

В.В. ЛЬВОВ, канд. техн. наук

(Россия, Санкт-Петербург, Национальный минерально-сырьевой университет "Горный")

ПРИМЕНЕНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫХ ФУТЕРОВОК НА ЖЕЛЕЗОРУДНЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ

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:

1. Обычные стальные футеровки.
2. Резиновая футеровка.
3. Армированная сталерезиновая футеровка (steel – cup).
4. 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, заключённых в надёжную 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.

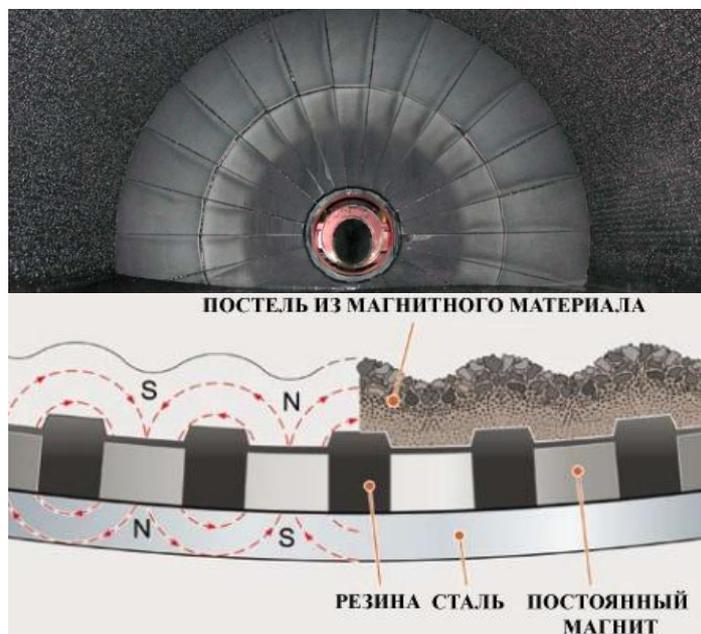


Рис. 1. Футеровка рудная постель (Orebed™) фирма "Метсо минералс"

В Китае разработаны три типа металломагнитных футеровок:

- стандартную (тип I);
- комбинированную (тип II);
- тяжёлого 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 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 перефутеровала мельницу (рис. 4).

Підготовчі процеси збагачення



Рис. 2. Типичный образец металломагнитной футеровки

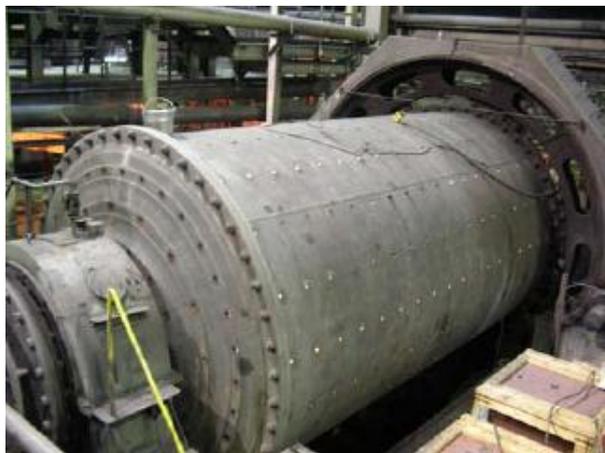


Рис. 3. Внешняя поверхность мельницы с заглушенными болтовыми отверстиями



Рис. 4. Установка ММЛ 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 установке обычных стальных футеровок. Завершенная установка показана на рис. 5.

Збагачення корисних копалин, 2012. – Вип. 51(92)



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.

