

МАШИНОСТРОЕНИЕ И МАШИНОВЕДЕНИЕ

DOI: 10.12737/article_58e61337d01271.32218562

Семикопенко И.А., канд. техн. наук, доц.,
Воронов В.П., канд. физ.-мат. наук, проф.,
Юрченко А.С., аспирант

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

ОПИСАНИЕ ДВИЖЕНИЯ ЧАСТИЦ МАТЕРИАЛА В ЗОНЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ БРОНЕПЛИТ КЛАССИФИЦИРУЮЩЕГО УСТРОЙСТВА ДЕЗИНТЕГРАТОРА

chentsov.1995@mail.ru

В данной статье получено аналитическое выражение, позволяющее определить величину начальных размеров частиц материала, направляемых на дополнительное воздействие со стороны бронеплит классифицирующего устройства в камере помола дезинтегратора. Определены основные параметры, оказывающие влияние на разделение материала на крупку, направляемую на дополнительное измельчение с помощью бронеплит и готовый продукт.

Ключевые слова: дезинтегратор, бронеплита, классифицирующее устройство.

Одним из недостатков работы дезинтеграторов являются незначительное количество соударений частиц материала и отсутствие клас-

сификации в периферийной части камеры помола [1].

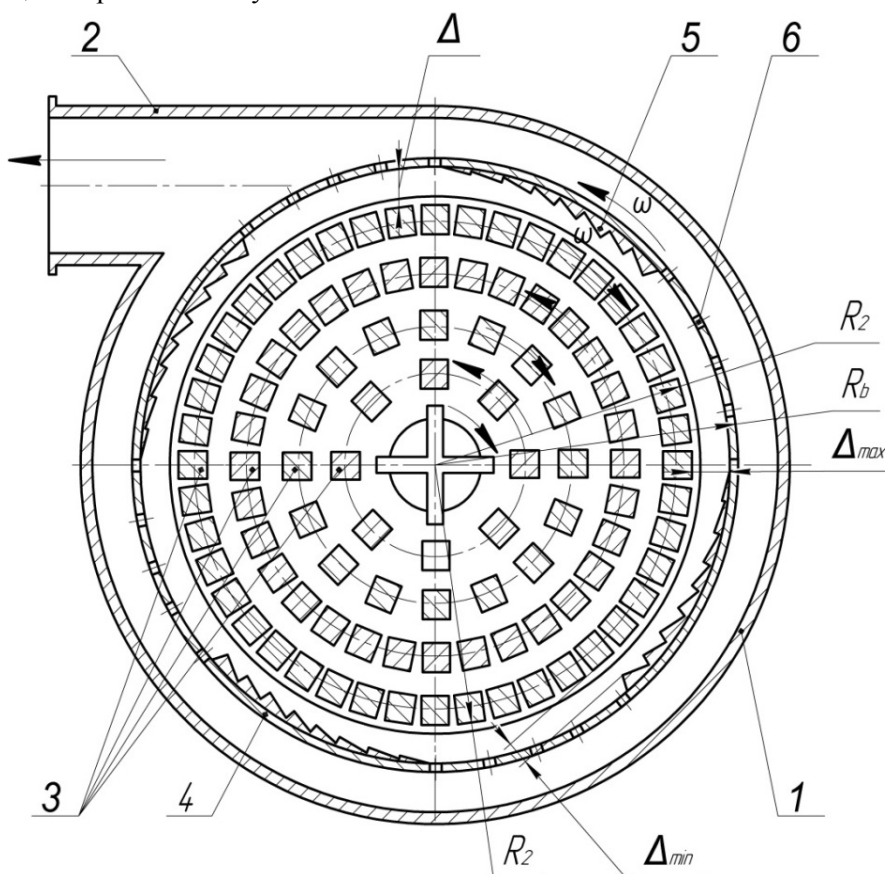


Рис. 1. Схема дезинтегратора с классифицирующим устройством:

1 – корпус; 2 – разгрузочный патрубок; 3 – ударные элементы; 4 – классифицирующее устройство;
5 – бронеплиты; 6 – перфорированная секция.

