

6. Хейфец Л. И., Неймарк А.В. Многофазные процессы в пористых средах. — М.: Химия, 1982. — 320 с.
7. Воюцкий С. С. Физико-химические основы пропитывания и импрегнирования волокнистых материалов дисперсиями полимеров. — Л.: Химия, 1969. — 336 с.
8. Порхаев А. П. Кинетика впитывания жидкости элементарными капиллярами и пористыми материалами. — Колл. журн., 1949, т. 11, № 5, с. 346—353.
9. Березкин В. В., Чураев Н. В. Изменение краевых углов в ходе капиллярного поднятия. — Колл. журн., 1982, т. 44, № 3, с. 417—423.
10. Грибанова Е. В., Молчанова А. И. Исследование зависимости угла смачивания от скорости движения мениска. — Колл. журн., 1978, т. 40, № 2, с. 217—223.
11. Мартынов Р. А., Малев В. В., Грибанова Е. В. Кинетика капиллярного поднятия жидкости. — Колл. журн., 1983, т. 45, № 2, с. 245—250.
12. Сумм Б. д., Рауд Э. А., Горюнов Ю. В. Начальная стадия капиллярного впитывания. — Колл. журн., 1979, т. 41, № 3, с. 601—604.
13. Касимов И.К., Федотов Е.Д. Пропитка цементного камня органическими вяжущими. — Л.: Стройиздат, 1981. — 168 с.
14. Гидродинамика пористых графитов. Костиков В.И., Белов Г.В. — М.: Металлургия, 1988. — 208 с.
15. Косачевский Л.Я., Косачевская Е.А., Сюи Л.С. О пропитке нагретого наполнителя неньютоновской жидкостью // ИФЖ.1991.Т.61, №4. С.613-620.
16. Оснач Н. А. Проницаемость и проводимость древесины. — М.: Лесн. пром-сть, 1964. — 181 с.
17. Павлов К.Ф., Романков П.Г., Носков А.А. Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологи. Учебное пособие для вузов/Под. ред. чл.-кор. АН СССР П.Г. Романкова. —10-е изд., перераб. и доп. — Л.: Химия, 1987. —576 с.

УДК 622. 23: 05459

ІННОВАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ ДЕЗІНТЕГРАЦІЇ РУДИ В КУЛЬОВИХ БАРАБАННИХ МЛИНАХ ПЕРШОЇ СТАДІЇ ПОДРІБНЕННЯ

Є.В. Калганков

аспірант відділу механіки еластомірних конструкцій гірничих машин, інститут геотехнічної механіки ім. М.С. Полякова Національної академії наук України, м. Дніпропетровськ, Україна, e-mail: kalhankov.ye.v@dsau.dp.ua

Анотація. В статті розглянуто питання ресурсо- та енергозбереження при дезінтеграції руди в барабанних кульових млинах, встановлених на різних стадіях подрібнення. Розглядаються інноваційні технології подрібнення та можливі шляхи інтенсифікації процесу дезінтеграції за рахунок зміни геометричних параметрів млинів, профілю та форми футеровки барабанів, а також її матеріалу. Наведено результати промислових випробувань металевої, гумово-металевої та гумової футеровок на першій стадії подрібнення руди.

Ключові слова: футеровка, гумова футеровка, метало-гумова футеровка, стадія подрібнення, млин, барабанний млин, рудопідготовка, подрібнення, втомний знос, напружено-деформований стан.

