УДК 621.926.4

Аспірант Пологович І.А.
(ДонДТУ, м. Алчевськ, Україна)

АНАЛІЗ БАГАТОЧАСТОТНОГО НАВАНТАЖЕННЯ ШАРУ МАТЕРІАЛУ У ВІБРОІНЕРЦІЙНОМУ КОНІЧНО-КІЛЬЦЕВОМУ ЗДРІБНЮВАЧІ

Приведені результати дослідження слідів абразивного зношування поверхонь здрібнюючих кільцевих металевих деталей у віброінерційному конічно-кільцевому здрібнювачі під впливом багаточастотного навантаження в ньому шару роздрібнюваного матеріалу і запропоновані методи зниження інтенсивності підвищення шорсткості їх поверхні.

Проблема і її зв'язок з науковими і практичними завданнями. У системі механічного руйнування твердої мінеральної сировини проблема отримання дрібнозернистих продуктів залишається багато в чому не вирішеною, незважаючи на те, що в цьому напрямку ведуться інтенсивні дослідження [1-4]. Аналіз [2] отриманих даних свідчить, що при цьому суттєво збільшуються витрати енергії на утворювання і руйнування агрегатів часток та на роботу тертя. До того ж ефект взаємодії дрібнодісперсних часток подрібнюваного матеріалу поміж собою і з здрібнюючими деталями при сухому здрібнюванні приводить до добре відомого з практики явищу їх щільного агрегирування та шарового налипання порошку на шорсткі робочі поверхні здрібнюючих деталей, що замітно підвищує енергозатрати і зменшує продуктивність та ефективність подальшого здрібнювання. Тому необхідність підвищення цих показників обумовлених, в основному, інтенсивністю навантаження шару здрібнюваного матеріалу і шорсткістю робочої поверхні здрібнюючих деталей, є особливо актуальною. Тому це свідчить про актуальність вивчення процесу збільшення шорсткості робочих поверхонь здрібнючих деталей у вібруючому суцільному потоці абразивних матеріалів під впливом багаточастотного навантаження і розробки конструктивно-технологічних методів зниження інтенсивності підвищення шорсткості робочих поверхонь здрібнюючих деталей.

Аналіз досліджень і публікацій, у яких початі рішення данної проблеми. У роботах [1-4] приведені результати досліджень і опису розроблених способів підвищення якості робочих поверхонь здрібнюючих деталей при їх експлуатації та ефективності роботи здрібнювача при

виникненні агрегирування окремих часток подрібнюючого матеріалу при його здрібнюванні. Тому звичайне бажання підвищити економічні показники цих процесів обумовило розвиток праць [2-4] з удосконалювання прогресивних конічних віброінерційних подрібнювачів і швидкохідних відцентрових кульових кільцевих здрібнювачів з відцентровими інтенсифікаторами та транспортним диском. Основною відмітною ознакою такого типу здрібнювачів є руйнування подрібнюваного матеріалу у шарі в умовах інтенсивного багаточастотного вібраційного впливу. Однак при цьому не завжди результати позитивні. В умовах сухого здрібнення спостерігається в основному абразивний знос, який виявляється у вигляді мікрорізання і мікроподряпання робочих поверхонь і від яких внаслідок цього відриваються частки метала і збільшується шорсткість робочих поверхонь здрібнюючих деталей. При цьому на поверхнях здрібнюючих деталей утворюються сліди абразивного зносу у вигляді сукупності виступів та впадин різних форм і розмірів [5].

В останні роки виконано багато наукових досліджень [1-4], спрямованих на вивчення змінювання якості робочих поверхонь здрібнюючих деталей від зносу при інтенсивному здрібнюванні абразивного матеріалу та розроблено ряд методів зменшення шорсткості поверхонь. У той же час складність і невивченність природи підвищення шорсткості поверхонь здрібнюючих деталей при їх експлуатації у вібруючому суцільному потоці сипучих абразивних матеріалів і різко відрізняючі умови експлуатації утрудняють застосування відомих методів для зниження інтенсивності підвищення шорсткості робочої поверхні здрібнюючих деталей в процесі здрібнення.

