

МІНІСТЕРСТВО НАУКИ ТА ОСВІТИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ "ЛЬВІВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА"

**ВИВЧЕННЯ РОБОТИ ВАЛКОВОЇ ДРОБАРКИ, ВИЗНАЧЕННЯ ЇЇ
ПРОДУКТИВНОСТІ ТА ПОТУЖНОСТІ**

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання лабораторної роботи № 31
з курсу «Машини та устаткування галузі»
для студентів спеціальності 6.051302
«Хімічна інженерія»

Львів 2010

Вивчення роботи валкової дробарки, визначення її продуктивності та потужності: Методичні вказівки до виконання лабораторної роботи № 31 з курсу " Машини хімічних і силікатних виробництв" для студентів спеціальності “Обладнання хімічних виробництв і підприємств будівельних матеріалів” та хімічних спеціальностей / Укл.: В.М. Атаманюк, В.І.Троцький. – Львів: Видавництво Національного університету “Львівська політехніка”, 2010. – 10 с.

Укладачі В.М. Атаманюк, д.т.н., проф.

В.І.Троцький, к.т.н., доц.

Відповідальний за випуск В.М. Атаманюк, д.т.н., проф.

Рецензенти: А.І.Дубинін, д.т.н., проф.

В.П. Дулеба , канд. техн. наук

1. МЕТА РОБОТИ

1. Вивчення кінематичної схеми, а також конструкції і принципу дії дробарки.
2. Визначення експериментальним шляхом продуктивності - P , ступеню дроблення - i , найбільшого розміру шматків, які можуть дробитися - d , числа оборотів валків - n і потужності двигуна валків - $N_{дв}$.
3. Визначення аналітичним шляхом (формули 8, 9, 4, 6, 11, 12) продуктивності, ступеню дроблення, найбільшого розміру шматків, які можуть дробитися, числа оборотів і потужності.
4. Порівняння розрахованих значень параметрів з відповідними параметрами, отриманими експериментально.
5. З'ясування чинників, які впливають на продуктивність, потужність, число обертів.

2. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ

Валкові дробарки використовуються в гірничодобувній, хімічній промисловості, на заводах промисловості будівельних матеріалів тощо для середнього й дрібного дроблення глини, шамоту, кварцу, польового шпату, вапняку, вугілля, різноманітних руд та інших матеріалів.

Подрібнення матеріалу у валкових дробарках здійснюється між двома валками, які обертаються назустріч один одному, або між валком і корпусом (в одновалкових дробарках). Матеріал у дробарках руйнується за рахунок роздавлювання, стирання, розривання або ударів. Відстань між валками визначається максимальним розміром матеріалу після дроблення.

Класифікують валкові дробарки за наступними ознаками:

- **по кількості валків:** одно-, двох і чотирьохвалкові дробарки; в останньому випадку одна пара валків розміщується над другою, тобто дробарка може розглядатися як дві двохвалкові, змонтовані в одному корпусі;
- **за методом встановлення валків:** дробарки з однією парою рухомих і однією парою нерухомих підшипників; дробарки з рухомо встановленими підшипниками;
- **за конструкцією валків:** дробарки з гладкими, ребристими, зубчатими й дірчастими валками;
- **за принципом дії:** валкові дробарки, які діють роздавлювання; дробарки, в яких матеріал подрібнюється роздавлюванням і одночасно стиранням, розколюванням або розриванням; дробарки, в яких матеріал подрібнюється роздавлюванням і частково ударом.

Ступінь подрібнення в залежності від матеріалу й форми робочої поверхні валків коливається в достатньо значних границях – від 4 до 12 і більше. Менші значення (до 4) – при подрібненні твердих порід, більші – для м'яких в'язких порід (6-8), при подрібненні глинистих матеріалів у зубчатих валках ступінь подрібнення – до 12 і більше.

Продуктивність валкових дробарок в залежності від розмірів валків, кількості їх, обертів і властивостей матеріалу коливається від 5 до 100 т/год. і більше.

