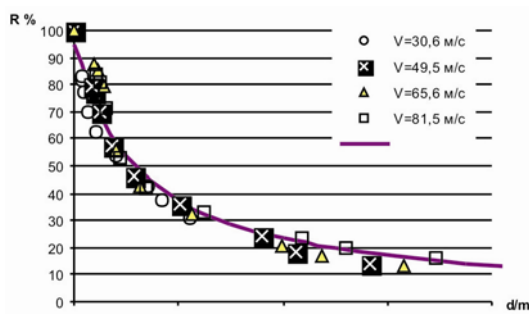


Рис. 4. Распределение частиц по размерам при измельчении сухого известняка с начальной фракцией $d_n = 2,0-1,0$ мм

Результаты (рис. 2–4) были обработаны графически на логарифмически вероятностной координатной сетке и представлены на рис. 5. По оси абсцисс откладываются логарифмы отношений d_i / m , а по оси ординат – сумма проходов.

Уравнение кривой описывается логарифмически нормальным законом распределения вида

$$D(d) = \frac{100}{\sqrt{2\pi} \lg \sigma} \int_{-\infty}^{\lg d_i / m} e^{-0,5 \left(\frac{\lg d_i / m}{\lg \sigma} \right)^2} d \lg d_i / m. \quad (1)$$

Плотность распределения частиц по размерам, гранулометрический состав которых описывает уравнение (1), будет иметь вид

$$F(d) = \frac{100}{\sqrt{2\pi} \lg \sigma} e^{-0,5 \left(\frac{\lg d_i / m}{\lg \sigma} \right)^2}. \quad (2)$$

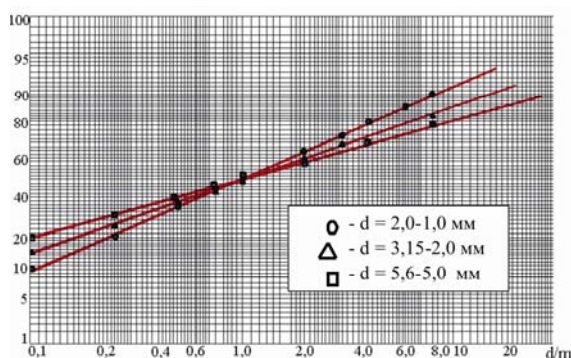


Рис. 5. Распределение частиц по размерам при измельчении сухого известняка

Уравнение (2) представляет собой логарифмически нормальный закон распределения с параметрами (0) и $(\lg \sigma)^2$. Стандартное отклонение является функцией начального размера частиц. Для частиц известняка размерами 5,0–3,15; 3,15–2,0 и 2,0–1,0 мм значение σ находим из условия

$$\sigma = 2,6 + 1,9d_n, \quad (3)$$

где d_n – средний начальный размер фракции, м.

В общем случае уравнение (3) примет вид

$$D(d) = [100 - R(d)] = \frac{100}{\sqrt{2\pi} \lg \sigma} \int_{-\infty}^{\lg d} e^{-\frac{(\lg d - \lg m)^2}{2(\lg \sigma)^2}} d \lg d. \quad (4)$$

В уравнении (4) величина $\lg m$ представляет собой математическое ожидание.

Обработка опытных данных показала, что величина математического ожидания $\lg m$ зависит от скорости удара и от начального размера разрушаемых частиц. Значение математического ожидания можно определить из равенства

Марков Владимир Викторович,
ГОУВПО «Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина»,
доктор технических наук, доцент кафедры технологии автоматизированного машиностроения,
телефон (4932) 26-97-73,
e-mail: admin@tam.ispu.ru

Гуюмджян Перч Погосович,
Ивановский государственный архитектурно-строительный университет,
доктор технических наук,
телефон (4932) 26-97-73,
e-mail: admin@tam.ispu.ru

Ладаев Николай Михайлович,
Ивановский государственный архитектурно-строительный университет,
кандидат технических наук,
телефон (4932) 26-97-73,
e-mail: admin@tam.ispu.ru

Жбанова Елена Валентиновна,
Ивановский государственный архитектурно-строительный университет,
аспирант,
e-mail: admin@tam.ispu.ru

Киселева Елена Валерьевна,
ГОУВПО «Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина»,
аспирант кафедры технологии автоматизированного машиностроения,
телефон (4932) 26-97-73,
e-mail: admin@tam.ispu.ru

$$m = \frac{g^2}{(8,34 - 0,23/d_n^2)g^2 - (5532 - 149/d_n^2)}, \quad (5)$$

где g – скорость удара частиц, м/с; d_n – начальный размер фракций, м.

Анализ полученных результатов (рис. 5) показал, что чем крупнее начальный размер частиц, тем больше значение (σ), и следовательно, шире распределение осколков.

Приготовленные выше изложенным способом составы смесей имеют высокую стабильность в широком температурном диапазоне и высокие технологические показатели. Как правило, жидкости, содержащие в своем составе твердые частицы, имеют склонность к расслоению. Порошки, полученные при измельчении известняка в ударно-отражательной мельнице, при приготовлении из них суспензии не расслаиваются и свои свойства сохраняют в течение длительного периода времени.

Список литературы

1. **Непомнящий Е.А.** Кинетика переработки некоторых дисперсных материалов // Теоретические основы химической технологии. – 1973. – Т. 7. – Вып. 5. – С. 673–681.
2. **Марков В.В., Гуюмджян П.П., Лосева М.В.** Новые смазочно-охлаждающие технологические средства для обработки металлов резанием // Состояние и перспективы развития электротехнологий. Междунар. науч.-техн. конф. – Иваново: ИГЭУ, 2003. – Т.2. – С. 142.
3. **Ходаков Г.О.** Физика измельчения. – М.: Наука, 1972.
4. **Коузов П.А.** Основы анализа дисперсного состава. – Л.: Химия, 1974. – С. 280.