

УЧЕТ СЛОЯ ПОРОШКА В ВИБРОУДАРНОЙ СИСТЕМЕ

Комарова И.В., аспирантка

(Национальный горный университет, г. Днепропетровск. Украина)

Для измельчения материалов в порошковой металлургии, химической, строительной и других областях промышленности применяются вибрационные мельницы. Среди них отдельным классом выступают вертикальные вибрационные мельницы. Их помольные камеры совершают колебания в вертикальной плоскости, в результате чего реализуется виброударный режим взаимодействия технологической загрузки (как правило шары) с крышкой и дном камеры. Эффективность процесса ударного взаимодействия зависит от технологических параметров работы вибромельницы: амплитуда, частота и величина технологического зазора (расстояние от верхнего слоя шаров до крышки при неподвижной камере).

При рациональной укладке шаров внутри камеры соответствующего диаметра, соизмеримого с диаметром помольной камеры и количестве слоев 2-3, мы получаем их упорядоченное движение. В этом случае соударения с крышкой и дном происходят синхронно с частотой колебаний камеры, а также отсутствует их хаотическое перемешивание, как в вертикальной, так и в горизонтальной плоскости. Таким образом работа мельницы осуществляется в виброударном режиме. Для расчета технологических параметров, обеспечивающих данный режим движения помольной камеры, используем теорию виброударных систем. В качестве динамической модели используем полость с заменой шаров внутри на единичную массу. При этом возникает задача учета порошкового слоя, находящегося у дна камеры.

Целью данной работы является создание физической и математической моделей ударного взаимодействия двух тел с учетом слоя порошка у дна, разработка метода решения данной задачи и экспериментальная проверка предлагаемой гипотезы учета порошкового слоя.

Достижение цели работы осуществляется двумя методами:

1) теоретический, где предлагается динамическая модель вертикально ориентированной одномассной виброударной системы с учетом слоя порошка у дна введением коэффициента восстановления удара $R_1 = 0$ и соответственно при соударении с крышкой $R_2 \neq 0$;

2) экспериментальный, где исследуется процесс ударного взаимодействия шара с плитой через слой порошка с фиксацией его на видеокамеру и прибор для регистрации ударов.

1. Теоретический метод.

Рассмотрен один период взаимодействия помольной камеры и единичной массы. Движение массы вне контакта с камерой происходит в поле силы тяжести. В промежутке между ударами на массу кроме силы тяжести может действовать сила сухого или вязкого трения, либо трение отсутствует.

В статическом положении зазор между массой и крышкой камеры $2S$. Колебания камеры происходят с амплитудой a и частотой ω , которые описываются безразмерным параметром возмущения $\Gamma = a \omega^2 / g$. Подробно ход решения задачи рассмотрен в [1].

Далее выводятся математические зависимости для определения скоростей и моментов времени удара и отскока (все расчеты выполнены в безразмерной форме).

В результате данных расчетов сделаны следующие выводы:

для реализации нормального виброударного режима взаимодействия элементов системы скорость отскока загрузки должна быть больше скорости камеры;

область допустимых значений $\sigma = S/a$ и Γ ограничена двумя прямыми с начальной точкой $\sigma = 0,1$ и $\Gamma = 1,4$;

область допустимых значений σ и Γ сужается при наличии сухого или вязкого трения;

для каждого значения σ существует кривая изменения скорости удара u , имеющая максимум;

зависимость максимальных значений скорости удара массы о днище камеры имеет линейный характер.

2. Экспериментальный метод.

Ударный импульс взаимодействия шарика с плитой (в том числе и через слой порошка) снимается на видеокамеру и, одновременно, регистрируется пьезоэлектрическим акселерометром через прецизионный шумомер типа 2203 (Брюль и Кьер) на компьютере программой записи и обработки звуковых файлов. Видеокамера показывает качество удара для отбраковки неудачных опытов. Датчик обеспечивает точность необходимых показателей по амплитуде (ударный импульс) и времени между соударениями. Проведены следующие эксперименты:

- 1) взаимодействие элементов без наличия порошкового слоя;
- 2) взаимодействие элементов с слоем порошка разных толщин и материалов;
- 3) взаимодействие элементов с различной высотой падения шарика.

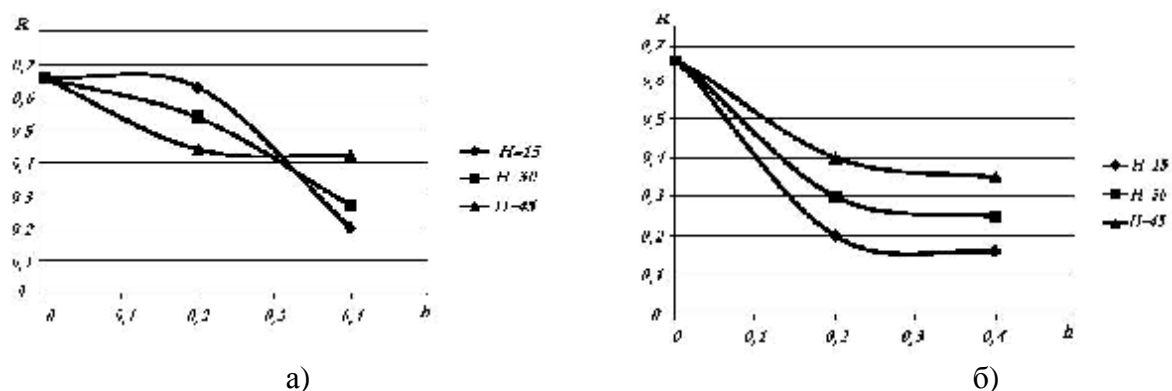
На рисунке представлены зависимости коэффициента восстановления удара от толщины слоя порошка и плотности, а) металлический порошок, б) песок, R – коэффициент восстановления удара, h – толщина слоя порошка. По экспериментальным данным можно сделать следующие выводы:

взаимодействие камеры и массы через слой порошка до определенной его толщины нельзя считать как взаимодействие абсолютно неупругих элементов;

на значение коэффициента восстановления удара влияет плотность измельчаемого материала (песок и металлический порошок);

при измельчении песка, чем больше высота падения шарика, тем больше коэффициент восстановления удара; так же при увеличении высоты падения шара вдвое коэффициент восстановления удара увеличивается на 0,1 как для слоя 0,2 мм, так и для слоя 0,4 мм;

Данный эксперимент и теория требуют дальнейшего развития и уточнения.



Зависимость величины R от толщины слоя порошка а) металла; б) песка ($[H] = \text{см}$)

Перечень ссылок

1. Анциферов А.В., Комарова И.В. неупругое взаимодействие элементов виброударной системы Вісник Національного технічного університету «ХПІ» 36. наук. праць.– Харків: НТУ «ХПІ», 2009. – № 45.