

Е.Е. АНДРЕЕВ, В.В. ЛЬВОВ, кандидаты техн. наук
(Россия, Санкт-Петербург, Санкт-Петербургский государственный горный университет)

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТАЛЛОМАГНИТНЫХ ФУТЕРОВОК В ЖЕЛЕЗОРУДНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Выбор футеровок в циклах дезинтеграции является важным поскольку влияет на эффективность измельчения, общие затраты и качество продукта. Разработано множество футеровок с целью увеличения сопротивления износу, улучшения эффективности измельчения и снижения расхода энергии. Значительное внимание уделяется конструкции футеровки с целью снижения стоимости обслуживания и увеличению эффективности измельчения. В настоящее время существует четыре типа футеровок для барабанных мельниц:

- обычные стальные футеровки;
- резиновая футеровка;
- армированная сталерезиновая футеровка (steel – cup);
- магнитная футеровка.

Каждый тип футеровки имеет различные применения. Обычные стальные футеровки в основном используются при первичном измельчении, в то время как резиновые широко применяются как более экономичные во вторичном и на доизмельчении. Одной из последних разработок является армированная сталерезиновая футеровка, используемая преимущественно как стальной, так и резиновой футеровки и годная к использованию при первичном измельчении.

Сравнительно недавно используются магнитные футеровки. Одна из таких футеровок, называемая магнитная футеровка рудная постель (Orebed™) выпускается фирмой "Метсо минералс" (рис. 1) [1].

Используя футеровку рудная постель (Orebed™), можно иметь два варианта улучшения результатов вашей работы:

1. Если вас устраивает производительность вашей мельницы: Футеровка рудная постель обычно дает до 10% экономии на мелющих телах и до 7-8% экономии электроэнергии.

2. Если вам нужно увеличить производительность мельницы: Вы можете не повышать расход электроэнергии, и, тем не менее, установка футеровки рудная постель обеспечит повышение производительности до 5%.

Недостаток данной футеровки заключается в достаточно большой стоимости и не возможности ею футеровать торцевые крышки мельницы.

Специфический тип металломагнитной футеровки (MML) был разработан в Китае [2]. Металломагнитная футеровка состоит из полезных керамических постоянных магнитов, заключенных в надежную стальную оболочку. Принцип функционирования металломагнитной футеровки подобен футеровке рудная постель (Orebed™). Металломагнитные футеровки объединяют преимущества других магнитных футеровок; однако, они имеют значительно более продолжи-

Підготовчі процеси збагачення

тельный срок эксплуатации. Эти магнитные футеровки со стальной защитой устанавливаются на шаровых мельницах вплоть до 5,5 метров диаметром. Данная футеровка кроме Китая была испытана на шаровой мельнице второй стадии измельчения обогатительной фабрики Cleveland Cliff's Northshore Mining, штат Миннесота.

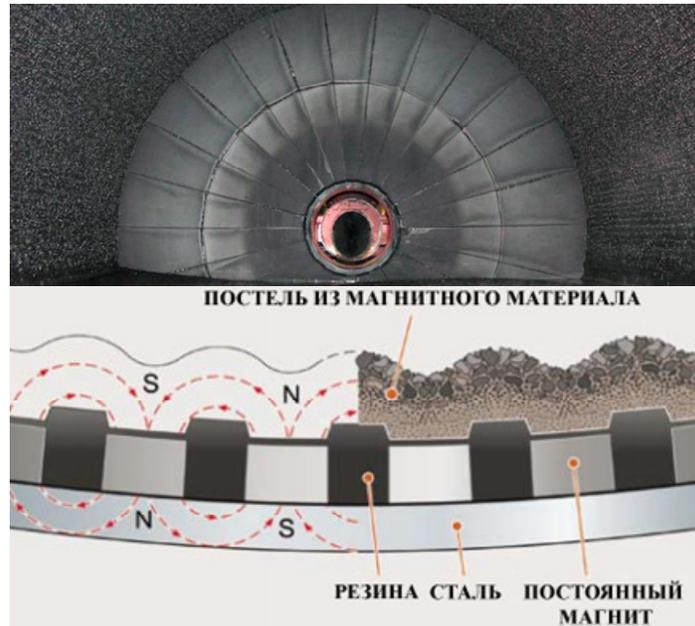


Рис. 1. Футеровка рудная постель (Orebed™) фирма "Метсо минералс"

В Китае разработаны три типа металломагнитных футеровок:

- стандартную (тип I);
- комбинированную (тип II);
- тяжелого типа (тип III).