На рис. 1 зображена конструкція валкової дробарки з гладкими валками, призначеної для дрібного дроблення глинистих пластичних матеріалів. Дробарка складається з двох гладких валків 1 і 2, змонтованих на чавунній станині 5. Лівий валок 1 насаджений на вал, закріплений у рухомих підшипниках кочення, корпуси яких мають можливість переміщуватись по направляючих перпендикулярно осі вала. Вал другого валка закріплений у нерухомих підшипниках. Привід валків здійснюється за допомогою пасових передач – шківів 3 і 4. З метою запобігання налипанню матеріалу на валки при дробленні в нижній зоні валків передбачені скребачки 7. Крім того, валки додатково самоочищуються внаслідок різної швидкості обертання. Конструкція вузлів рухомих підшипників дозволяє в деяких границях регулювати ступінь подрібнення матеріалу, що досягається збільшенням

або зменшенням зазору між валками за допомогою різьбових тяг 8, з'єднаних шарнірно з корпусами рухомих підшипників. При підготовці дробарки для подрібнення матеріалу з певними механічними характеристиками запобіжні пружини 6 попередньо стискають, завертаючи гайки на різьбових тягах. Стиснення пружин повинно бути таким, щоб валки не розсувались при максимально допустимих зусиллях подрібнення.

Вихідний матеріал подається на дроблення через завантажувальну лійку нерухомого кожуха дробарки. Більша частина матеріалу при роботі дробарки проходить

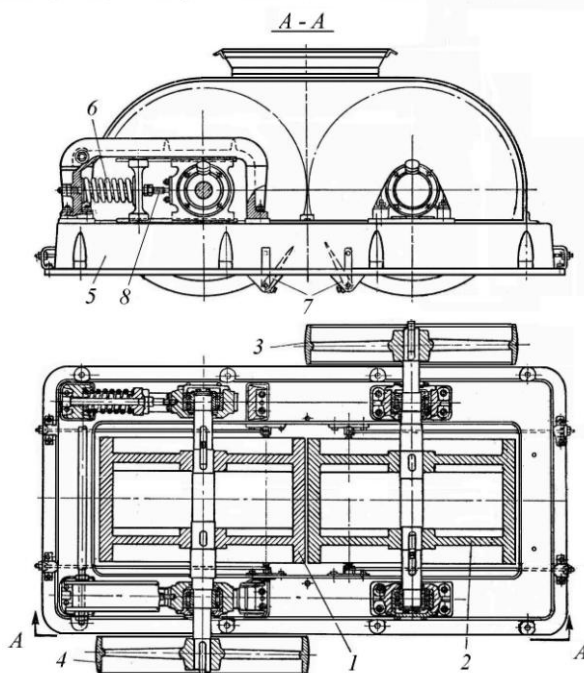


Рис. 1. Валкова дробарка з гладкими валками

через середню частину довжини валків, тому валки стираються більше посередині, ніж по краях. При зношуванні середини валків до 3мм і більше поверхню валків проточують.

Найбільш поширені дробарки з одним рухомих валком. В цих дробарках один з валків встановлений у рухомих підшипниках, які можуть переміщуватися по направляючих. Коли подрібнюється матеріал, стиснуті за допомогою спеціальних болтів, пружини утримують корпуси підшипників на місці. При попаданні сторонніх предметів (болтів, гайок, зубів шестірень, зубів ковшів екскаваторів та ін.) пружини під дією збільшених зусиль стискаються, зазор між валками зростає і сторонні предмети випадають із дробарки. Після цього пружини повертають підшипники в робоче положення. Таким чином, пружини запобігають поламанням дробарки.

У дробарках із рухомих встановленими підшипниками обидві пари корпусів підшипників рухомі, вони впираються в пружини і тому при попаданні сторонніх предметів розсуваються обидва валки. Дробарки такого типу працюють більш спокійно, тому що валки, коли розсуваються, рухаються в протилежних напрямках з однаковою швидкістю. Такі дробарки називають зрівноваженими. Але вони більш складні і тому не знайшли широкого застосування.

Донедавна привід валків здійснювали таким чином – від електродвигуна через клинопасову і зубчату передачі приводився в обертний рух один валок, другий валок зв'язаний з першим зубчатою передачею з подовженими зубами, що забезпечувало відхід валків при попаданні кусків особливо твердих порід або металевих предметів. Але в умовах динамічних навантажень така схема не забезпечує нормальної роботи шестірень (із подовженими зубами). Крім того, схема приводу складна. Тому в останній час використовують дробарки з індивідуальним приводом валків від електродвигуна і клинопасову передачу, або через редуктор і карданні вали.

2.1. Кут захоплення

Для того, щоб шматок матеріалу (рис. 2) захоплювався валками і дробився, необхідною умовою є те, щоб зусилля, що втягують шматок матеріалу $2fP \cos \frac{\alpha}{2}$ були б більшими, ніж $2P \sin \frac{\alpha}{2}$, які виштовхують шматок, тобто

$$2f \cos \frac{\alpha}{2} \geq 2P \sin \frac{\alpha}{2}, \quad (1)$$

звідки

$$\alpha \leq 2\varphi, \quad (2)$$

де α - кут захоплення (кут, утворений дотичними до поверхні валків в точках дотику їх з шматком матеріалу), φ - кут тертя, який визначається із співвідношення

$$f = \operatorname{tg} \varphi,$$

f - коефіцієнт тертя матеріалу об поверхню сталевого валка.

