

Технические науки

**КРИТЕРИИ ИЗНОСА РАБОЧИХ
ОРГАНОВ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ
МЕХАНОАКТИВАТОРОВ**

Беззубцева М.М., Волков В.С.

Санкт-Петербургский государственный
аграрный университет, Санкт-Петербург,
e-mail: vol9795@yandex.ru

Загрязнение продуктов металлопримесями в процессе переработки является одной из нежелательных явлений, ухудшающих качество готовых изделий и требующих дополнительных затрат на использование в технологических линиях производства дополнительного оборудования – электросепараторов. Наибольший «напол» железа происходит на стадии измельчения продуктов. Эффект «намола» вызывает также износ рабочих органов измельчителей (механоактиваторов), нарушает режимы работы оборудования и технологию переработки, приводит к повышению энергоемкости продукции и к дополнительным затратам, связанным с ремонтом оборудования. В этой связи одним из показателей, характеризующих качество работы измельчителей (механоактиваторов), является содержание в обработанном продукте примесей, внесенных в процессе износа рабочих органов (эффекта намола). Наиболее перспективным способом измельчения материалов в настоящее время является электромагнитная механоактивация, обеспечивающая заданный технологией диапазон дисперсности при одновременном повышении энергоэффективности процесса переработки на стадии диспергирования [1, 2, 3].

Исход силового взаимодействия между рабочими органами электромагнитных механоактиваторов и измельчаемым продуктом (в контактной системе шар–частица–шар) зависит от механических свойств контактируемых тел. Эти свойства определяются условным напряжением при разрушении частиц продукта σ и твердостью материала размольных органов НВ. В системе ш–ч–ш под действием внешней нагрузки (сил электромагнитного поля) происходит внедрение более твердых поверхностей в менее твердое контртело, что вызывает в нем упругие, пластические деформации или микрорезание (разрушение) [4].

Определение границы между понятием «твердая – мягкая» частица с точки зрения развития процесса намола рабочих органов аппарата ориентировочно можно произвести при помощи критерия твердости

$$K_{ТВ} = \frac{HB}{\sigma_n}, \quad (1)$$

позволяющего априорно оценить способность частицы вызывать прямое разрушение мате-

риала ферротел при условии, разумеется, что геометрия зоны контакта и приложенная сила обеспечивают совершение этого процесса. Критические значения $K_{ТВ}$, согласно исследованиям [4], находятся в диапазоне 0,5...0,7. При $K_{ТВ} < 0,5$ частица продуктом радиусом r способна выдерживать сравнительно большие нагрузки до разрушения и, следовательно, сохранять форму и способность создавать высокий уровень контактных напряжений, что предопределяет интенсивное прямое разрушение микрообъемов поверхностного слоя материала ферротел и значительные потери энергии на совершение этого процесса. При $K_{ТВ} \gg 0,7$, тем ниже уровень контактных напряжений и тем слабее интенсивность изнашивания материала.

Введение критериев перехода: $\left(\frac{h_B}{r_ч}\right)_{У-П}$ – критерий перехода от упругой к пластической деформации и $\left(\frac{h_B}{r_ч}\right)_{П-М}$ – критерий перехода

от пластической деформации к микрорезанию, позволяет на основании их анализа оценить характер преобладающих деформаций и выявить условия протекания процесса электромагнитного измельчения продуктов без намола (износа рабочих органов).

В результате проведенных экспериментальных и теоретических исследований [1,2,3] выявлено, что при выполнении условия

$$\left(\frac{h_B}{r_ч}\right)_{\max} = \frac{1}{2} \left(\frac{\sigma_n}{HB}\right) < \left(\frac{h_B}{r_ч}\right)_{П-М} \quad (2)$$

частица, моделируемая сферой, разрушается раньше, чем она достигает глубины внедрения, необходимой для осуществления прямого разрушения материала ферротел.

Соотношение механических свойств материала поверхностного слоя ферротел и продукта, подлежащего обработке, определено выражением [2]

$$\left(\frac{h_B}{r_ч}\right)_{У-П} < \frac{1}{2} \left(\frac{\sigma_n}{HB}\right) < \left(\frac{h_B}{r_ч}\right)_{П-М} \quad (3)$$

или с учетом данных, представленных в работе [4]

$$10^{-3} \dots 10^{-4} < \frac{1}{2} \left(\frac{\sigma_n}{HB}\right) < 0,2. \quad (4)$$

При выполнении неравенства (4) создаются условия для разрушения поверхности ферротел в результате многократных воздействий твердых частиц продукта и частицы износа отделяются вследствие усталостного процесса изнашивания размольных органов аппарата.

