

## Лабораторна робота № 3

### Тема: Обладнання для подрібнення

**Мета:** Ознайомитись з будовою та принципом дії дробарки.

#### Теоретичні відомості

Процес утворення в тілах нових поверхонь під дією внутрішніх напружень або зовнішніх сил називають руйнуванням. При частковому руйнуванні у твердому тілі виникають тріщини, які можуть змінити структурно-механічні характеристики тіла. Подрібнення матеріалу є штучним повним руйнуванням тіла, при якому воно розділяється на частини.

Руйнування під дією зовнішніх сил може відбуватися за наявності однієї з умов:

1. Локальне перенапруження поверхневих мікрооб'ємів у місцях прикладання навантажень.

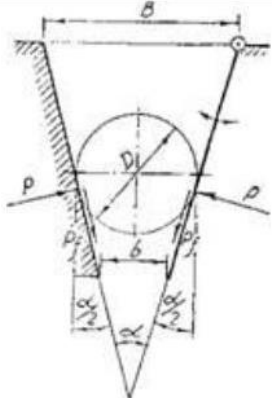
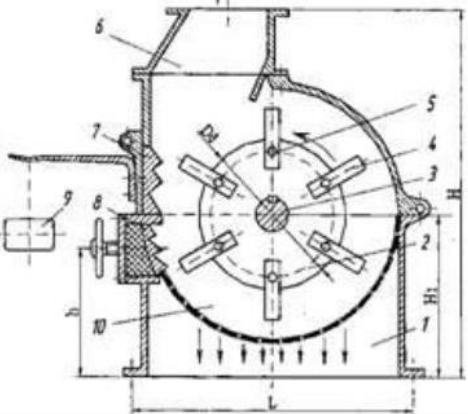
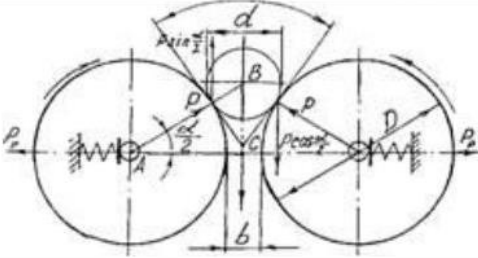
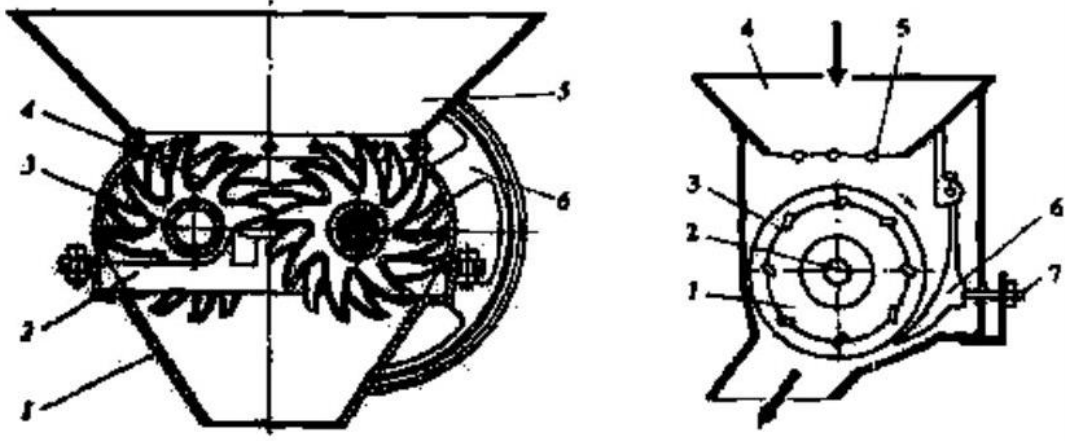
2. Наявність порожнин, неоднорідностей та інших дефектів у структурі тіла.

3. Розвиток у матеріалі значних пружних і пластичних деформацій. Механічні характеристики пружність, текучість, міцність, пластичність визначають поведінку твердого тіла при зовнішній дії. За умови, що навантаження перевищує межу пружності, матеріал піддається пластичній деформації, а при досягненні межі текучості починає текти. При досягненні межі міцності матеріал руйнується, причому зі зменшенням розміру тіла межа міцності зростає, тому що зменшується кількість дефектів у матеріалі.