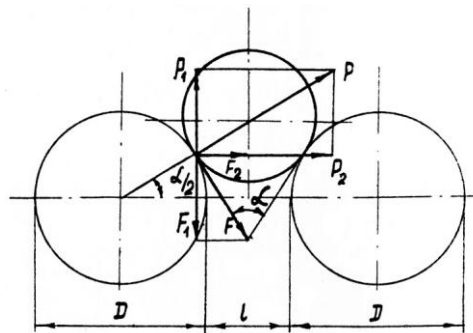


Рис. 2.

Зважаючи на $f = 0,3$ для твердих порід (вапняк) і $f = 0,45$ для в'язкої вологої глини, отримуємо відповідно, $\alpha = 33^\circ 22'$ і $\alpha = 48^\circ 40'$.

2.2. Найбільший розмір шматків, які захоплюються валками

На схемі (рис. 1) можна визначити найбільший розмір сферичних шматків, які можуть бути втягнуті валками. Згідно з схемою

$$\frac{D}{2} + \frac{l}{2} = \left(\frac{D}{2} + \frac{d}{2} \right) \cos \frac{\alpha}{2}, \quad (3)$$

звідки при $\alpha = 36^\circ$ і $\frac{l}{2} = 0,25$

$$d \cong \frac{D}{17}. \quad (4)$$

На практиці найбільший розмір шматків, які можуть дробитися, в $20 \div 30$ разів менше діаметру валків.

2.3. Швидкість валків

Граничне число обертів валків знаходять з умови, що шматки матеріалу не повинні ковзати по поверхні валка. Теоретично по Л.Б.Левенсону

$$n \leq 616 \sqrt{\frac{f}{\rho d D}}, \text{ об/хв}, \quad (5)$$

де ρ - густина матеріалу, кг/м^3 .

Практично число оборотів приймають

$$n_{np} = (0.7 \div 0.8)n, \text{ об/хв.} \quad (6)$$

2.4. Продуктивність дробарки

Теоретично продуктивність валкових дробарок визначають як об'єм матеріалу, який виходить з дробарки за один оборот валків і який відповідає об'єму паралелепіпеда, площа основи якого дорівнює площі щілини між валками, і заввишки, рівній довжині кола валка (у м³).

$$V = \pi D L l, \text{ м}^3, \quad (7)$$

де L - довжина валків в м.

Зважаючи на ступінь розпушування матеріалу після процесу дроблення $\mu = 0,2 \div 0,3$ для матеріалу середньої твердості і $\mu = 0,5 \div 0,6$ для вологих в'язких матеріалів при n об/хв., отримуємо

$$P = 188 \mu n_{np} D L l \rho, \text{ кг/год} \quad (8)$$

2.5. Ступінь дроблення

Процес дроблення характеризується ступенем дроблення - відношенням середнього розміру шматка матеріалу до дроблення d_n до середнього розміру шматка після дроблення d_k , тобто

$$i = \frac{d_n}{d_k} \quad (9)$$

Оскільки шматки матеріалу не мають правильної форми, то розміри шматків (d_n і d_k) характеризуються розміром отвору сит, через які просівають матеріал до і після процесу дроблення.

Характерний лінійний розмір шматку неправильної форми може бути знайдений як середня геометрична або алгебраїчна величина

$$d_k = \frac{l + b + h}{3} \text{ або } d_k = \sqrt[3]{l b h}, \quad (10)$$

де l, b, h - довжина, ширина і висота шматку, м

Ступінь дроблення у валкових дробарках досягає значень для твердих порід $i = 4$, для м'яких і в'язких $i = 6 \div 8$, при дробленні в зубчатих валкових дробарках в'язких вологих матеріалів i доходить до 12 і більше.

2.6. Потужність

Згідно теорії Кірпичева В. Д., для визначення потужності рекомендується рівняння

$$N = \frac{L D n_{np}}{3536} \left(\frac{d_n^2}{2} + \frac{D^2}{2400} \right), \text{ кВт}, \quad (11)$$

де L, D, d_n - в см, n_{np} об/хв.

Формула дає позитивні результати при дробленні твердих матеріалів ($\sigma_{\text{мат}} = 12500 \text{ Н/см}^2$).