При выполнении условия

$$\left(\frac{h_B}{r_{\text{ч}}}\right)_{\text{max}} = \frac{1}{2} \left(\frac{\sigma_n}{HB}\right) < \left(\frac{h_B}{r_{\text{ч}}}\right)_{\text{y-п}} \approx 10^{-3} \dots 10^{-4} \quad (5)$$

частица обрабатываемого продукта создает до момента ее разрушения в материале поверхностного слоя ферротел только упругие деформации, что снижает вероятность возникновения и развития процесса намола размоленных органов аппарата.

Полученные критерии целесообразно использовать при проектировании измельчающего оборудования различного конструктивного и целевого назначения. Предварительный (на стадии проектирования измельчителя – механоактиватора) анализ эффекта «намола» позволяет избежать загрязнения продукции металлопримесями, увеличить срок службы оборудования, снизить энергоемкость и себестоимость готовой продукции.

Список литературы

1. Беззубцева М.М., Волков В.С. Теоретические основы электромагнитной механоактивации. – СПб.: Изд-во СПбГАУ, 2011. – 250 с.
2. Беззубцева М.М., Криштопа Н.Ю. Теоретические основы электромагнитного измельчения. – СПб.: СПбГАУ, 2005. – 169 с.
3. Беззубцева М.М., Волков В.С. Электротехнологии агроинженерного сервиса и природопользования: учебн. пособие. – СПб.: Изд-во СПбГАУ, 2012. – 265 с.
4. Крагельский И.В. Трение и износ. – М.: Машиностроение, 1968. – 480 с.

ПРИМЕНЕНИЕ ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРИ ИССЛЕДОВАНИЯХ ВОЗДУШНЫХ СИСТЕМ ЗЕРНООЧИСТИТЕЛЬНЫХ МАШИН

Сайтов В.Е., Гагауллин Р.Г.

*Вятская ГСХА, Киров,
e-mail: vicsait-valita@e-kirov.ru*

Условием качественного функционирования пневмосистем зерноочистительных машин (ПЗМ) является компактность их конструкций, высокие аэродинамические качества и эффективная очистка воздуха в осадочных камерах от легких сорных примесей, выделенных из зернового материала в зоне сепарации. Однако, из-за особенностей конструктивных элементов ПЗМ, определение рациональных геометрических

параметров осадочных камер и аэродинамических схем воздушных систем расчетным путем затруднено. Чаще всего, с целью оптимизации геометрических параметров ПЗМ проводятся исследования на физических моделях натуральной величины или уменьшенных размеров, что требует значительных материальных и физических затрат.

В связи с этим, как одним из способов позволяющих значительно уменьшить эти затраты, было применение электрического аналогового моделирования на электропроводной бумаге, при проектировании ПЗМ и исследованиях ее осадочной камеры. Основой для создания электрической модели являлись: соотношения между электротехническими параметрами должны были быть такими же по структуре уравнениями, что и для физической модели; при замене различных величин в уравнениях электрической модели соответствующими величинами физической модели (с учетом коэффициентов подобия, связывающих их) должны были получаться уравнения физической модели. Разработка электрической аналоговой модели включала в себя: составление системы уравнений физической модели; разработку схемы электрической цепи модели, которая подчинялась уравнениям, подобным по структуре уравнениям физической модели; определение, исходя из возможностей, для проведения экспериментов геометрических параметров физической модели.

Для оценки условия применимости электрического аналогового моделирования, при изучении ПЗМ, вначале было положительно определено условие подобия между движущимся воздушным потоком и его электрической моделью. Дальнейшие исследования на электрической модели, методами аналогии и топологии электрических цепей, позволили выявить траекторию силовой линии воздушного потока в ПЗМ, что позволило создать их первоначальную оптимальную конструкцию до исследования на зерновом материале.

Таким образом, электрическое аналоговое моделирование можно использовать при исследовании движущегося воздушного потока в режиме характерном для ПЗМ с целью оптимизации ее геометрических параметров без значительных материальных затрат.