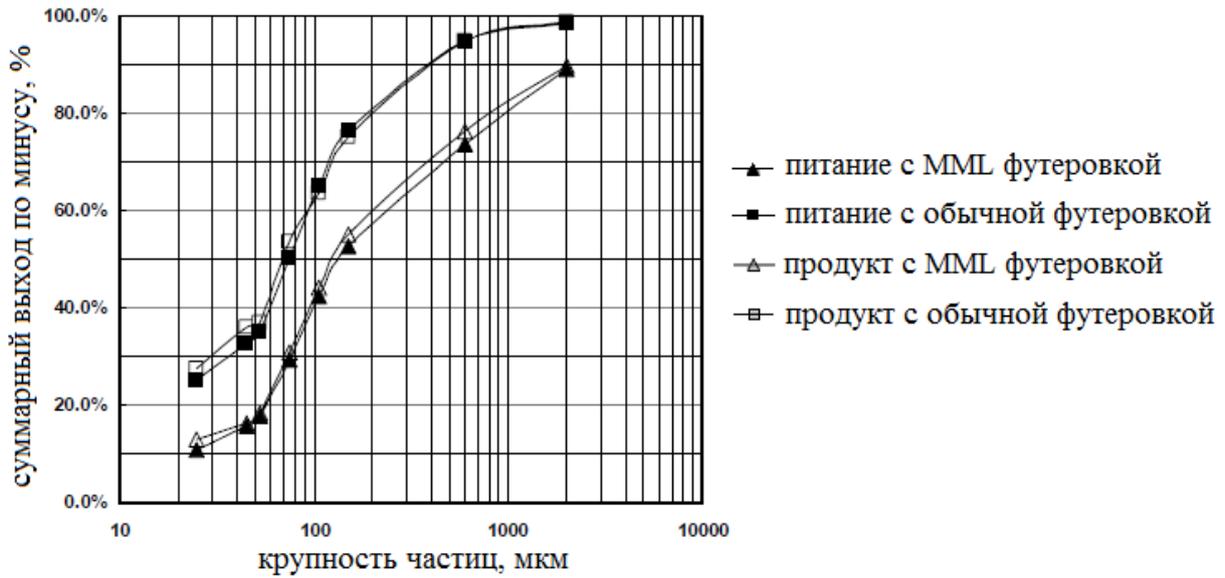


Рис. 6. Сравнение гранулометрических характеристик продуктов после 900 часов работы

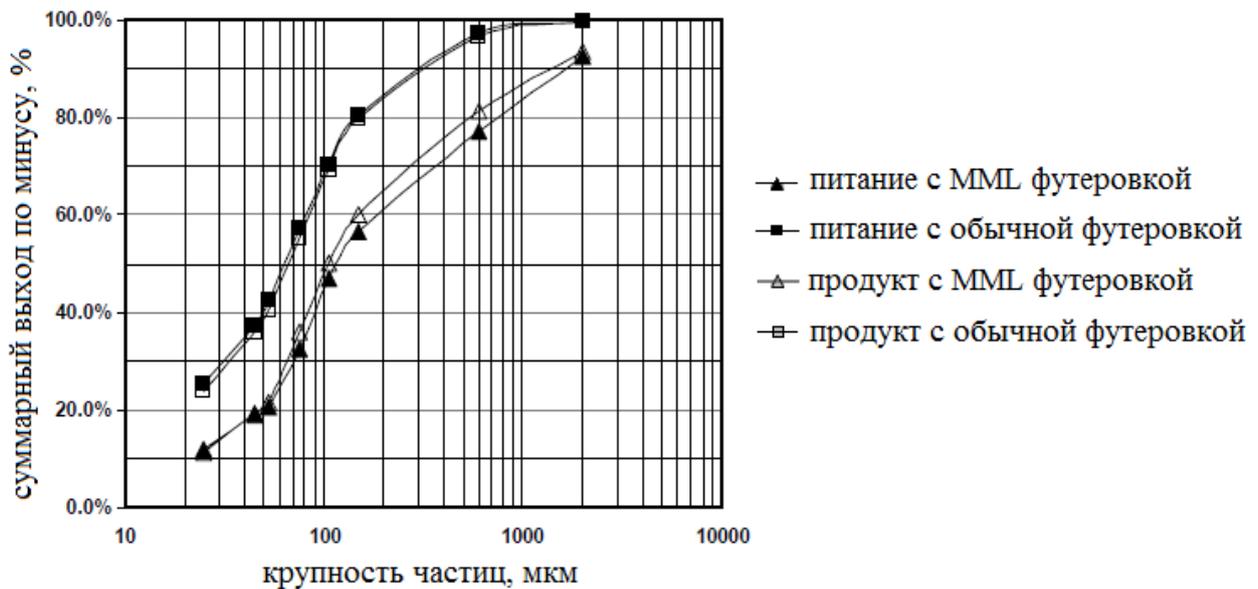


Рис. 7. Сравнение гранулометрических характеристик продуктов после 1800 часов работы

