

## **КИНЕМАТИКО-ГЕОМЕТРИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ РОТОРНОЙ КОНУСНОЙ ДРОБИЛКИ УДАРНОГО РЕЗАНИЯ**

Измельчение материалов является актуальной и важной проблемой, несмотря на то, что она не является новой. Рассмотрены основы теории расчёта и конструирования дробилок роторного типа с резами, осуществляющими в процессе работы ударное резание, получены кинематико-геометрические характеристики роторной конусной дробилки ударного резания.

Grinding materials is an urgent and important problem, despite the fact that it is not new. The report covers the basics of the theory of analysis and design of rotary crushers with cutters engaged in the process of hammering cutting, obtained kinematics and geometric characteristics of rotary cone crusher impact of cutting.

**Ключевые слова:** удар, кинетическая энергия, масса, роторная головка, резец.

**Key words:** strike, kinetic energy, mass, rotary head, cutter.

**Введение.** В основу теории роторной дробилки ударного резания положена теория удара двух тел. Во время столкновения двух тел происходит удар, вызывающий в телах напряжения, изменяющиеся не только в зависимости от геометрии тел, но и от времени их столкновения. В результате напряжений, превышающих допустимые, происходит разрушение тел. Задача состоит в том, чтобы в одних телах создавались максимальные напряжения, которые бы привели к быстрому и эффективному разрушению, в то же время в других телах эти напряжения не приводили бы к разрушению.

**Расчёт кинематико-геометрических характеристик роторной конусной дробилки.** Роторная дробилка может быть представлена в виде системы, состоящей из двух тел: конусного ротора с резами и продуктов измельчения. Кинетическая энергия системы до ( $A_0$ ) и после ( $A_1$ ) удара определяется по следующим уравнениям [1]:

$$A_0 = 0,5(I_1\omega_{01}^2 + I_2\omega_{02}^2),$$
$$A_1 = 0,5\left((I_1 + I_2)\omega_1^2 + \frac{(I_1\omega_{01} + I_2\omega_{02})^2}{I_1 + I_2}\right)$$

Если ударяемое тело до удара было неподвижным, то есть  $\omega_{02}$  равно 0, то

$$A_1 = \frac{I_1}{I_1 + I_2} - \frac{I_1\omega_{01}^2}{2}.$$

Коэффициент передачи энергии удара [1] вычисляется по формуле

$$\eta = \frac{A_1}{A_2} = \frac{I_1}{I_1 + I_2} = \frac{m_1}{m_1 + m_2}.$$

Потери кинетической энергии в результате удара [2] рассчитываются по формуле

$$A_2 = A_0 - A_1 = 0,5I_1I_2 \frac{(\omega_{01} - \omega_{02})^2}{I_1 + I_2}.$$

Коэффициент отскока  $\zeta$  при неподвижном до удара ударяемого тела определяется следующим образом:

$$\zeta = \frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{I_1 - I_2}{I_1 + I_2}.$$

Если масса продукта значительно больше массы головки с резцами, то

$$\zeta = \frac{I_1 - I_2}{I_1 + I_2} = \frac{\frac{I_1}{I_2} - 1}{\frac{I_1}{I_2} + 1} = -1.$$

В этом случае возникают вибрации, и может произойти заклинивание ротора в дробилке. Если же масса измельчаемого продукта значительно меньше массы роторной головки с резцами, то коэффициент отскока  $\zeta$  равен 1, отскока не будет, процесс измельчения будет происходить нормально.

Момент удара  $T_u$  резца о кусок продукта равен [1]

$$T_u = I \frac{d\omega}{dt}.$$

С другой стороны, момент удара  $T_u$  равен

$$T_u = F \frac{D}{2},$$

где  $F$  — сила удара;

$D$  — средний диаметр роторной головки.

