

4. Беззубцева М.М. Исследование селективности измельчения материалов // Международный журнал экспериментального образования. – 2017. – № 2. – С. 43–44.

5. Беззубцева М.М. К вопросу проектирования типовых рядов электромагнитных механоактиваторов цилиндрического исполнения (обзорная информация) // Научное обозрение. Технические науки. – 2016. – № 6. – С. 15–21.

6. Беззубцева М.М. Прикладные исследования энергоэффективности электромагнитных механоактиваторов // Международный журнал экспериментального образования. – 2016. – № 9–1. – С. 83.

7. Беззубцева М.М. Энергокинетические закономерности электромагнитной механоактивации (монография) // Международный журнал экспериментального образования. – 2016. – № 11–2. – С. 242–243.

8. Беззубцева М.М., Волков В.С. К вопросу исследования коэффициента объемного заполнения аппаратов с магнитоожигенным слоем // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2015. – № 3–1. – С. 8–10.

9. Беззубцева М.М. Условия энергоэффективности работы электромагнитных механоактиваторов // Международный журнал экспериментального образования. – 2016. – № 9–1. – С. 84–85.

10. Bezzubceva M.M. Theoretical researches of working process electromagnetically mechanoactivations of the product in the magnetoliquefied layer ferrotel // European Journal of Natural History. – 2017. – № 2. – С. 10–12.

К ВОПРОСУ КОНСТРУКТИВНОГО ИСПОЛНЕНИЯ МЕХАНОАКТИВАТОРОВ- ИЗМЕЛЬЧИТЕЛЕЙ С МАГНИТООЖИЖЕННЫМ СЛОЕМ

Беззубцева М.М.

*ФГБОУ ВО СПбГАУ, Санкт-Петербург,
e-mail: mysnegana@mail.ru*

Повышение вероятности разрушения частиц продукта в аппаратах с магнитоожигенным слоем – электромагнитных механоактиваторах (ЭММА) достигается путем использования ферромагнитных размольных элементов разного диаметра или воздействием электромагнитного поля на слой ферроэлементов с изменяющимися параметрами [1, 2, 3]. Установлено, что оптимальная загрузка рабочего объема ЭММА размольными элементами [4], секционирование объема измельчения на зоны с разным размером феррошаров [5], применение рациональных силовых и энергетических условий в контактных системах «феррошар – частица продукта» [6, 7, 8] обеспечивает максимальное приближение энергии, потребляемой устройством из сети, к «физически обоснованным энергозатратам» [9]. Для обеспечения минимизации энергопотребления необходим научно-обоснованный подход к конструированию ЭММА, обеспечивающий условия адаптивных систем, в которых нагружающие элементы изменяют энергию воздействия в соответствии с изменением размера частиц. Такие технические результаты, как равномерное распределение рабочих элементов по ходу движения продукта, промагничивание всей массы этих элементов по объему рабочей камеры, а также уменьшение сопротивления замкнутой магнитной цепи, достигнуты в двухкамерном ЭММА (патент РФ № 2031593) [10] за счет использования двух пар выносных элект-

ромагнитов, выполненных в форме стержней различных размеров, полюсные наконечники которых смонтированы на наружной стороне камеры диаметрально и со смещением друг относительно друга на угол 90°. При этом на обмотки больших по размеру электромагнитов подается постоянный по знаку электрический ток большей величины для обеспечения в камере тонкого помола большей магнитной индукции электромагнитного поля. Усиление действия магнитного поля на ферромагнитные размольные элементы за счет увеличения силы тока в обмотках управления электромагнитов, установленных последовательно по оси емкости, предусмотрено также в устройствах, представляющих предмет изобретений [10]. Достижению указанного технического эффекта способствует также изготовление камеры тонкого помола меньшего диаметра. Данная конструктивная мера позволяет усилить воздействие размольных органов на частицы обрабатываемого материала при тех же затратах энергии на создание магнитного поля в рабочей камере ЭММА. Выявлено, что изменение полярности полюсов электромагнитов по ходу продвижения продукта к разгрузочному патрубку обеспечивает интенсивное протекание совмещенных процессов измельчения и перемешивания за счет турбулизации потоков и увеличения количества и силы производственных контактов между размольными элементами. Рассмотренные конструктивные особенности ЭММА позволяют проводить средние и тонкие стадии процесса измельчения продуктов средней твердости и различной консистенции в пищевой, химической, лакокрасочной и фармацевтической промышленности, а также на предприятиях агропромышленного комплекса [11, 12, 13].

Список литературы

1. Беззубцева М.М. К вопросу проектирования типовых рядов электромагнитных механоактиваторов цилиндрического исполнения (обзорная информация) // Научное обозрение. Технические науки. – 2016. – № 6. – С. 15–21.

2. Беззубцева М.М. Прикладные исследования энергоэффективности электромагнитных механоактиваторов // Международный журнал экспериментального образования. – 2016. – № 9–1. – С. 83.

3. Bezzubceva M.M. Theoretical researches of working process electromagnetically mechanoactivations of the product in the magnetoliquefied layer ferrotel // European Journal of Natural History. – 2017. – № 2. – С. 10–12.

4. Беззубцева М.М. Энергокинетические закономерности электромагнитной механоактивации (монография) // Международный журнал экспериментального образования. – 2016. – № 11–2. – С. 242–243.

5. Беззубцева М.М., Ружьев В.А., Загаевски Н.Н. Формирование диспергирующих нагрузок в магнитоожигенном слое электромагнитных механоактиваторов // Современные наукоемкие технологии. – 2014. – № 10. – С. 78–80.