Підготовчі процеси збагачення

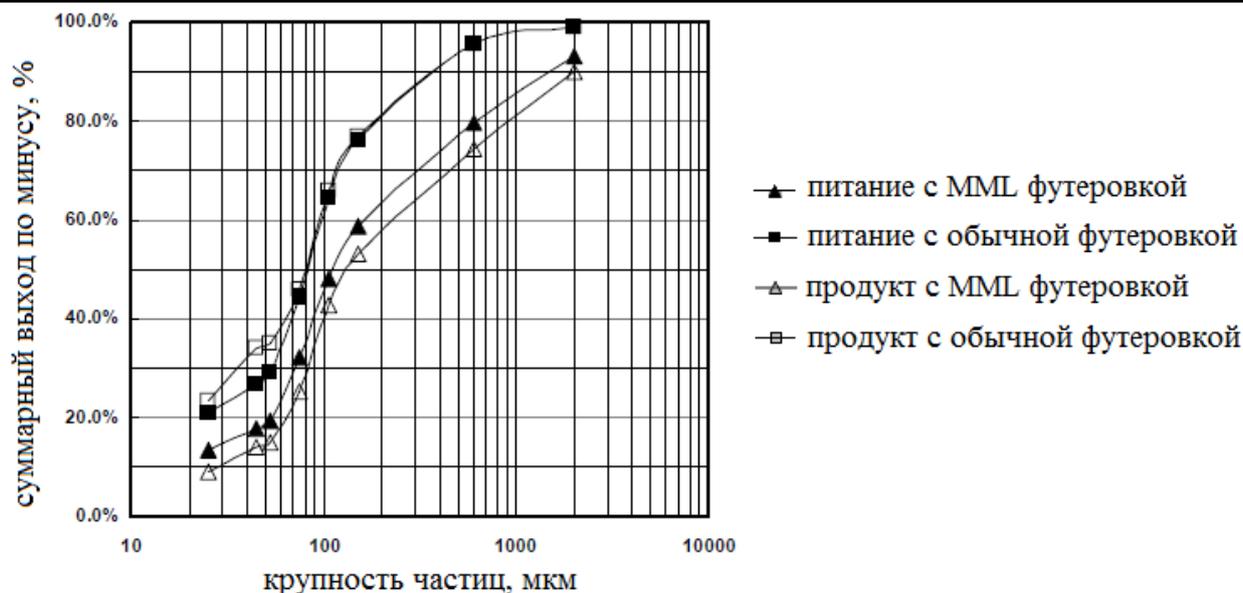


Рис. 8. Сравнение гранулометрических характеристик продуктов после 2200 часов работы и 95% расходом энергии

В настоящее время в Китае металломагнитная футеровка успешно используется на 14 железорудных горно-обогатительных комбинатах (таблица).

Применение металломагнитной футеровки в Китае

Наименование железорудного горно-обогатительного комбината	Диаметр шара, мм	Размеры мельницы, мм
Waitoushan	60	3200×4500
NanFen	60	2700×3600
Gongchanglin	60	2700×3600
Dongshao	60	2700×4000
Qidashan	60	3600×4000
Diaojuntai	35-45	5500×8900
Shuichang	50	2700×3600
Miyun	60	2700×3600
Dashihe	60	2700×3600
Xishimen	60	2700×3600
Meishan	60	2700×3600
Jiuquan	60	3200×3100
Luzhong	60	2700×3600
Baihualing	100	3600×6000

Выводы

1. Металломагнитную футеровку MML 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 MML легче и проще, чем у обычных стальных.

Підготовчі процеси збагачення

Вес MML приблизительно 17 кг, в то время как обычной стальной – 454 кг. Для работ потребовалось всего 10 часов.

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

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

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

Список литературы

1. Metso minerals, [http://www.metso.com/miningandconstruction/mm_wear.nsf/Web-WID/WTB-100902-2256F-9E88C/\\$File/Orebed_Russian.pdf](http://www.metso.com/miningandconstruction/mm_wear.nsf/Web-WID/WTB-100902-2256F-9E88C/$File/Orebed_Russian.pdf)

2. Eriez, <http://www.eriez.com/Products/MML/>

© Львов В.В., 2012

*Надійшла до редколегії 17.09.2012 р.
Рекомендовано до публікації д.т.н. І.К. Младецьким*