Силу удара  $F$  можно определить, исходя из прочности измельчаемого продукта [3]. При известном напряжении разрушения  $[\sigma]_p$  материала

и площади  $S$  проекции режущей кромки резца сила удара  $F$  определяется из выражения

$$F = [\sigma]_p S,$$

где  $S$  — площадь проекции режущей кромки резца шириной передней грани  $b$  и длиной  $l$ , определяемая по формуле  $S = bl$ .

Из равенства  $I \frac{d\omega}{dt} = F \frac{D}{2}$  определим средний диаметр роторной головки дробилки, подставив значение  $F$ ,

$$D = \frac{2I \frac{d\omega}{dt}}{[\sigma]_p bl}.$$

Учитывая то, что

$$I = \frac{mD^2}{8}, \quad \frac{d\omega}{dt} = \varepsilon, \quad h \cong \frac{1}{2}D, \quad m = \delta V = \frac{\pi D^3 \delta}{12},$$

где  $\delta$  — плотность материала головки, получим

$$T_u = \frac{\delta \pi D^5 \varepsilon}{64}.$$

Средний диаметр роторной головки определяется из выражения

$$D \geq 4 \sqrt[4]{\frac{32[\sigma]_p bl}{\pi \delta \varepsilon}}, \text{ мм.}$$

Далее определяется масса роторной головки по формуле

$$m = \frac{\pi D^3 \delta}{12}.$$

На основе полученных зависимостей была спроектирована и изготовлена дробилка со следующими характеристиками:

- мощность электродвигателя — 5,5 кВт;
- диаметр роторной головки — 700 мм;
- частота вращения роторной головки — 2 880 мин<sup>-1</sup>;
- высота роторной головки — 150 мм;

- число резцов — 3;
- максимальный диаметр исходных кусков продукта — 140 мм;
- размеры частиц измельчённого продукта — 0,5...5 мм;
- производительность — 40...10 кг / ч.

**Заключение.** Разработанная теория позволяет рассчитать и спроектировать роторную дробилку ударного резания для заданных материалов и производительности. Дробилка, рассчитанная и спроектированная в соответствии с изложенной теорией, позволяет измельчать такие материалы, как резина, различные виды пластмасс, в том числе отходы стеклопластика, фторопласта и другие материалы, которые на иных дробилках и мельницах измельчить не удаётся.

#### Список цитируемых источников

1. *Воронков, И. М.* Курс теоретической механики / И. М. Воронков. — М. : Физматгиз, 1961. — 596 с.
2. Teoretické základy navrhovania drviča rázového rezania odpadov / V. Blagodarny [et al.] // Medzinárodná vedecká konferencia : Sbornik prednášok, 5—7.9.2000 Ostrava. — S. 23—27.
3. *Blagodarny, V.* Výpočet rezných síl v drvičoch pri nárazovom rezaní / V. Blagodarny, E. Ragan, V. Božkov // Nové smery vo výrobných technológiách : Medzinárodná konf., Prešov : FVT TU, 2000. — 482—485 s.

Материал поступил в редакцию 22.07.2013 г.

*О. В. Бойправ, Т. В. Борботько*

Учреждение образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники», Минск

### СПОСОБ УПРАВЛЯЕМОГО ИЗМЕНЕНИЯ РАНИРУЮЩИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПОРОШКООБРАЗНЫХ ОТХОДОВ ПЕРЕПЛАВКИ ЧУГУНА

Предложен способ реализации управляемого изменения экранирующих характеристик (значений ослабления и коэффициентов отражения электромагнитного излучения) порошкообразных отходов переплавки чугуна — шлама очистки ваграночных газов — размера фракций 5 мкм, 20 мкм и 30 мкм. Разработаны рекомендации по практическому применению данных порошкообразных материалов.

Way of controlled change implement of iron smelting powdered waste shielding characteristics (electromagnetic radiation attenuation and reflection coefficient values) — sludge treatment cupola gases — with fractions size of 5 microns, 20 microns and 30 microns is proposed. The recommendations for the practical application of these powdered materials are developed.