Постановка задачі. Дослідження слідів абразивного зношування поверхонь здрібнюючих кільцевих металевих деталей у віброінерційному конічно-кільцевому здрібнювачі під впливом багаточастотного навантаження в ньому шару роздрібнюваного матеріалу і розробка раціональних конструктивно-технологічних методів зниження інтенсивності підвищення шорсткості робочих поверхонь здрібнюючих деталей в процесі здрібнення.

Виклад матеріалу досліджень і його результати. Для рішення цієї поставленої задачі була використана за допомогою удосконалення розроблена раніше автором фізична модель камери здрібнювання такого типу подрібнювача, принципова схема якої приведена на рис. 1. Основними складовими частинами камери здрібнювання є розміщені в корпусі 1 подрібнювально-дозувальна камера 2 з завантажувальним патрубком 3, перфорована кільцева камера 4 з змонтованими один в другому окремими співвісними вертикальними кільцями 5, 6, 7 і 8, яка заповнена подрібнюючими кулеподібними тілами 9, 10 і 11, розвантажувальний патрубок 12, дисковий конус 13, а у середині її внутрішнього перфоро-

ваного кільця поміщений додатковий відцентровий інтенсифікатор, виконаний у вигляді вільно розташованого кулеподібного бігуна 14, що робить круговий поступальний рух за допомогою прикріпленого до дискового конусу 13 водила 15, що дозволяє виконувати зміщення кільцевої камери 4 в горизонтальному напрямку, а також привідний вал 16.

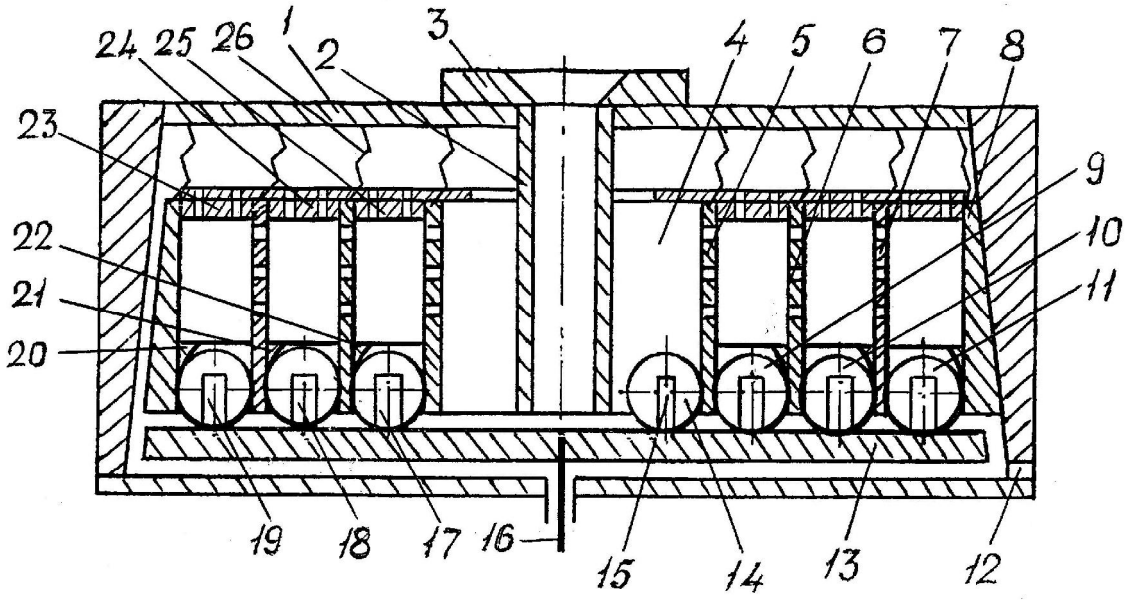

Рисунок 1 – Схема удосконаленої камери здрібнювання

У кільцевій камері поміж кільцями вільно розміщені і прикріплені по колу до дискового конуса 13 додаткові водила 17, 18 і 19 з вільно розташованими поміж ними подрібнюючими кулеподібними тілами 9, 10 і 11, а в кільцях 6, 7 і 8 в нижній частині розміщені жорстко з'єднані з ними додаткові кільця 20, 21 і 22 з вогнутими біговими доріжками з конфігурацією робочих поверхонь наближеною в поперечному напрямку до сферичного профілю з радіусом більше чим радіус здрібнюючої кулі, яка контактує з поверхнею доріжки. До того ж у кільцевій камері кільця 5, 6, 7 і 8 у своїй верхній частині жорстко з'єднані поміж собою перфорованими дисковими перегородкми 23, 24 і 25 і підвішені за допомогою пружної підвіски 26 з можливістю зміщення їх в горизонтальному напрямку.

