

Дослідження параметрів машини для обробки матеріалів

Іван Назаренко, проф., д-р. техн. наук¹ (ORCID: 0000-0002-1888-3687),
Дмитро Галєшко, студент¹ (ORCID: 0009-0004-9296-4209)

¹ Київський національний університет будівництва і архітектури, Україна

АНОТАЦІЯ

В будівельній індустрії широко використовуються процеси подрібнення та сортування матеріалів, перемішування, транспортування та ущільнення сумішей. Для реалізації цих процесів застосовуються відповідні машини, які працюють як самостійно так і в формуються в комплекти для реалізації одночасно декілька процесів. В роботі використовується дробильно-сортувальна установка, яка поєднує процеси переміщення, подрібнення та сортування із дослідженням параметрів, режимів та енергетичних характеристик конусної дробарки.

Ключові слова: установка, дробарка, подрібнення, щєбінь, параметри, режими, енергія.

1. ВСТУП

Механіка руйнування гірських порід і фізичні явища, які при цьому відбуваються, дуже складні. Дійсно, міцність, форма, щільність, стан поверхні кам'яної сировини так, як і форма подрібнювальних частин машини, траєкторія і швидкість руху, різні сполучення цих та інших факторів, роблять процес подрібнення таким, що не піддається математичному описанню [1]. Вважається що є два види сил зчеплення — сили, що діють всередині частинок породи, і сили, що діють між частинками. Очевидно, що на процес подрібнення вирішальний вплив мають сили, що діють між частинками (міжкристалічні сили), оскільки руйнування відбувається у найбільш слабких місцях — площинах спайності [2]. Величина цих міжкристалічних сил визначається різноманітними факторами і не піддається точному визначенню. Складність процесу подрібнення, яка виключає можливість створення єдиної універсальної теорії, зумовила появу різних гіпотез, так званих теорій подрібнення. В роботі на основі існуючих гіпотез здійснена оцінка параметрів подрібнення та дослідити вплив цих параметрів на енергетичні показники робочого процесу на прикладі конусної дробарки [3].

2. МЕТА РОБОТИ

Здійснити аналіз основних параметрів подрібнення та дослідити вплив цих параметрів на енергетичні показники робочого процесу.

3. ВИКЛАД ОСНОВНОГО МАТЕРІАЛУ

За характером дії на матеріал, що подрібнюється, виділяють чотири способи руйнування: роздавлювання, розколювання, удар і стирання. Для дослідження була обрана класична схема мобільної дробильно-сортувальної установки (рис.1) Установка складається із агрегату для первинного подрібнення (рис. 1, а) і агрегату для вторинного подрібнення і сортування. На агрегаті первинного подрібнення встановлена щокова дробарка із складним рухом щоки 4 і вхідним отвором розміром 400 900 мм, що визначає можливу максимальну крупність кусків рівну 340 мм. На агрегаті вторинного подрібнення

встановлений самобалансний віброгрохот 3 і конусна дробарка 1. Матеріал із віброгрохота 3 потрапляє до живильника 2 де розділяється на 7 фракцій, частина матеріалу відсіюється, інша частина потрапляє в конусну дробарку, а далі на приставний конвеєр.

Установку можна комплектувати дизель-генераторною станцією, яка дозволяє експлуатувати її в районах, віддалених від ліній електропередач.



Рисунок 1. Схема мобільної дробильно-сортувальної установки: а – агрегат первинного подрібнення; б – агрегат вторинного подрібнення і сортування.

Конусні дробарки характеризуються шириною прийомної щілини й у залежності від типорозміру можуть приймати шматки гірської породи розміром 400—1200 мм, шириною розвантажувальної щілини 75—300 мм і продуктивністю 150—2600 м³/ч.

У дробарках для середнього та мілкового подрібнення характеристикою є діаметр рухливого конуса, що у серійних промислових типорозмірах дробарок дорівнює 600—3000 мм.

Конусні дробарки великого і середнього подрібнення відносяться відповідно до дробарок з верхньою опорою рухливого конуса і з консольним валом рухливого конуса. Вони мають верхнє розташування точки гірації. У дробарках з консольною віссю рухливий конус спирається на нерухомий вал, запресований у корпус дробарки. Розглянемо визначення енергії на подрібнення матеріалу. Так робота, витрачена на подрібнення, в шоківій дробарці визначається за формулою [1]:

$$A = \frac{\sigma^2 L n}{3.8E} (D^2 - d^2) \quad (1)$$

де σ , E — границя міцності та модуль пружності подрібнюваного матеріалу, Па; D, d — діаметр вхідного і вихідного продукту подрібнення; L — довжина камери подрібнення.