INNOVATIVE TECHNOLOGY OF DISINTEGRATION OF THE ORE IN BALL RATTLEJACK OF THE FIRST STAGE OF GRINDING

Evgeniy Kalgankov

Postgraduate Student, Department of Elastomeric Component Mechanics in Mining Machines, M.S. Polyakov Institute of Geotechnical Mechanics under the National Academy of Science of Ukraine, Dnepropetrovsk, Ukraine, e-mail: kalhankov.ye.v@dsau.dp.ua

Abstract. The questions of resource are considered in the article - and energy-savings during disintegration of ore in the ball rattlejacks set on the different stages of growing shallow. Innovative technologies of growing shallow and possible ways of intensification of process of disintegration due to the change of geometrical parameters of mills, profile and form of lining-up of drums, and also her material are examined. Over Results of industrial tests are brought by metallic, rubber-metal and rubber lining-ups on the first stage of growing of shallow ore.

Keywords: *lining, rubber lining, metal-rubber lining, stage of growing shallow, mill, rattlejack, ore treatment, growing, tireless wear, tensely-deformed state shallow.*

Вступ. З часів коли в середині 19 століття було запатентовано конструкцію барабанного млина для подрібнення матеріалів минуло близько 150 років, конструкція млина, а особливо процес подрібнення суттєво не змінились і на думку багатьох вчених в найближчому часі альтернативи барабанним млинам не існує [1]. Активного розвитку барабанні млини набули в першій половині ХХ століття, саме на цей період і припадає масове патентування конструкцій млинів.

Основний принцип подрібнення в барабанних млинах-це одночасне перемішування матеріалу, що подрібнюється та мелючих тіл (кулі, стрижні або цильпепси), внаслідок їх переміщення куски матеріалу піддаються ударній та перетираючій дії мелючих тіл, за рахунок чого і відбувається подрібнення. Але процес подрібнення в барабанних млинах досить енергоємний; так за даними різних авторів і гірничо-збагачувальних комбінатів на процес рудопідготовки витрачається до 60 % енергії від всього процесу збагачення руди [1, 2], а за даними [3] близько 10 % всієї енергії, що виробляється в світі витрачається саме на рудопідготовку. Тому процесам енергозбереження при подрібнення руди приділяється багато уваги.

Останнім часом була намічена тенденція підвищення продуктивності барабанних млинів за рахунок зміни їх технологічних характеристик та геометричних розмірів. Зміною режимів помелу досягається більш якісний кінцевий продукт, дещо збільшується продуктивність але ці заходи є обмеженими, так як частота обертання млина (а саме вона змінюється) досягаючи критичного значення обертання барабану, його завантаження за рахунок

відцентрових сил розподіляється по барабану і процес подрібнення не відбувається.

Основним шляхом збільшення продуктивності млинів було збільшення діаметру барабану. На сьогодні розроблені конструкції млинів, діаметр яких досяг 14 м [4] і подальше збільшення їх конструктивних параметрів досягло деякої межі [1], подальше підвищення показників виробничого процесу, можливе лише за рахунок удосконалення технології подрібнення.

Так, на Північному гірничо-збагачувальному комбінаті м. Кривий Ріг, проводився ряд спроб інтенсифікації процесу подрібнення руди та зниження енерговитрат на 2 та 3 стадіях подрібнення за рахунок впровадження замість металевої футеровки барабану млина, різних типів гумової футеровки [1, 5]. В результаті досліджень конструкції гумових футеровок:

- забезпечують задану продуктивність уже з перших годин роботи;
- забезпечують зниження питомої витрати куль на 7- 20 % в основному за рахунок зниження контактних напружень в момент удару;
- створюють можливість ведення процесів подрібнення без порушення технологічних показників при меншому обсязі куль;
- дозволяють підвищити продуктивність по живленню до 7- 12 % без погіршення технологічних показників;
- дозволяють знизити питомі витрати електроенергії на 5- 8 % за рахунок ведення процесів подрібнення із прийнятим на фабриці кульовим заповненням млина, але зі збільшенням вихідного живлення й виходом більш тонкого помелу руди.

Як приклад, наведемо результати порівняльних випробувань металевої та гумової футеровок на ПівнГЗК [5].