За допомогою обертального руху дискового конуса 13 і коливального руху кільцевої камери матеріал, що подрібнюється, рівномірно відкидається за допомогою відцентрових сил до циліндричних стінок кілець. Після контакту зі стінками швидкість часток матеріалу, що подрібнюється, гаситься і частки під діянням сили важкості і зчеплення за рахунок сил тертя з поверхнею диска 7 переміщуються уздовж циліндри-

чних стінок. Здрібнюючі кулі, які поміщені поміж циліндричними стінками кілець в рівномірно розташованих проміжках поміж додатковими водилами, постійно притискаються під впливом виникнення при обертанні транспортного диска 13 на валу 16 відцентрових сил до внутрішніх стінок кілець і в місці контакту кулі з циліндричною стінкою частки матеріалу, що подрібнюється, руйнуються. При цьому вся оброблювальна поверхня послідовно обходиться декількаками кулями.

Так як при цьому активний робочий простір поміж здрібнюючою кулею та стінкою кільця зменшується зі зменшенням розміру часток матеріалу, що подрібнюється, тому для збереження постійності загального обсягу активного робочого простору збільшується кількість куль зі зменшенням розмірів їх на кожній ступені, що дозволяє отримати високу ступінь здрібнення часток у подрібнювачі. Таким чином кулі учиняють складний рух, який перебуває одночасно в русі по колу і горизонтальному коливальному русі з амплітудою, яка визначається відстанню поміж стінками кілець. Такий рух куль викликає вібрацію кілець, що сприяє руху і руйнуванню матеріалу, що подрібнюється.

В машині цього типу подрібнювання матеріалу виконується комбінованим діянням роздавлювання з розтиранням поряд з ударяючим багаточастотним навантаженням. Вплив двухчастотних і багаточастотних коливань на частки матеріалу, що подрібнюється, скорочує тривалість здрібнення, а у ряді випадків сприяє зниженню енергозатрат на процес подрібнювання. Це пояснюється тим, що енергозатрати зменшуються внаслідок зниження роботи сил тертя на контактних поверхнях куля – частка матеріалу, що подрібнюється, - стінка кільця.

При цьому швидкість переміщення подрібнюючих часток через камеру визначається конструктивними і технологічними параметрами камери здрібнювання та швидкістю обертання дискового конуса 13, який є такий, що швидко зношується одночасно з робочими здрібнюючими поверхнями додаткових кілець.

Необхідно також відзначити, що при математичному моделюванні механіки стирання поверхні передбачається, що з огляду на те, що зразки дискового конуса і кілець за формою і розмірами перед кожним досвідом були однакові, а в якості визначення шорсткості здрібнюючих поверхонь був прийнятий критерій оцінки висоти нерівностей профілю здрібнюючих поверхонь по десятьох точках R_Z, яка є сумою середніх абсолютних значень висот п’яти найбільших виступів профілю поверхні і глибин п’яти найбільших впадин профілю в межах базової довжин, шорсткість здрібнюючої поверхні може бути визначена з вираження [5]:

$$R_Z = \frac{1}{5}\left(\sum_{i=1}^{5}\left|H_{i\max}\right| + \sum_{i=1}^{5}\left|H_{i\min}\right|\right), \qquad (1)$$

де H_{imax} – висота і-го найбільшого виступу профілю; H_{imin} – глибина і-й найбільшої впадини профілю.