Робота, витрачена на подрібнення, в конусній дробарці визначається за формулою [1]:

$$A = \frac{\sigma^2 \pi^2}{12E} (D^2 D_{cp} - d^2 d_{cp}) \quad (2)$$

де D_{cp} — середній діаметр кільця щебеню, м.

Робота, необхідна для подрібнення матеріалів між валками валкової дробарки визначається використанням зусиллям, необхідним для подрібнення матеріалів між валками [1]:

$$P_{др} = \frac{FR}{L} \quad (3)$$

де p — питомий тиск, що приймається для валків з діаметром до 500 мм — $9 \cdot 10^6$ Па, для середніх валків діаметром 500...900 мм — $(12...14) \cdot 10^6$ Па, для великих валків діаметром понад 900 мм — $25 \cdot 10^6$ Па; α — кут захвату, рад; R — радіус валка, м; L — довжина валка, м; k — коефіцієнт, який враховує недовантаження валків ($k = 0,2...0,6$).

Таблиця 1: Призначення та основні параметри дробарок

Тип дробарки	Призначення та основні параметри
Шоківі із складним рухом шоки	Середнє подрібнення матеріалу середньої міцності. Найбільший кусок вхідного матеріалу 210...710 мм. Продуктивність 3...100 м ² /год
Конусні з нижньою опорою вала	Середнє і дрібне подрібнення міцного й абразивного матеріалу. Найбільший кусок вхідного матеріалу 38...300 мм. Продуктивність 40...200 м ³ /год
Валкові	Середнє і дрібне подрібнення матеріалів середньої міцності. Найбільший кусок вхідного матеріалу 10...75 мм. Продуктивність 0,5...76 т/год

Для розрахунку енергетичних параметрів були прийняті вихідні значення для середнього і дрібного подрібнення трьох типів дробарок. Отримані значення наведені в таблиці 2.

Таблиця 1: Питомі значення енергії на подрібнення

Тип дробарки	Крупність породи: D – середнє значення діаметра вхідного продукту: d – вихідного продукту, мм	Питомі витрати енергії, кВт·год/т
Шокова	$D=(1200...1500)$ $d=(100...300)$	0,15...0,25
Конусна	$D=(100...300)$ $d=(10...60)$	0,3...0,6
Валкова	$D=(30...50)$ $d=(1...3)$	0,5...1,5

Як слідує із таблиці, найменша енергоємність у шоківих дробарок, але в шоківих дробарках ступінь подрібнення має більшу розкиданість та лещадність форми матеріалу сягає 20% [1]. В конусних дробарок більша енергоємність, але більш рівномірна форма вихідного матеріалу. Валкова дробарка має найвищу енергоємність, але має обмеження по застосуванню міцних матеріалів для подрібнення. Аналіз літератури показує, що застосування вібрації [2], дозволяє отримати більш рівномірну форму подрібнюванального матеріалу.

4. Висновки

- За характером дії на матеріал, що подрібнюється, виділяють чотири способи руйнування: роздавлювання, розколвання, удар і стирання. Відмінність полягає лише у різних площах контакту робочих органів і породи (точковий, лінійний або контакт по деякій площині).
- Складність процесу подрібнення, яка виключає можливість створення єдиної універсальної теорії, зумовила появу різних гіпотез, які суттєво відрізняються між собою.
- Найменша енергоємність у шоківих дробарок, але ступінь подрібнення має більшу розкиданість та наявність форм матеріалу у вигляді лещаді. За конструктивними ознаками та формою подрібнюванального матеріалу більш ефективними є конусні дробарки.

Список літератури

- [1] Назаренко І. І. Машини для виробництва будівельних матеріалів. КНУБА : Київ, 1999. 488 с.
- [2] Mishchuk Y., Nazarenko I. Analysis of the energy laws of material destruction. *Strength of Materials and Theory of Structures*. 2023. No. 110. P. 294–315.
- [3] SME Mineral Processing and Extractive Metallurgy Handbook: Volumes One and Two. Society for Mining, Metallurgy & Exploration, Incorporated. 2019. P. 2312.