6. Беззубцева М.М. Исследование селективности измельчения материалов // Международный журнал экспериментального образования. – 2017. – № 2. – С. 43–44.

7. Bezzubceva M.M. Assessment of electromagnetic energy mechanical activators // International Journal of Applied and Fundamental Research. – 2016. – № 2. – С. 18.

8. Беззубцева М.М., Смелик В.А., Волков В.С. Исследование закономерностей износа ферроэлементов магнитооживленного слоя электромагнитных механоактиваторов // Фундаментальные исследования. – 2015. – № 2–20. – С. 4398–4402.

9. Беззубцева М.М. Условия энергоэффективности работы электромагнитных механоактиваторов // Международный журнал экспериментального образования. – 2016. – № 9–1. – С. 84–85.

10. Беззубцева М.М., Волков В.С. Механоактиваторы агропромышленного комплекса. анализ, инновации, изобретения: монография // Успехи современного естествознания. – 2014. – № 5-1. – С. 182-182.

11. Беззубцева М.М. Анализ энергоёмкости полуфабрикатов шоколадного производства, диспергированных в аппаратах с магнитооживленным слоем ферротел // Современные наукоемкие технологии. – 2016. – № 10-2. – С. 219-223.

12. Беззубцева М.М. Интенсификация процесса измельчения цеолита для нужд кормопроизводства с использованием электромагнитных активаторов постоянного тока // Устойчивое развитие сельских территорий страны и формирование трудового потенциала АПК в XXI веке международный агропромышленный конгресс / Министерство сельского хозяйства РФ, Департамент сельскохозяйственного развития и социальной политики, Санкт-Петербургский государственный аграрный университет, 2008. – С. 57-58.

13. Беззубцева М.М. Исследование гранулометрического состава полуфабрикатов шоколадного производства, механоактивированных электромагнитным способом // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2016. – № 11-2. – С. 188-192.

К ВОПРОСУ ИССЛЕДОВАНИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ АППАРАТОВ С МАГНИТООЖИЖЕННЫМ СЛОЕМ

Беззубцева М.М.

ФГБОУ ВО СПбГАУ, Санкт-Петербург,

e-mail: mysnegana@mail.ru

Согласно проведенным исследованиям [1, 2, 3], если относить затраты энергии, идущей непосредственно на измельчение (энергия, потребляемая ЭММА с измельчаемым материалом, за вычетом энергии, потребляемой на организацию измельчающего усилия), то зависимость удельной поверхности твердой фазы компонентов от затрат такой полезно затраченной энергии не зависит от массы измельчаемого продукта. Между тем, отсутствие этой зависимости имеет место лишь в том случае, если силовое воздействие размольных элементов превосходит некоторую, характерную для измельчаемого материала величину, минимально необходимую для разрушения самых крупных частиц, т.е. если ЭММА работает в оптимальных скоростных и электромагнитных режимах [4, 5, 6].

Удельная энергия измельчения продуктов в ЭММА определена по формуле

$$E_{уд} = \frac{E_M}{\sum e}$$

где $\sum e$ – суммарная удельная поверхность обрабатываемого продукта, м²/кг; E_M – принесенная энергия, кДж/кг,

$$E_M = \frac{(P_{об} + P_{пр})t \cdot 3,6 \cdot 10^6}{60}, \quad (2)$$

где $P_{об}$ – мощность рабочего процесса организации измельчающего усилия; $P_{пр}$ – мощность процесса измельчения компонентов $E_{уд} = \frac{E_M}{\sum e}$ электромагнитным способом; t – время измельчения, мин.

Удельная поверхность полифракционного материала рассчитана путем умножения удельной поверхности соответствующей фракции на ее количество с последующим суммированием по всем фракциям:

$$\sum e = e_1 n_{b1} + e_2 n_{b2} + \dots + e_i n_{bi}, \quad (3)$$

где e_1, e_2, \dots, e_i – удельная поверхность отдельных монофракций; $e_1 n_{b1}, e_2 n_{b2}, \dots, e_i n_{bi}$ – процентное содержание этих монофракций в измельченных компонентах.

Удельная поверхность отдельных фракций определена из равенства:

$$e = \frac{\delta}{P_{ом} \cdot \delta \cdot 10^{-6}}, \quad (4)$$

где $P_{ом}$ – плотность обрабатываемого продукта, кг/м³; δ – размер фракции, м.

Для математического описания процесса тонкого и сверхтонкого измельчения в ЭММА справедлива энергетическая теория Риттингера:

$$A = \kappa \cdot \Delta F,$$

$$\Delta F = \frac{6G(i-1)}{\rho \chi D_i}, \quad (5)$$

где ΔF – прирост новой поверхности, м²; κ – коэффициент пропорциональности, равный работе, затраченной на образование новой поверхности; G – производительность; i – степень измельчения; ρ – плотность порошкообразного сыпучего продукта; χ – фактор формы частиц материала (табличное значение); D_i – начальный размер кусков.

Для оценки энергетической эффективности предлагаемого способа механоактивации при проектировании типовых рядов электромагнитных активаторов целесообразно использовать параметр эффективности – отношение полезно достигаемого результата измельчения к суммарным энергетическим затратам, достигаемым в рабочем объеме аппарата [7, 8, 9]:

$$\Theta = \frac{\Delta F}{VN}, \frac{с}{Н \cdot м^2}; \frac{1}{м \cdot Дж}, \quad (6)$$

где V – рабочий объем механоактиватора, м³; N – затраченная работа в единицу времени, Дж.

Список литературы

1. Беззубцева М.М. Энергокинетические закономерности электромагнитной механоактивации: монография //