При дробленні м'яких матеріалів В. П. Ромадин рекомендує емпіричну формулу

$$N = 0.1 i P, \text{ кВт}, \quad (12)$$

де P - продуктивність в т/год.

3. ОПИС УСТАНОВКИ

Установка (рис. 3) складається з двох гладких валків 1 і 2, які обертаються на підшипниках 6 і 8 і приводяться в дію від індивідуальних електродвигунів 3 і 4, за допомогою клинопасової передачі 7. Валок 2 обертається в рухомих підшипниках 8, які переміщуються по спеціальним направляючим. Підшипники утримуються за допомогою спеціальних пружин 5, які упираються в корпус дробарки.

При попаданні сторонніх твердих предметів пружини під дією навантаження стискаються, що призводить до збільшення відстані між валками: тверді предмети, що випадково потрапили в дробарку, випадають, і під дією стислих пружин валок повертається в колишне положення.

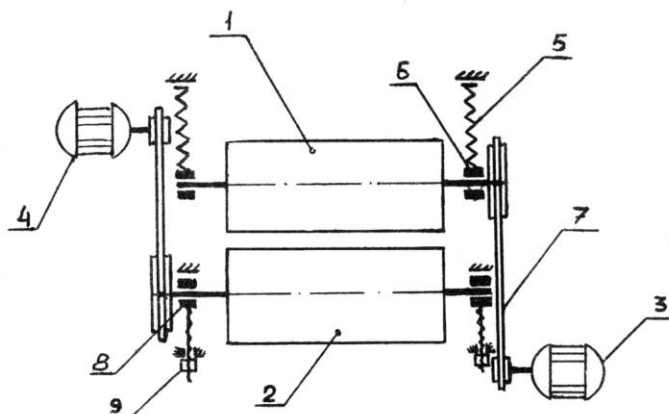


Рис. 3.

Така конструкція рухомих підшипників попереджає можливі поломки валків. Відстань між валками регулюється за допомогою гвинтів 9.

4. МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ РОБОТИ

Визначення основних параметрів експериментальним шляхом проводять наступним чином:

1. Після зважування тари (ящика) зважують задану кількість матеріалу для дроблення.
2. Відбирають 5-6 шматків різних розмірів і проводять виміри в трьох взаємно-перпендикулярних напрямках для наступного визначення лінійних розмірів d_{n1} , d_{n2} , d_{n3} , а звідси середній розмір шматка до дроблення - d_n . т ;

Середній розмір шматка (d_n) може бути визначений як середня арифметична величина лінійних розмірів (d_{n1} , d_{n2} , d_{n3}).

3. Після пуску установки перевіряють її нормальну роботу, а потім зважують підготовлений матеріал, відмічають час дроблення секундоміром.

4. Визначають середній розмір шматка після процесу дроблення, як показано в п. 2. Визначення характерних лінійних розмірів проводять за допомогою лінійки.

5. Заміряють довжину валка, - L , діаметр валка D , число обертів валків - n , величину проміжку між валками l .

Результати вимірів заносять в таблиць.

Примітка. Завантажувати дробарку допускається тільки матеріалом, величина шматків якого менше допустимих (шматки, які можуть захоплюватися валками).

Контрольні питання

1. Що таке ступінь дроблення?
2. Які умови потрібні для забезпечення процесу дроблення?
3. Що називається кутом захоплення і як він визначається?
4. Які чинники впливають на продуктивність валкової дробарки?

Рекомендована література

1. Дубинін А. І. , Ханік Я. М. , Атаманюк В.М. Обладнання для подрібнення матеріалів: – Львів: НУ “Львівська політехніка”, 2005. - 140с..
2. Механическое оборудование предприятий строительных материалов, изделий и конструкций. / В.А.Бауман и др. – М.: Машиностроение, 1981. – 324с.
3. Сапожников М.Я., Дроздов Н.Е. Справочник по оборудованию заводов строительных материалов. – М.: Стройиздат, 1970. – 488с.
4. Ильевич А.П. Машины и оборудование для заводов по производству керамики и огнеупоров. - М.: Машиностроение, 1968.-356с.

Навчальне видання

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
для виконання лабораторної роботи № 31

ВИВЧЕННЯ РОБОТИ ВАЛКОВОЇ ДРОБАРКИ, ВИЗНАЧЕННЯ ЇЇ
ПРОДУКТИВНОСТІ ТА ПОТУЖНОСТІ

Укладачі: Атаманюк Володимир Михайлович
Троцький Володимир Іванович