

Дослідження конструкції валкової дробарки зі складним обертальним рухом робочого органу

Олексій Погребач, аспірант¹ (ORCID: 0009-0009-8394-2805), Василь Марач, аспірант¹ (ORCID: 0009-0003-9457-6042), Владислав Нестеренко, студент¹ (ORCID: 0009-0009-5917-4148)

¹ Київський національний університет будівництва і архітектури, Україна

АНОТАЦІЯ

Представлено дослідження конструкції валкової дробарки зі складним обертальним рухом робочого органу для обґрунтування оптимальних параметрів та розробки нової конструкції дробарки. Застосовано принципово нову форму валків, які здійснюють складний рух. Це дає змогу істотно зменшити енергоємність робочого процесу, а також габаритні розміри та масу дробарки, водночас забезпечуючи отримання якісного подрібненого матеріалу.

Ключові слова: валкова дробарка, складний обертальний рух, енергоємність, габаритні розміри, подрібнення, будівельні відходи, продуктивність, технологічний зазор, нерівномірне спрацювання.

1. ВСТУП

Подрібнення є ключовим технологічним етапом у виробництві широкого спектру будівельних та інших матеріалів. На сучасному етапі актуалізується проблема браку валкових дробарок з оптимізованими масогабаритними параметрами, що характеризуються водночас високою продуктивністю та низькою питомою енергоємністю для перероблення сировини, зокрема будівельних відходів.

2. МЕТА

Традиційні валкові дробарки мають низку суттєвих обмежень. Зокрема, вони демонструють невисоку продуктивність та нерівномірне спрацювання поверхні бандажів по довжині валка, що ускладнює підтримання технологічного зазору між валками у заданих межах. Крім того, виготовлення та експлуатація вузла спеціальної зубчастої передачі обертання є трудомістким процесом. Максимальний розмір вихідного матеріалу, що підлягає подрібненню, прямо залежить від діаметра валка.

Слід зазначити, що валкові дробарки ефективно переробляють матеріали, схильні до налипання або ті, що містять липкі вклучення. Очищення робочої поверхні від налиплого матеріалу здійснюється за допомогою очисного обладнання і, як правило, відводиться убік. Застосування цокових та конусних дробильних машин у таких умовах часто призводить до незапланованих простоїв, оскільки очищення камери подрібнення є тривалою та високозатратною операцією.

Метою роботи є розробка конструкції дробарки на основі застосування принципово нових циклоїдальних валків. Ці валки здійснюють складний (циклоїдальний) рух, що дає змогу суттєво зменшити питому енергоємність робочого процесу, мінімізувати габаритні розміри та масу дробарки, а також забезпечити отримання якісного кінцевого продукту подрібнення.

3. АНАЛІЗ ПОПЕРЕДНІХ ДОСЛІДЖЕНЬ

Конструкція валкових дробарок та їх технічне обслуговування є простішими, ніж у цокових та конусних

дробарок. Найбільш поширеними є двовалкові дробарки. Їхні валки обертаються назустріч один одному і подрібнюють матеріал, що потрапив між ними, переважно роздавлюючи його і частково стираючи. Підшипники вала одного з валків спираються на пружини і мають можливість переміщення. У разі потрапляння неподібнюваного предмета цей валок може відійти від іншого, пропустити сторонній об'єкт і потім повернутися у вихідне положення під дією пружин [1-2].

Привід валків здійснюється від двигуна за допомогою клинопасової, шестерінчастої або ланцюгової передач. Традиційно в рух приводиться лише один валок, а інший з'єднаний з ним шестернями з подовженими зубами або ланцюговою передачею, що дозволяють валкам відходити при пропуску неподібнюваних предметів. Однак таке кінематичне рішення є складним і не гарантує нормальної роботи шестерень з подовженими зубами в умовах значних динамічних навантажень та абразивного пилу. Значно кращим є індивідуальний привід кожного валка від електродвигуна або через редуктор і карданні вали [3].

Для переробки глиняної маси і вилучення з неї каменів використовуються так звані дезінтеграторні вальці. У валкових дробарках спостерігається нерівномірне зношування середньої частини валків по довжині, що призводить до нерівномірної крупності подрібненого продукту. Ступінь подрібнення таких дробарок становить зазвичай від 4 до 8. Модельний ряд валкової дробарки визначається діаметром D та довжиною L робочих органів. Максимальний розмір шматка вихідного матеріалу, який може бути захоплений та подрібнений, залежить від діаметра валків.

За конструкцією запобіжного пристрою, що захищає дробарку від поломки при попаданні неподібнюваного матеріалу, дробарки класифікують (рисунк 1) [4]:

- з однією парою рухомих підшипників, притиснутих до упору пружинами під час роботи;
- з двома парами рухомих підшипників;
- з запобіжними зрізними болтами на приводному шківі при нерухомому кріпленні підшипників обох валків.

Традиційні валкові дробарки мають невелику продуктивність і нерівномірний знос поверхонь бандажів по довжині валка, що ускладнює підтримку робочого зазору між валками у заданих межах. Виготовлення та експлуатація вузла спеціальної зубчастої передачі обертання також є трудомісткою операцією.