В связи с этим нами была создана конструкция дезинтегратора, включающая корпус 1, разгрузочный патрубок 2, ударные элементы 3 и

вращающееся навстречу внешнему ряду ударных элементов классифицирующее устройство 4 (рис. 1).

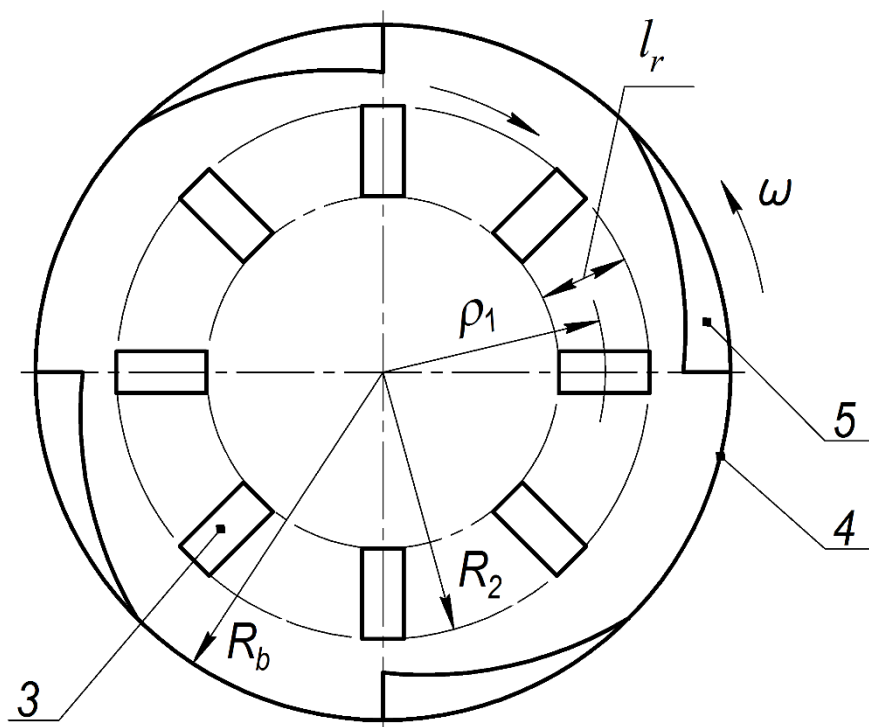


Рис. 2. Схема расположения бронеплит 5 в классифицирующем устройстве 4 дезинтегратора

Абсолютная величина скорости схода частицы материала с радиально расположенного ударного элемента внешнего ряда камеры помола (рис. 2) дезинтегратора равна:

$$\vartheta = \sqrt{\vartheta_{\chi}^2 + \vartheta_r^2}. \quad (1)$$

Здесь ϑ_{χ} – величина окружной скорости,

$$\vartheta_{\chi} = \omega \cdot R_2, \quad (2)$$

где R_2 – наибольший радиус внешнего ряда ударных элементов; ω – частота вращения ротора; ϑ_r – величина радиальной составляющей скорости частицы материала на основании работы [2] равна:

$$\vartheta_r = \frac{\omega \rho_1}{2f}, \quad (3)$$

где f – коэффициент трения частицы материала о поверхность ударного элемента; ρ_1 – расстояние от оси вращения до точки взаимодействия с радиально ориентированным ударным элементом, величину этого расстояния без ограничения общности можно принять равной:

$$\rho_1 = R_2 - \frac{l_r}{2}. \quad (4)$$

Здесь l_r – ширина ударного элемента в радиальном направлении.

