УДК 622.7

Е.Е.АНДРЕЕВ, *канд. техн. наук, доцент, opilvv@mail.ru*
В.В.ЛЬВОВ, *канд. техн. наук, доцент, opilvv@mail.ru*
А.В.ФАДИНА, *студентка, fadina2101@rambler.ru*
Национальный минерально-сырьевой университет «Горный», Санкт-Петербург

E.E.ANDREEV, *PhD in eng. sc., associate professor, opilvv@mail.ru*
V.V.LVOV, *PhD in eng. sc., associate professor, opilvv@mail.ru*
A.V.FADINA, *student, fadina2101@rambler.ru*
National Mineral Resources University (Mining University), Saint Petersburg

ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ МЕТАЛЛОМАГНИТНЫХ ФУТЕРОВОК

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. Специфический тип металломагнитной футеровки (MML) был разработан в Китае и установлен на 400 предприятиях горной промышленности страны. В статье рассмотрен пример установки металломагнитной футеровки на предприятии по переработке железной руды «Cleveland Cliff's Northshore Mining» (США).

Ключевые слова: измельчение, экономия энергии, металломагнитная футеровка, железная руда.

EXPERIENCE OF METAL MAGNETIC LINERS

The choice of liners in the cycles of disintegration is important because the effect on the grinding efficiency, overall cost and quality of the product. A variety of linings in order to increase resistance toabrasion, cutting and efficiency improvements to reduce energy consumption. The specific type of metal magnetic liners has been developed in China and is installed on more than 400 miningcompanies in China. This article describes an example installation metal magnetic liners (MML) in the company for processing iron ore «Cleveland Cliff's Northshore Mining» (USA).

Key words: fine grinding, energy saving, metal magnetic liners, iron ore.

Футеровка мельницы в процессе измельчения весьма затратна: это требует капитальных расходов на футеровку и рабочей силы на установку. Обычно пытаются увеличить срок службы футеровки. Существует десять износостойких сплавов, разработанных и используемых для шаровых мельниц. При устойчивом росте расходов на установку вследствие увеличения трудовых затрат существует тенденция выбирать футеровку, которая имеет наилучший срок обслуживания относительно стоимости[*].

[*] Malghan S.G. Methods to Reduce Steel Wears in Grinding Mills // Mining Engineering, June, 1982.

В настоящее время существует четыре типа футеровок для барабанных мельниц:

1) обычные стальные футеровки;

2) резиновая футеровка;

3) армированная сталерезиновая футеровка;

4) магнитная футеровка.

Каждый тип футеровки имеет различное применение: обычные стальные футеровки, в основном, используются при первичном измельчении, резиновые, как более экономичные, во вторичном измельчении и на доизмельчении. Одной из последних разработок является армированная сталерезиновая футеровка, используемая преимущество как

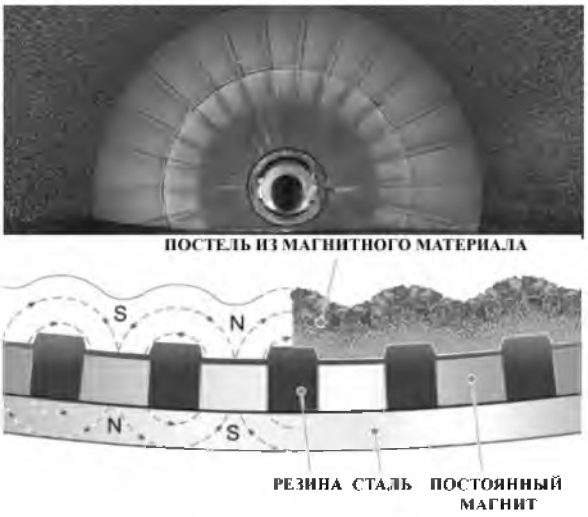


Рис.1. Футеровка рудная постель (Orebed™) фирмы «Метсо минералс»