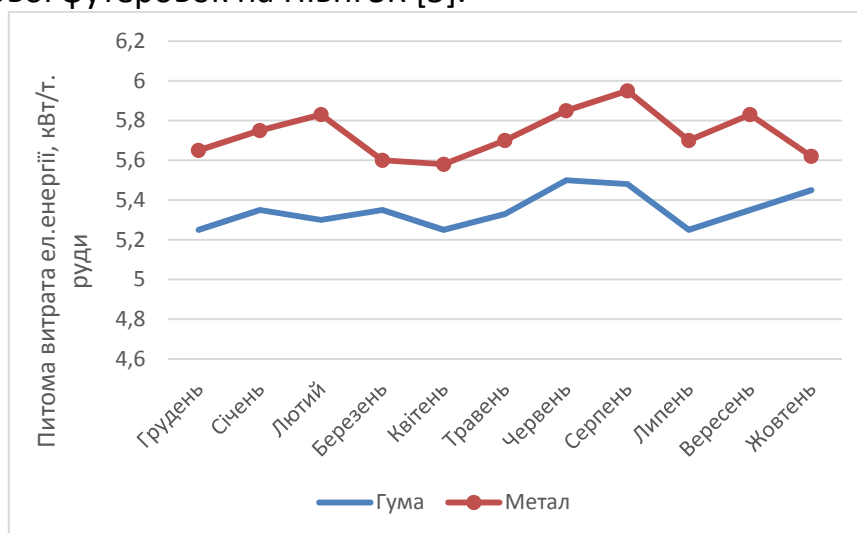


Рис. 1. – Питома витрата електроенергії млина МШЦ 3,6х5,5 при використанні металевої та гумової футеровок

Сьогодні близько 80 % млинів 2 -ї та 3 -ї стадій подрібнення оснащені гумовою футеровкою, довговічність якої сягає 30000 годин [6]. Але якщо для другої та третьої стадій подрібнення питання конструкцій футеровок практично вирішено, то на першій стадії, ще використовуються металеві футеровки і багато дослідників скептично ставляться до можливості використання гумової футеровки.

Метою роботи є розробка та впровадження методів інтенсифікації та ресурсозбереження процесу дезінтеграції руди за рахунок використання прогресивних конструкцій гумової футеровки на першій стадії подрібнення руди.

Матеріал та результати досліджень. Одним зі способів розв'язання проблеми енергозбереження в кульових млинах (безумовно поряд з удосконаленням технологічних схем) є створення нової технології подрібнення руди, при якій мінімізація енерговитрат досягається за рахунок такої взаємодії завантаження й елементів футеровки, при якому витрачається мінімум енергії (принцип Релея-Гельмгольца) і дотримується принцип мінімуму виробництва ентропії (принцип Пригожина). Така гармонійна взаємодія досягається завдяки використанню нових оригінальних конструкцій гумових футеровок виробництва ТОВ "ВАЛСА ГТВ" (м. Біла Церква, Україна), відомих у практиці як «Плита–Хвиля», «Г.М–Хвиля» і «Плита–Ліфтер–Хвиля» . І як значалося раніше, використання даних конструкцій на другій та третій стадіях подрібнення без сумніву є ефективним, ресурсо- та енергоощадним.

На першій стадії подрібнення виникають труднощі пов'язані з крупністю матеріалу та діаметром куль (100...125 мм). В свою чергу більш крупні куски завантаження травмують поверхню футеровки, роблячи подряпини та вириви кусків гуми [7], також доведено, що в результаті дряпаючо-вдавлюючої дії кусків завантаження поверхневий шар гумової плити набуває напружено-деформованого стану, в результаті якого відбувається його деструкція і він втрачає свої властивості. Під ударно-вдавлюючою дією куль футеровочна плита також сприймає значні навантаження, які передаються в глиб плити внаслідок чого відбувається її старіння та поступова втрата можливості поглинати енергію.