Подстановка (2) и (3) с учетом (4) в формулу (1) приводит к следующему результату:

$$\vartheta = \sqrt{\omega^2 R_2^2 + \frac{\omega^2 (R_2 - \frac{l_r}{2})^2}{4f^2}}. \quad (5)$$

После несложных математических преобразований соотношение (5) принимает вид:

$$\vartheta = \frac{\omega R_2}{2f} \cdot \alpha_0, \quad (6)$$

где введено следующее обозначение:

$$\alpha_0 = \sqrt{4f^2 + (1 - \frac{l_r}{R_2})^2}. \quad (7)$$

Условием попадания частиц материала с внешнего ряда ударных элементов дезинтегратора в зону с установленными бронеплитами классифицирующего устройства является соотношение:

$$E_k \geq E_0. \quad (8)$$

Здесь E_k – кинетическая энергия частицы материала, сошедшей с внешнего ряда ударных элементов; E_0 – кинетическая энергия движения двухфазного потока (воздушный поток и частицы материала) в зоне между внешним рядом ударных элементов и участком бронеплит. Величины данных энергий соответственно равны [3]:

$$E_k = \frac{m_r \vartheta^2}{2}; \quad (9)$$

$$E_0 = \frac{m_0 u^2}{2}, \quad (10)$$

где m_r – масса частицы материала в форме шара, равная:

$$m_r = \frac{\pi d_n^3}{6} \cdot \rho. \quad (11)$$

Здесь d_n – диаметр частицы материала, сходящей с внешнего ряда ударных элементов, отстоящих на расстоянии R_2 от оси вращения; ρ – плотность материала частицы; m_0 – масса двухфазного потока, заключенная в зоне воздействия одной секции бронеплиты; u – скорость движения двухфазного потока в непосредственной близости к бронеплите, равная:

$$u = \omega(R_2 + \Delta), \quad (12)$$

где Δ – величина зазора между радиусом внешнего ряда ударных элементов и внутренней поверхностью бронеплиты.

Величина m_0 массы двухфазного потока, находящегося в зоне, ограниченной одной бронеплитой и соответствующим сектором внешнего ряда ударных элементов будет определяться двумя слагаемыми: m_1 – масса чистого воздуха в рассматриваемой зоне и m_2 – масса частиц материала в этой же зоне, которые определяются следующими соотношениями:

$$m_1 = \frac{\pi}{8} \cdot \rho_0 \cdot b \cdot (R_b^2 - R_2^2). \quad (13)$$

Здесь ρ_0 – плотность чистого воздуха, $\rho_0 = 1,2 \text{ кг/м}^3$; b – высота ударных элементов первого внутреннего ряда; R_b – радиус классифицирующего устройства,

$$m_2 = \rho \cdot Q_n \cdot \frac{T}{8}, \quad (14)$$

$$m_0 = m_1 + m_2 = \frac{\pi}{8} \cdot \rho \left[\frac{\rho_0}{\rho} \cdot b(R_b^2 - R_2^2) + \frac{\pi \psi}{2} \cdot D_{оп}^2 \cdot h \right]. \quad (18)$$

Подстановка (11), (6) в формулу (9) приводит к следующему результату:

$$E_k = \frac{\pi d_n^3 \rho}{48} \cdot \frac{\omega^2 R_2^2 \alpha_0^2}{f^2}. \quad (19)$$

Подстановка (19) и (20) в неравенство (8) приводит к следующему результату:

$$E_0 = \frac{\pi}{16} \cdot \omega^2 \cdot R_2^2 \cdot \rho \left(1 + \frac{\Delta}{R_2} \right)^2 \cdot \left[\frac{\rho_0}{\rho} \cdot b(R_b^2 - R_2^2) + \frac{\pi \psi}{2} \cdot D_{оп}^2 \cdot h \right]. \quad (20)$$

$$\frac{d_n^3}{3} \cdot \frac{\alpha_0^2}{f^2} \geq R_2^2 \left(1 + \frac{\Delta}{R_2} \right)^2 \cdot \left[\frac{\rho_0}{\rho} \cdot b(R_b^2 - R_2^2) + \frac{\pi \psi}{2} \cdot \frac{D_{оп}^2}{R_2^2} \cdot h \right]. \quad (21)$$

