

## Оцінка та аналіз конструкцій ударних дробарок

Андрій Савчук, студент <sup>1</sup> (ORCID: 0009-0008-6110-9348), Артур Агасян, студент <sup>1</sup> (ORCID: 0009-0007-1966-0999)

<sup>1</sup> Київський національний університет будівництва і архітектури, Україна

### АНОТАЦІЯ

В роботі виконаний аналіз конструкцій дробарок ударної дії. Особлива увага виділена конструкціям відцентрово-ударних дробарок, які є відносно більш технологічними в порівнянні із роторними дробарками із горизонтальним валом. Перевагами відцентрово-ударних дробарок є підвищена продуктивність при відносно невеликій масі конструкції, високий степінь дроблення та підвищений термін експлуатації за рахунок утворення футерувального шару із дробильного матеріалу в процесі роботи машини. На основі аналізу конструкцій ударних дробарок побудовані відповідні гістограми, які відображають якісну картину конструктивних особливостей ударних дробарок.

*Ключові слова:* роторна дробарка, молоткова дробарка, критеріальна оцінка, ротор, продуктивність, потужність.

### 1. ВСТУП

Дробарки, які використовуються для, переробки побутових відходів великих міст, крім великої продуктивності повинні мати здатність переробляти різний по міцності та іншим характеристикам матеріал (кістка, скло, пластмаса, дерево та ін.) [1]. В дробильній машині в залежності від її призначення і принципу дії можуть використовуватись наступні види навантажень: роздавлювання, удар, розколювання, злом, стирання. В багатьох випадках різні види навантажень діють одночасно [2]. По принципу дії і конструкції розрізняють дробарки наступних основних видів: щоківі, конусні, валкові, ударної дії [3]. Робота дробарок ударної дії ґрунтується на принципі руйнування матеріалу, який надходить до дробарки, механічним ударом робочих органів, що обертаються, та дробленні відкинутих кусків матеріалу об відбійні плити й колосники, встановлені в середині камери дроблення [4].

### 2. МЕТА РОБОТИ

Основною метою роботи є аналіз та оцінка конструкцій ударних дробарок, що застосовуються у будівельній та гірничодобувній промисловості та визначення основних напрямків їх удосконалення.

### 3. ВИКЛАД ОСНОВНОГО МАТЕРІАЛУ

Дробарки ударної дії поділяються на дві групи: молоткові, в яких робочі органи (молотки) шарнірно підвішені на диску-роторі, що обертається з великою швидкістю, та роторні, в яких робочі органи (били) жорстко закріплені на обертовому роторі.

Молоткові дробарки бувають з одним і двома роторами, реверсивні та не реверсивні, з колосниковою решіткою та без неї. На рис.1,а представлена нереверсивна молоткова дробарка.

Роторні дробарки застосовують для дроблення малоабразивних гірських порід середньої міцності (вапняків, доломітів, мергелів і т. п.) з розміром вихідних шматків від 80 до 1100 мм. За крупністю вихідного матеріалу роторні дробарки поділяються на: дробарки крупного дроблення (ДКР), які розраховані на приймання кусків матеріалу розмірами більше 30 % діаметра ротора,

середнього дроблення – від 10 до 30 % діаметру ротора і дрібного подрібнення – менше 10 % діаметра ротора.

За розташуванням валу роторні дробарки поділяються на дробарки з горизонтальним валом (HSI – Horizontal Shaft Impact) і дробарки з вертикальним валом (VSI – Vertical Shaft Impact). На рис. 1, б зображена роторна дробарка HSI.

Роторна дробарка представлена на рис. 1, б. має особливу систему кріплення бил, яка забезпечує високу степінь надійності. Били фіксуються на роторі за допомогою одного клинового вузла, який забезпечує момент затяжки, який не досягається на дробарках інших виробників. Матеріали бил для дробарок Nordberg серії NP, рис.1,б виготовляють із наступних видів зносостійких матеріалів: XF210T, XF310T, XF510.

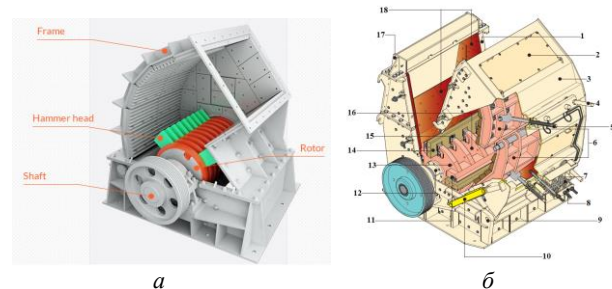


Рисунок 1. Будова дробарок ударної дії:  
а – молоткова; б – роторна

Роторна дробарка з вертикальним валом представляє собою дробарку відцентрово-ударного типу, в якій реалізується принцип руйнування матеріалу вільним ударом в полі відцентрових сил. Основним елементом відцентрово-ударних дробарок є ротор, який розташований на вертикальному валу. Ротор оснащений розгінними елементами (ребра, лопаті, канали і т.п.). Матеріал, який підлягає дробленню, подається в центральну частину ротора, прискорюється розгінними елементами і з високою швидкістю викидається на відбійні поверхні, розташовані на периферії камери дроблення, де руйнується при ударі.

Базова конструкція відцентрово-ударної дробарки Вармас серії В VSI представлена на рис. 2, а. В дробарці Вармас серії В VSI є можливим варіювати наступними параметрами: 1) змінювати швидкість обертання ротора; 2) вибирати тип профілю дробильної камери; 3) регулювати співвідношення потоків матеріалу в каскадній системі

живлення; 4) вибирати діаметр ротора. Головною особливістю дробарок Barmac серії B VSI є застосування каскадної системи живлення.