У процесі дроблення відбуваються в основному крихке і пластичне руйнування. Для крихкого руйнування характерна незначна деформація матеріалу, причому після руйнування немає залишкових деформацій. Прикладена енергія витрачається на подолання сил взаємного зчеплення частинок тіла, тобто на утворення нової поверхні.

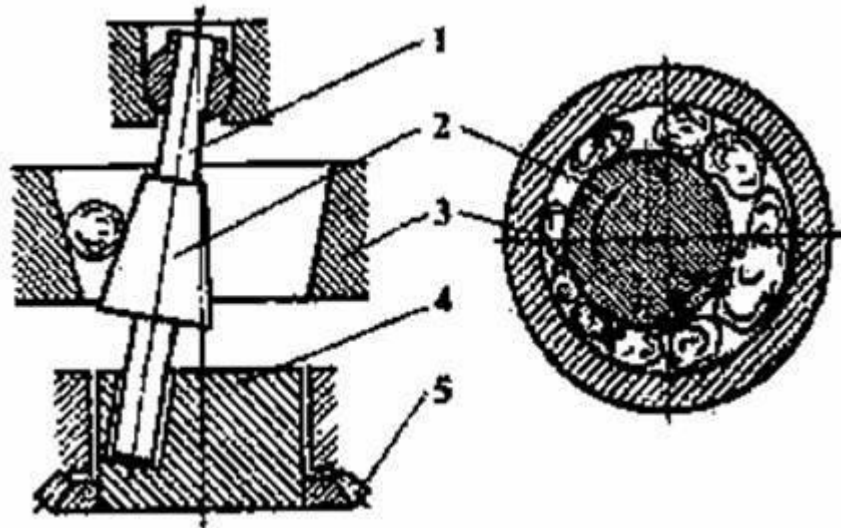
Під час руйнування пластичних матеріалів енергія витрачається як на розрив структурних зв'язків, так і на значні пластичні деформації. Причому енергія, що витрачається на деформацію, перетворюється в теплоту.

Руйнування крихких матеріалів потребує значно менших витрат енергії порівняно з пластичними. Оскільки крихкість і пластичність ряду матеріалів визначаються їхнім фізичним станом, з енергетичного погляду доцільно подрібнювати матеріал у крихкому стані.

№	Найменування	Рисунок
1	Щокова дробарка	
2	Молоткова дробарка	
3	Вальцова дробарка	
4	Ножова барабанна	

5

Конусна



Молоткові дробарки застосовуються для отримання відносно дрібного і однорідного продукту без послідуочого застосування сортувальних пристроїв. Вони ефективні при подрібненні крихких продуктів (зерно, кістки, сіль, цукор та ін).

Продукт у молоткових дробарках подрібнюється ударами молотків по частинах матеріалу, ударами частинок об корпус дробарки і під час перетирання частинок.

Найширше застосування отримали дробарки з вільнопідвішеними молотками.

В дробарці первинне руйнування продукту відбувається при зустрічі частинки з молотками. Це можливо при коловій швидкості молотків, мінімальне значення якої визначається виходячи з закону кількості руху і приймаючи початкову швидкість руху частинки перед зіткненням її з молотком рівною нулю.

При конструюванні молоткових дробарок з великими коловими швидкостями робочих органів необхідно врахувати інерційні сили, які виникають через неврівноваженість ротора. Найбільш сильні удари відбуваються під час зустрічі частинок з кінцями молотків, коли вони займають найвище положення. Ці удари молотків передаються на всю дробарку і швидко виводять її з ладу.

Для зниження ударних дій на дробарку молотки повинні бути врівноважені на удар. Це досягається за умови відсутності або незначній ударній реакції в осі підвіски молотків.

### Хід роботи

#### Розрахунок молоткової дробарки

Початкова швидкість руху частинки:

Відстань від осі підвіски молотка до центра ваги:

$$c = \frac{a^2 + b^2}{6a} \text{ м,} \quad (1)$$

де  $a$  і  $b$  – довжина і ширина молотка молотка.