Для Cleveland Cliff's Northshore Mining была заказана металломагнитная футеровка типа II. Футеровка была изготовлена на JinFa Industrial Trading Cooperation (Китай).

Типичный образец MML около 300 мм длиной и весом 17 кг можно видеть на рис. 2.

Полный комплект футеровки был размещен на одной из 22 мельниц размером 3,2×5,5 метров каждая. Мельницы используются во второй стадии измельчения на переработке таконитовую руды. Первоначально шаровая мельница работала со стальной футеровкой и использовала шары от 25 мм до 50 мм при 30% объемной загрузке. Максимальная скорость подачи материала 225 т/ч при питании крупностью $F_{80} = 600$ мкм.

Перед установкой металломагнитной футеровок персонал обогатительной фабрики удалил старые стальные футеровки. Далее, существующие болтовые отверстия использовавшиеся для стальных футеровок были заглушены резиновыми пробками, чтобы предотвратить любые протечки, как показано на рис. 3.

Бригада из четырех техников фирмы JinFa за 10 часов полностью перефу-

Підготовчі процеси збагачення

теровала мельницю. Предоставила установочную бригаду для установки магнитных футеровок (рис. 4).



Рис. 2. Типичный образец металломагнитной футеровки

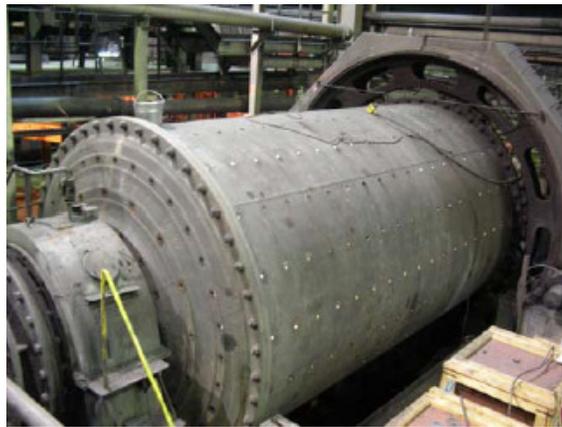


Рис. 3. Внешняя поверхность мельницы с заглушенными болтовыми отверстиями



Рис. 4. Установка MML на загрузочном конце мельницы

Общее время установки традиционной стальной футеровки для этой мельницы обычно составляет 36 часов.

Более важно, что риск получения травм был значительно ниже, чем при **Збагачення корисних копалин, 2012. – Вип. 48(89)**

Підготовчі процеси збагачення

установке обычных стальных футеровок. Завершенная установка показана на рис. 5.



Рис. 5. Установка MML на стенки мельницы и ее концах

Футеровка проверялась после установки в течении одного месяца. Вся футеровка оказалась без повреждений. Образуется плотный предохраняющий волнообразный слой, что отражает положение магнитных полюсов (рис. 6).



Рис. 6. MML с предохраняющим слоем из обломков шаров и магнитных минералов

На обогатительной фабрике Cleveland Cliff's Northshore Mining, продукт из первой стадии измельчения разделяется на два потока, один из которых следовал в мельницу с металломагнитной футеровкой, а второй в мельницу с обычной футеровкой. Получилось два теста, в которых сравнивались гранулометрические характеристики продуктов из мельниц с одинаковым исходным питанием и различными футеровками и разным временем работы мельницы (рис. 7, 8, 9).

Дальнейшие исследования влияния использования металломагнитной футеровки показали, что при работе с новой футеровкой мельницы потребляли 95% того количества энергии которое потреблялось при обычной стальной футеровке. По рисунку 9 можно видеть, что гранулометрические характеристики крупности продуктов не изменились несмотря на уменьшение мощности. Этот факт подтвердил наблюдения китайских исследователей, у которых расход мощности падал на 7%. Этот предварительный результат об экономии энергии был зафиксирован на Cleveland Cliff's Northshore Mining и в дальнейшем будет исследоваться за более длительный период времени.