Але, не дивлячись на стримуючі фактори використання гумової футеровки на першій стадії подрібнення з кулями 100 мм, з 2013 року на ПівнГЗК вперше у світовій практиці розпочато випробування на першій стадії подрібнення гумово-металевої футеровки «Г.М–Хвиля» та гумової футеровки збільшеної товщини «Плита Н-Хвиля».

Для чистоти експерименту футеровки встановлені на млини МШР 3,6х4,0, які стоять в одному циклі рудопідготовки однієї технологічної секції № 11-12 і працюють в замкнутому циклі. Також спостереження велись і за

стандартною металевою футеровкою. Результати порівняльних випробувань наведено в таблиці 1.

Всі показники наведені в таблиці порівнюються з металевою футеровкою. Ресурс металевої футеровки склав 5500 годин роботи.

Таблиця 1-Порівняльні випробування футеровок

Показник	Футеровка	
	«Г.М-Хвиля»	«Плита Н-Хвиля»
Найменування	«Г.М-Хвиля»	«Плита Н-Хвиля»
Висота плити, мм	210	270 та 240
Марка млина	Млин МШР 3,6х4,0	Млин МШР 3,6х4,0
Діаметр куль, мм	100	100
Контрольний замір 1		
Напрацювання, год	2880	1290
Контрольний замір 2		
Напрацювання, год	4680	2640
Контрольний замір 3		
Напрацювання, год	5760	5454
Загальне напрацювання, год.	6240	7560
Зниження витрати куль, %	6,5	10
Зниження витрати електроенергії, %	-	5-7
Збільшення готового класу у зливі, %	3	8-10

Також важливим показником є формування хвилястої поверхні футеровочних плит, яка вступаючи в гармонічну взаємодію з завантаженням млина (руда, вода, кулі) поліпшує показники процесу подрібнення. Так, для гумово-металевої футеровки, формування хвилястої форми відбувалось на першому тижні експлуатації млина, про, що свідчить вихід млина на заданий режим роботи. Цьому сприяла конфігурація плити, яка має трапецевидну форму і при правильній розкладці в барабані утворює хвилю [8]. Гумова футеровка отримала хвилясту форму на перших двох тижнях роботи, це пояснюється тим, що була використана однобока конфігурація плити, а також більшою дисипацією, так як товщина футеровки склала 270 мм. На рис. 2. наведено профілограми поверхонь футеровки під час зупинок млина.

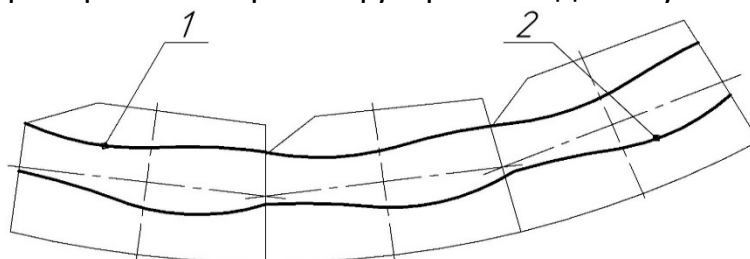


Рис. 2. – Профілограми поверхонь футеровки:
1 – після 1200 годин роботи, 2- по закінченню випробувань.

Як видно з рисунку, футеровка зберегла хвилястий рельєф поверхні, що свідчить про вдалий проектний розрахунок геометричних параметрів плити та злагоджену роботу завантаження і футеровки.

Висновок. Вибір оптимальних параметрів гумової футерівки дає можливість більш інтенсивно проводити дезінтеграцію руди та значно підвищити основні параметри процесу подрібнення. За рахунок реалізації зсувних навантажень на куски руди, значно підвищується рівень розкриття рудних зерен, і відповідно, збільшується вихід готового продукту. Вдосконалюючи форму та геометричні параметри футеровки, а також застосовуючи нанотехнології при виробництві, в подальшому можна досягти значного збільшення ресурсу футеровки та виробничих показників процесу дезінтеграції.