Квадрат радіуса інерції молотка відносно його центра ваги:

$$r_c^2 = \frac{a^2 + b^2}{12} ; (2)$$

і відносно його осі підвіски:

$$r^2 = r_c^2 + c^2 \quad (3)$$

Відстань від осі отвору молотка до його робочого кінця:

$$l = c + 0.5a_{\text{м}} \quad (4)$$

Радіус найбільш віддаленої точки молотка від осі ротора складає:

$$R_{\text{м}} = l + R_{\text{м}} \quad (5)$$

де  $R = l * 1,28$ .

Кутова швидкість молотка:

$$\omega = \frac{v_{\text{мін}}}{R_{\text{м}}} \text{ рад/с} \quad (5)$$

Приймаємо з запасом  $\omega = \omega + 10$ .

Маса молотка, виготовленого зі сталі густиною  $\rho = 7850 \text{ кг/м}^3$ :

$$m_{\text{м}} = a * b * \delta * \rho_{\text{кг}} \quad (6)$$

де  $\delta = 0,01$  – висота молотка.

Радіус кола розміщення центрів ваги молотків:

$$R_c = R + c_{\text{м}} \quad (7)$$

Відцентрова сила інерції молотка:

$$P_i = m_{\text{м}} * \omega^2 * R_c \text{ Н} \quad (8)$$

Діаметр осі підвіски молотка:

$$d = 1.36 \cdot \sqrt[3]{\frac{P_i \cdot \delta_i}{[\sigma]_s}} \text{ м,} \quad (9)$$

де  $[\sigma]_s = 100 \text{ МН/м}^2$ .

Для диску зі сталі приймаємо допустиме напруження змінання

$[\sigma]_s$ ,  $\delta_i = 65 \text{ МН/м}^2$  і при зрізі  $[\sigma]_s = 60 \text{ МН/м}^2$

. Товщина диска:

$$\delta_a = \frac{P_i}{\delta_i \cdot [\sigma]_s} \text{ м,} \quad (10)$$

Мінімальний розмір перемички:

$$h_{\text{мін}} = \frac{0.5 \cdot P_i}{\delta_a \cdot [\sigma]_s} \text{ м.} \quad (11)$$

Зовнішній радіус диска

$$R_a = R + 0.5\delta_a + h_{\text{мін}} \text{ м.} \quad (12)$$

Діаметр вала в небезпечному перерізі біля шківів:

$$d_a = 0.052 \sqrt[3]{\frac{N}{\omega}} \text{ м.} \quad (13)$$

Кінцеве значення діаметра:

$$d = 1.2^n \cdot d_a \text{ м,} \quad (14)$$

де  $n=4$  – кількість ступенів.

Колова швидкість ротора:

$$v = \frac{v_{\text{мін}}}{k} \text{ м/с,} \quad (15)$$

де  $k=0.8$  – коефіцієнт відновлення при непружному ударі. Діаметр диска:

$$D_a = 2R_a \text{ м.} \quad (16)$$

Довжина ротора:

$$L = 0.49 \cdot D_a \text{ м.} \quad (17)$$

Частота обертання ротора:

$$n = \frac{V}{2 \cdot \pi \cdot R_a} \text{ об/хв.} \quad (18)$$

Продуктивність молоткових дробарок:

$$G = 3600 \cdot k_1 \cdot D_a^2 \cdot L_p \cdot \rho \cdot n \text{ кг/год,} \quad (19)$$

де  $k_1 = 1.5 \cdot 10^{-4}$  – коефіцієнт, що враховує фізико-механічні властивості матеріалу і тип та розміри отворів решітки.

Потужність електродвигуна приводу решітки:

$$N = 9 \cdot D_a^2 \cdot L \cdot n \text{ Вт.} \quad (20)$$

Вихідні дані :  $b=0,035$  м,  $a=0,080$  м,  $V_{\min}=78$ м/с.

### Контрольні питання

1. Класифікація дробарок.
2. Принцип дії та будова ударних дробарок.
3. Принцип дії та будова колоїдних дробарок.
4. Принцип дії та будова конусних дробарок.
5. Принцип дії та будова валкових дробарок.