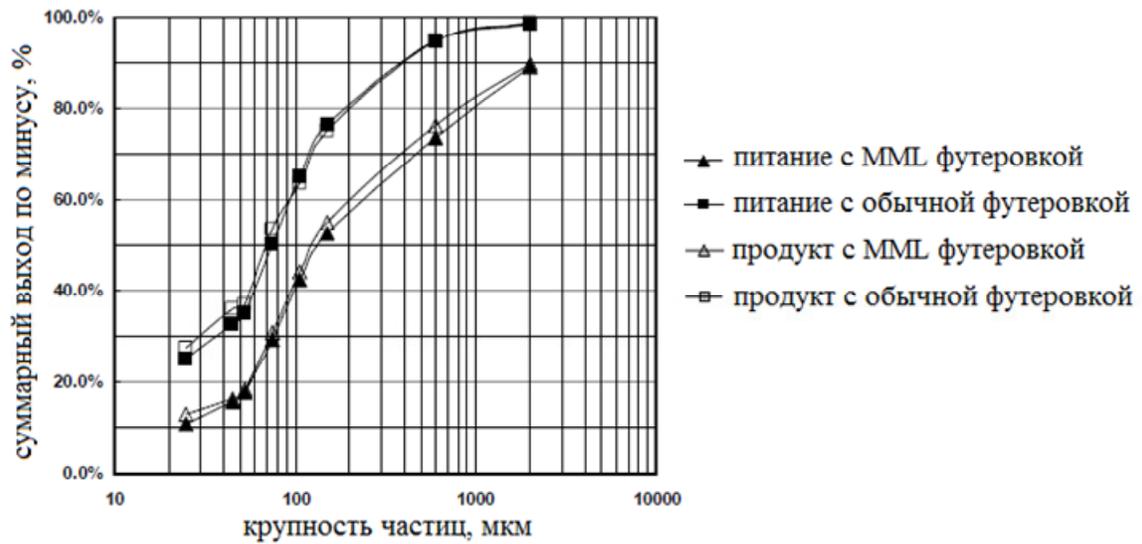


Рис. 6. Сравнение гранулометрических характеристик продуктов после 900 часов работы

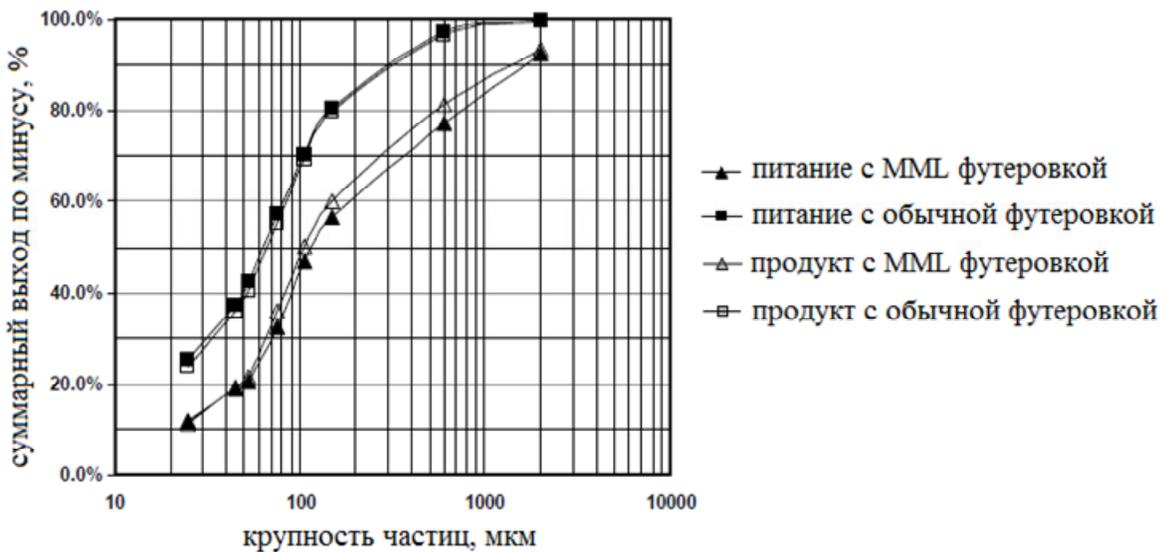


Рис. 7. Сравнение гранулометрических характеристик продуктов после 1800 часов работы