Неравенство (21) можно представить в следующем виде:

$$d_n \geq d_0, \quad (22)$$

$$\alpha_1 = \left[\frac{3f^2}{\alpha_0^2} \cdot \left(1 + \frac{\Delta}{R_2} \right)^2 \cdot \left[\frac{\rho_0}{\rho} \cdot \frac{b}{R_2} \left(\frac{R_b^2}{R_2^2} - 1 \right) + \frac{\pi \psi}{2} \cdot \frac{D_{оп}^2 h}{R_2^2} \right] \right]. \quad (24)$$

где T – время одного полного оборота ротора;

Q_n – объемный расход материала, определяемый соотношением [4]

$$Q_n = \psi \cdot \frac{\pi D^2}{4} \cdot \omega \cdot h, \quad (15)$$

где ψ – коэффициент заполнения площади поперечного сечения шнекового питателя; h – шаг шнекового питателя.

Величину диаметра D шнекового питателя необходимо заменить на величину $D_{оп}$, определяемую по формуле

$$D_{оп} = 2 \cdot \Delta l \cdot \sqrt{\frac{\mu_0}{3 \cdot \psi} \cdot \frac{b \cdot R_1}{h \cdot (\Delta l + a)}}. \quad (16)$$

где Δl – расстояние между смежными ударными элементами первого внутреннего ряда; μ_0 – коэффициент разрыхления; $\mu_0 = 0,1 - 0,15$; R_1 – радиус внутреннего ряда ударных элементов; a – сторона квадрата поперечного сечения ударных элементов.

Соотношение (14) получено в предположении, что масса частиц материала равномерно распределена по всему объему между внешним рядом ударных элементов и классифицирующим устройством.

С учетом (14) и (15) выражение можно привести к виду:

$$m_2 = \frac{\pi^2}{16} \cdot \psi \cdot D_{оп}^2 \cdot h \cdot \rho. \quad (17)$$

На основании соотношений (13) и (17) находим

С учетом (18) и (12) выражение (10) принимает вид:

$$d_0 = R_2 \cdot \alpha_1. \quad (23)$$

Здесь введено следующее обозначение:

Таким образом, полученные соотношения (22) – (24) определяют начальные размеры частиц материала, попадающих в зону воздействия бронеплит вращающегося классифицирующего устройства в периферийной части камеры помола дезинтегратора.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Хинт И.А. Основы производства силикальцитных изделий. М.: Стройиздат, 1962. 636 с.

2. Воронов В.П., Семикопенко И.А., Пензев П.П. Теоретические исследования скорости движения частиц материала вдоль поверхности ударного элемента мельницы дезинтеграторного типа // Известия ВУЗов. Строительство. № 11-12. 2008. С. 93–96.

3. Кухлинг К. Справочник по физике. 2 изд. М.: Мир, 1985. 520 с.

4. Пертен Ю.А. Конвейеры: Справочник. Л.: Машиностроение, 1984. 367 с.

Semikopenko I.A., Voronov V.P., Yurchenko A.S.

DESCRIPTION MOTION PARTICULATE MATERIAL IN THE AFFECTED AREA IS CLASSIFIED ARMOR PLATES DEVICES DISINTEGRATOR

In this article, an analytical expression that allows to determine the value of the initial particle size of the material directed to additional effects from armor plates of the classifying device in the grinding chamber of the cage mill. The main parameters influencing the separation of material in grit sent for additional crushing through armor plates and the finished product.

Key words: *disintegrator, armored plate, the classifying device.*

Семикопенко Игорь Александрович, кандидат технических наук, профессор.
Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова.
Адрес: Россия, 308012, г. Белгород, ул. Костюкова, 46.

Воронов Виталий Павлович, кандидат физико-математических наук, профессор.
Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова.
Адрес: Россия, 308012, г. Белгород, ул. Костюкова, 46.

Юрченко Дмитрий Сергеевич, аспирант.
Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова.
Адрес: Россия, 308012, г. Белгород, ул. Костюкова, 46.
E-mail: chentsov.1995@mail.ru