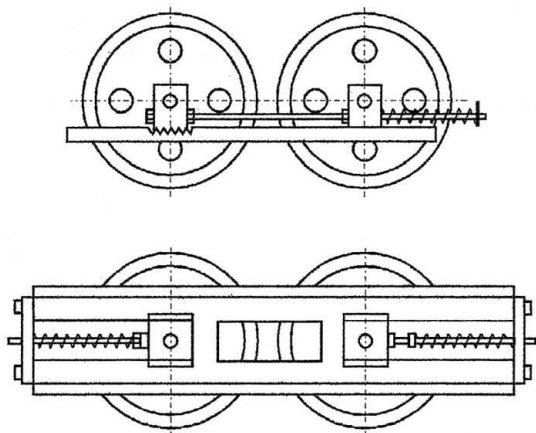


Рисунок 1. Запобіжні пристрої валкових дробарок

Для забезпечення захоплення вихідного продукту гладкими валками у зоні подрібнення, кут захоплення валків не повинен перевищувати кут тертя матеріалу об поверхню валків. Максимально допустимий розмір кусків залежить від діаметра робочих органів та розміру вихідної щілини. Щоб дотриматися цих умов, діаметр гладкого робочого органу має бути у 20 разів більшим за розмір каменю, а при рифлених поверхнях робочих органів - у 12 разів. З огляду на це, валкові дробарки застосовують виключно для вторинного подрібнення порід середньої та малої міцності, а також для подрібнення в'язких і вологих матеріалів.

4. ВИКЛАДЕННЯ ОСНОВНОГО МАТЕРІАЛУ

Зазначені недоліки можуть бути вирішені за допомогою конструкції, яка наведена на рисунку 2. Відповідно до запропонованої ідеї, дробильна машина має два робочих органи, які встановлені на опорах та змонтовані на рамі, а також привід робочих органів.

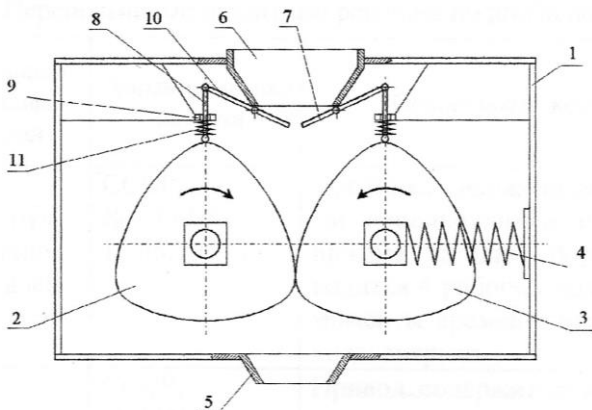


Рисунок 2. Модернізована валкова дробарка:

1 - корпус; 2, 3 - гладкі валки; 4 - амортизатор; 5 - розвантажувальна лійка; 6 - бункер; 7 - шибери; 8 - штовхачі; 9 - упорні напрямні втулки; 10 - важелі; 11 - зворотні пружини.

Особливістю цієї конструкції, спрямованою на підвищення питомої ефективності, є можливість контролювати зносостійкість приводних елементів та швидкість руху робочих органів. Поперечний переріз

робочих органів виконано у формі сегмента кола. Крім того, робочі органи змонтовані на опорах, що хитаються від приводу, і оснащені кріпленням між рамою та робочими органами за допомогою пружних елементів та керованими пневматичними системами, які з'єднані золотниковим розподільником з джерелом подачі повітря. Отже, валки із зазначеною формою поперечного перерізу мають, за однакового радіуса кривини, істотно менші розміри поперечного перерізу порівняно зі звичайними циліндричними валками.

Проте, для реалізації зворотно-хитного руху валків потрібне джерело стисненого повітря, що ускладнює конструкцію установки в цілому. Іншими недоліками цієї конструкції є потенційна можливість швидкого зносу робочої поверхні через суттєво обмежену довжину дуги поперечного перерізу валка, наявність холостого ходу, а також неможливість очищення робочої поверхні під час подрібнення липких (в'язких) матеріалів.

Згідно з запропонованим рішенням, валкова дробарка містить корпус, що включає пару гладких підпружинених робочих органів, які обертаються назустріч, кінематично пов'язаних із штовхачем та засувками із завантажувальним бункером та розвантажувальною лійкою. Особливість даної конструкції полягає в тому, що для поліпшення ефективності функціонування пристрою, кожен робочий орган у поперечному перерізі має форму правильного трикутника з опуклими сторонами та заокругленими вершинами. Така форма робочого органу дозволяє зменшити розмір поперечного перерізу робочих органів відносно поперечного перерізу циліндричних робочих органів. Проте значним недоліком такої схеми є неможливість отримання певного заданого максимального розміру готового матеріалу через відсутність зазору між робочими органами, наявність зворотно-поступального руху конструктивних елементів та основи, а також додаткові втрати енергії в опорах робочого органу.

5. ВИСНОВКИ

Розглянута конструкція валкової дробарки зі складним обертальним рухом робочого органу, Запропоноване рішення зі складним рухом має потенціал для подолання недоліків попередніх модернізованих конструкцій, зокрема складності кінематичних схем та проблем з очищенням липких матеріалів.

Список літератури

- [1] Хмара Л. А., Шипілов О. С., Онищенко О. Г. Дробильно-сортувальні заводи і устаткування : навч. посіб. Полтава : ПолтНТУ, 2009. 209 с.
- [2] Саленко Ю. С. Обладнання для подрібнення матеріалів: дробарки та млини: Навч. посібник. Кременчук: КДПУ, 2008. 100 с.
- [3] Barry A. Wills. Wills' Mineral Processing Technology. Eighth Edition, 2016. P. 496.
- [4] Gupta A., Yan D. Mineral processing design and operations. An introduction. 2nd edition. Elsevier, 2016. 856.

¹ Робота виконана під керівництвом Миколи Клименка, доц., зав. кафедри МОП.