Підготовчі процеси збагачення

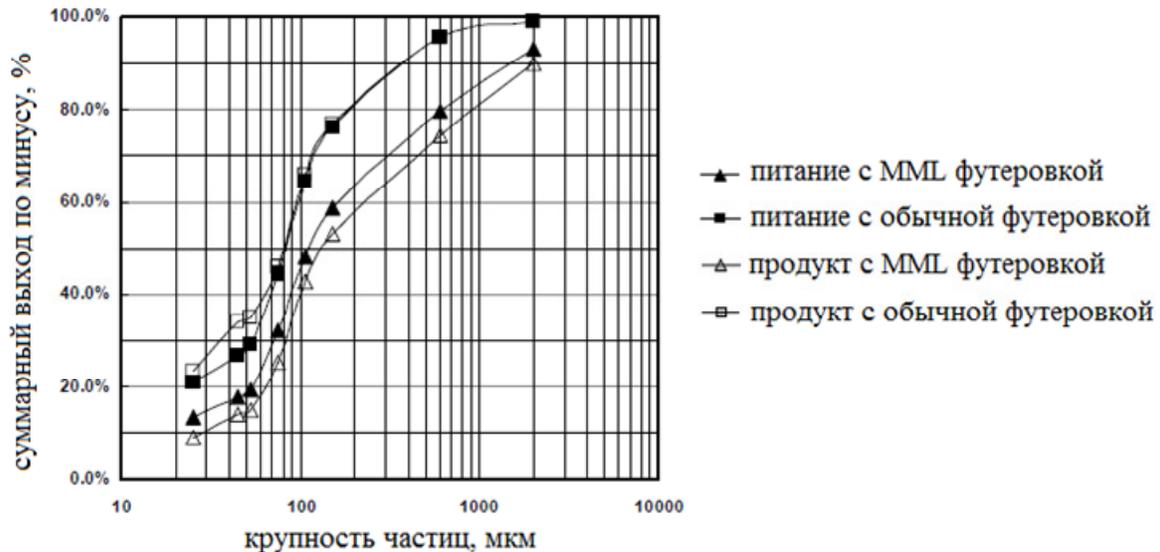


Рис. 8. Сравнение гранулометрических характеристик продуктов после 2200 часов работы и 95% расходом энергии

Выводы

1. Металломагнитную футеровку ММЛ необходимо использовать после проведения аналогичного промышленного испытания на железорудных предприятиях России и Украины.

2. Результаты на Cleveland Cliff's Northshore Mining показали, что гранулометрическая характеристика продукта при том же питании не меняется.

3. Получено снижение потребляемой мощности на 5%.

4. Установка футеровки ММЛ легче и проще, чем у обычных стальных. Вес ММЛ приблизительно 17 кг, в то время как обычной стальной – 454 кг. Для работ потребовалось всего 10 часов.

5. Футеровка ММЛ сама прилипает к стенкам мельницы и не требует болтового крепления.

6. Футеровка ММЛ покрывает всю мельницу, а не только барабан.

7. Футеровка ММЛ устанавливается на шаровых мельницах вплоть до 6 метров в диаметре.

Список литературы

1. Metso minerals [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.metso.com/miningandconstruction/mm_wear.nsf/WebWID/WTB-100902-2256F-9E88C/\\$File/Orebed_Russian.pdf](http://www.metso.com/miningandconstruction/mm_wear.nsf/WebWID/WTB-100902-2256F-9E88C/$File/Orebed_Russian.pdf)

2. Eriez [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.eriez.com/Products/MML/>

© Андреев Е.Е., Львов В.В., 2012

Надійшла до редколегії 10.01.2012 р.
Рекомендовано до публікації д.т.н. П.І. Піловим