ЛІТЕРАТУРА

1. Дырда В. И. Резиновые футеровки технологических машин / В. И. Дырда, Р. П. Зозуля. – Москва – Днепропетровск, 2013. – 237 с.
2. Харитонов О. О. Шляхи зниження електроспоживання дробильно-збагачувальним комплексом ВАТ "ПівнігЗК" / Харитонов О. О., Пархоменко, Р. О., Аниськов О. В. // Вісник Криворізького національного університету № 29. 2014.
3. Вольфсон С.А. Серьезные сдвиги. О нетрадиционной технологии, окружающей среде и возврате к деревенскому хлебу / Вольфсон С.А. Научно-популярный журнал АН СССР "Химия и Жизнь" №2 1984. - с. 16-21.

4. Науменко М. М. До визначення товщини плити гумової футеровки рудорозмельних кульових млинів / М. М. Науменко, Є. В. Калганков // Сборник научных статей. Техника и технология. Приоритетные направления науки. Закопане.: 2015. – с. 27-34.

5. Олейник Т.А. Исследования влияния профиля резиновой футеровки на процесс измельчения в барабанных мельницах / Т.А. Олейник, И.В. Хмель // Вісник Криворізького національного університету № 29. 2014.

6. Калганков Е.В. Расчет долговечности резиновых футеровок шаровых рудоразмельных мельниц с учетом старения резины / Калганков Е.В. // Геотехнічна механіка: Міжвід. зб. наук. Праць, Ін-т геотехнічної механіки ім. М.С. Полякова НАН України. – Дніпропетровськ, 2013. – № 113. С. 181–202.

7. Калганков Є.В. Теоретичне та експериментальне дослідження довговічності гумової футеровки / Є.В. Калганков, І.М. Цаніді // Геотехнічна механіка: Міжвід. зб. наук. Праць, Ін-т геотехнічної механіки ім. М.С. Полякова НАН України. – Дніпропетровськ, 2014. – № 116. С. 180–184.

8. Дырда В.И. Теория волнового абразивно-усталостного износа упругонаследственных сред / Дырда В.И. // Геотехническая механика: Межвед. зб. науч. работ, Ин-т геотехнической механики им. Н.С. Полякова НАН Украины. – Днепропетровск, 2013. – № 113. С. 133–144.

УДК 658.567:621.43.044.7

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВИБРАЦИОННЫХ ЩЕКОВЫХ ДРОБИЛОК ДЛЯ ПЕРЕРАБОТКИ АВТОМОБИЛЬНЫХ АККУМУЛЯТОРОВ

В.Е. Олишевская¹, Е.В. Федоскина²

¹кандидат технических наук, доцент кафедры автомобилей и автомобильного хозяйства, Государственное ВУЗ «Национальный горный университет», г. Днепропетровск, Украина, e-mail: olishevskiyg@mail.ru

²ассистент кафедры конструирования механизмов и машин, Государственное ВУЗ «Национальный горный университет», г. Днепропетровск, Украина,

Аннотация. Показана перспективность применения вибрационной щековой дробилки с наклонной камерой дробления для переработки аккумуляторных пластин.

Ключевые слова: аккумулятор, вибрационная щековая дробилка, дробление аккумулятора пластины, свинцовая решетка, сульфатно-оксидная составляющая.

PROSPECTS OF THE USE OF VIBRATION CHEEK CRUSHERS FOR PROCESSING OF MOTOR-CAR ACCUMULATORS

V.E. Olishavska¹, E.V. Fedoskina²

¹Ph.D., Associate Professor of Automobiles and Automobile Economy Department, State Higher Educational Institution “National Mining University”, Dnepropetrovsk, Ukraine, e-mail: olishevskiyg@mail.ru

²Assistant of Machinery Design bases Department, State Higher Educational Institution “National Mining University”, Dnepropetrovsk, Ukraine