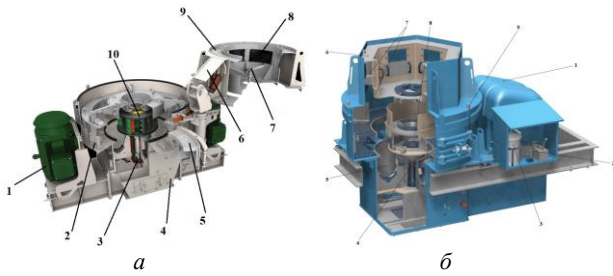


Рисунок 2. Схема роторних дробарок типу VSI: а – Barmac, Metso; б – CV, Sandvik

Конструкція відцентрово-ударних дробарок компанії Sandvik серії CV характеризується оптимальною геометрією ротора, який має три розвантажувальні вікна, рис.2, б. В роторі відсутнє кільце для розподілення матеріалу, що зменшує його вагу, а також дисбаланс. Як заявляє виробник це забезпечує більшу пропускну здатність при меншому енергоспоживанні.

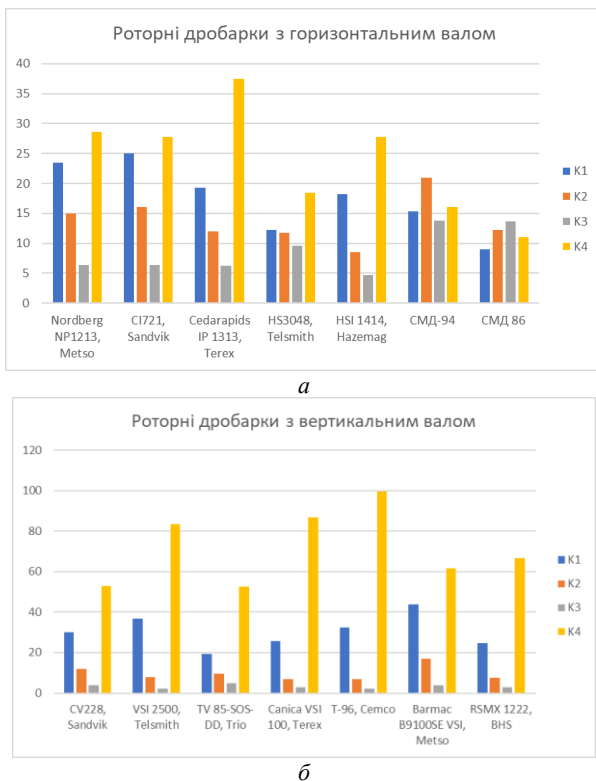


Рисунок 3. Критеріальна оцінка роторних дробарок: а – з горизонтальним валом; б – з вертикальним валом

Також на відміну від класичного ротора дробарки Barmac, в роторі дробарок компанії Sandvik серії CV відсутні кінцеві несучі пластини. Це призводить до зниження потоку матеріалу у верхній і нижній кромці ротора, зменшує зусилля на кінцевій кромці ротора.

Для оцінки техніко-економічних показників та параметрів дробарок були застосовані наступні критерії: 1) K<sub>1</sub> критерій оцінки впливу маси на продуктивність; 2) K<sub>2</sub>

критерій оцінки витрат енергії на продуктивність; 3) K<sub>3</sub> критерій впливу потужності на масу; 4) K<sub>4</sub> критерій впливу потужності на степінь дроблення.

#### 4. ВИСНОВКИ

В роботі був проведений аналіз дробарок ударної дії. Головна різниця між цими машинами, на думку автора, полягає в розмірах дробимого матеріалу та готового продукту. Це означає, що роторні дробарки з горизонтальним валом та молоткові дробарки можуть використовуватися на другій або третій стадії дроблення для порід середньої міцності. В той час як дробарки з вертикальним валом можуть використовуватися на завершальній стадії дроблення м'яких порід, що мають невеликі розміри. Як слідує з наведених гістограм існує суттєва відмінність у показниках, що обумовлено різними методами розрахунку та конструювання машин. При порівнянні роторних дробарок з горизонтальним і вертикальним валом є очевидним, що дробарки з вертикальним валом володіють більшим ступенем дроблення.

#### Список літератури

- [1] Mishchuk Y. Structural review and assessment of technological and design parameters of crushing equipment for the construction industry. *Construction Engineering*. 2025. No. 41. P. 22–39. URL: <https://doi.org/10.32347/tb.2024-41.0403> (date of access: 28.09.2025).
- [2] SME Mineral Processing and Extractive Metallurgy Handbook: Volumes One and Two. Society for Mining, Metallurgy & Exploration, Incorporated, 2019. 2312 p.
- [3] Назаренко І. І. *Машини для виробництва будівельних матеріалів*. Київ : КНУБА, 1999. 488 с.
- [4] Bearman R. *Jaw and Impact Crushers*. In SME Mineral Processing and Extractive Metallurgy Handbook. Englewood, CO, USA : Society for Mining, Metallurgy, and Exploration, Inc. 2019. 367.
- [5] Korman T. et al. Impact of physical and mechanical properties of rocks on energy consumption of jaw crusher. *Physicochem. Probl. Miner. Process.* 2015. Vol. 51, no. (2). P. 461–475. URL: <https://doi.org/10.5277/ppmp150208> (date of access: 28.09.2025).
- [6] Sokur M. et al. Investigation of the process of crushing solid materials in the centrifugal disintegrators. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2016. Vol. 3, no. 7(81). P. 34. URL: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2016.71983> (date of access: 26.09.2025).

<sup>i</sup> Робота виконана під керівництвом Євгена Міщука, доц., доц. кафедри МОТП та Валерія Яковенка проф., проф. кафедри МОТП.