За допомогою досліджень відмічено, що швидкість обертів дискового конуса з кулями сильно впливає на шорсткість поверхонь кілець не тільки за рахунок пластичних деформацій металу кілець, але і за рахунок чисто геометричних причин. Це пояснюється тим, що кулі не мають загальної суцільної дорожки, тому що при виготовленні куль неможливо дістати їх ідеально точні розміри [5]. Внаслідок цього кожна подальша куля на поверхні попадає на нові виступи, а не на старі впадини і прорізає притиснутою абразивною часткою, що подрібнюється, нову впадину, що дозволяє зменшити тим самим шорсткість поверхні кільця. В той же час збільшення швидкості обертання куль диском підвищує частоту навантаження часток матеріалу, що подрібнюється. Це викликає пластичну деформацію за рахунок підвищення інтенсивності і терміну тертя зерен матеріалу, що подрібнюється, об оброблювану поверхню, що збільшує її наклепання на 7% і зменшує при цьому шорсткість на 38%. При цьому слід відмітити, що глибина наклепання при зміцненні кулею невеликого діаметру складає близько 0,5 мм і є недостатньою. Тому необхідно на холостому ходу для профілактичного одержанння більшої глибини наклепання Z при зовнішнім навантаженні q на одиницю ширини смужки контакту, як випливає із співвідношення

$$Z \sim (q \cdot d)^{1/2} \quad , \qquad (2)$$

варто використовувати елемент, що упрочує, більшого діаметра d.

Отримані дані дослідження здрібнювання матеріалу в представленій камері подрібнювання дозволяють зробити висновок, що при зниженні шорсткості поверхні металевих кілець зменшується її знос, а товщина незворотного доформіруємого шару часток матеріалу складає для більшості матеріалів, що подрібнювались в цій камері, при сухому здрібнювання 8-17 мкм, а при мокрому 1,5-1,9 мкм.

Висновки і напрямки подальших досліджень. Приведені результати дослідження слідів абразивного зношування кільцевих металевих деталей у віброінерційному конічно-кільцевому здрібнювачі під впливом багаточастотного навантаження в ньому шару роздрібнюваного матеріалу і запропоновані раціональні конструктивно-технологічні методи зниження інтенсивності підвищення шорсткості їх робочих поверхонь дозволяють зробити висновок, що найбільш ефективним методом підвищення якості робочих поверхонь здрібнюючих деталей є профілактичне зміцнення їх наклепанням. Далі необхідно провести додаткові дослідження зміцнення та зменшення шорсткості робочих повер-

хонь здрібнюючих деталей багаточастотним віброінерційним динамічним ударяючим навантаженням.

Приведены результаты исследований следов абразивного износа поверхностей измельчающих кольцевых металлических деталей в вибрационном коническо-кольцевом измельчителе под воздействием многочастотного нагружения в нем слоя измельчаемого материала и предложены методы снижения интенсивности повышения шероховатости их поверхности.

The outcomes of researches of tracks of an attrition of surfaces of crushing ring metal parts in vibrational conic-ring crusher under action of a multifrequency loading in itof a stratum of a crushed material are reduced and the methods of a decrease of intensity of a raise of a grain of their surface are offered.

Бібліографічний список

1. Повышение износостойкости горно-обогатительного оборудования / Н.С. Пенкин, Е.П. Капралов, П.В. Маляров и др.: Под ред. Н.С. Пенкина. – М.: Недра, 1992. – 256 с.

2. Ходаков Г.С. Тонкое измельчение строительных материалов. – М.: Стройиздат, 1972.-240 с.

3. Пологович И.А., Пологович А.И. Анализ возможных путей снижения металлоемкости и повышения ресурса дисковых истирающих измельчителей / Сб. научн. тр. ДонГТУ. – Алчевск: ДонГТУ, 2004. – Вып.18. – С. 187 -191.

4. Пологович І.А. До математичного опису кінетики процесу здрібнювання в конічному стираючо роздавлюючому здрібнювачі / Сб. научн. тр. ДонГТУ. – Алчевск: ДонГТУ, 2005. – Вып. 19. – С. 309 – 313.

5. Павлище В.Т. Основи конструювання та розрахунок деталей машин: Підруч.- 2-е вид. перероб. – Львів: Афіша, 2003. -560 с.