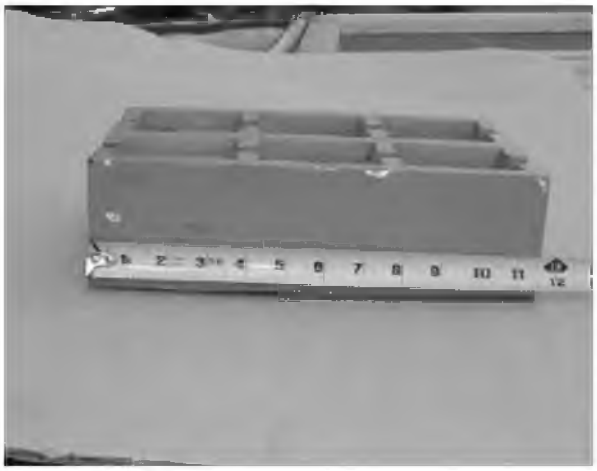


Рис.2. Типичный образец металломагнитной футеровки



Рис.3 Внешняя поверхность мельницы с заглушенными болтовыми отверстиями



Рис.4. Установка MML на загрузочном конце мельницы

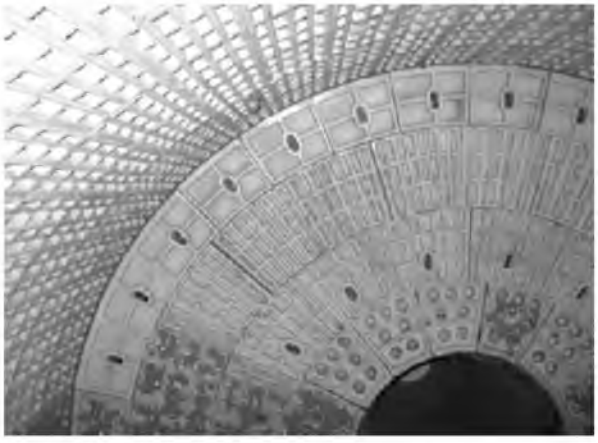


Рис.5. Установка MML на стенки мельницы и ее концах



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

стальной, так и резиновой футеровками и годная к использованию при первичном измельчении.

Сравнительно недавно стали использовать магнитные футеровки. Одна из таких футеровок – магнитная футеровка рудная постель (Orebed™) – выпускается фирмой «Метсо минералс» (рис.1)**.

При использовании футеровки рудная постель (Orebed™) возможны два варианта улучшения результатов работы:

1) при обычной производительности мельницы футеровка экономит до 10 % времени на мелющих телах и 7-8 % электроэнергии;

2) при увеличении производительности мельницы не повышается расход электроэнергии и, тем не менее, данная установка обеспечивает повышение производительности до 5 %.

Недостаток данной футеровки – достаточно высокая цена и невозможность ею футеровать торцевые крышки мельницы.

Специфический тип металломагнитной футеровки (MML) был разработан и применяется на многих горный предприятиях Китая.

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 более продолжительный срок эксплуатации. Эти магнитные футеровки со стальной защитой устанавливаются на шаровых мельницах диаметром до 5,5 м. Данная футеровка, кроме Китая, была испытана на шаровой мельнице второй стадии измельчения обогатительной фабрики «Cleveland Cliff'sNorthshore Mining», штат Миннесота (США).

В Китае разработаны три типа металломагнитных футеровок:

- стандартная (тип I);
- комбинированная (тип II);
- тяжелого типа (тип III).

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

Типичный образец MML (около 300 мм длиной и весом 17 кг) изображен на рис.2.

Полный комплект футеровки был размещен на одной из 22 мельниц размером 3,2×5,5 м. Мельницы используются во второй стадии измельчения на переработке таконитовой руды. Первоначально шаровая мельница работала со стальной футеровкой и использовала шары от 25 до 50 мм при 30 %-ной объемной загрузке. Максимальная скорость подачи материала 225 т/ч при питании крупностью $F80$ = 600 мкм.

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

Бригада из четырех техников фирмы «JinFa» за 10 ч полностью перефутеровала мельницу, установила магнитные футеровки (рис.4). Общее время установки традиционной стальной футеровки для этой мельницы обычно составляет 36 ч.

Особенно важен тот факт, что риск получения травм был значительно ниже, чем при установке обычных стальных футеровок (рис.5).

После установки футеровка проверялась в течение месяца. Вся футеровка оказалась без повреждений. Плотный предохраняющий волнообразный слой отражает положение магнитных полюсов (рис.6).

На ОФ «Cleveland Cliff's Northshore Mining» продукт из первой стадии измельчения разделяется на два потока: один следует в мельницу с металломагнитной футеровкой, а второй – с обычной футеровкой. В результате получилось два теста, в которых сравнивались гранулометрические характеристики продуктов из мельниц с одинаковым исходным питанием и различными футеровками и временем работы мельницы.

** Metso minerals, http://www.metso.com/miningandconstruction/mm_wear.nsf/WebWID/WTB-1009022256F9E88C/$File/Orebed_Russian.pdf.

При работе с новой футеровкой мельницы потребляли 95 % того количества энергии, которое расходовалось при обычной стальной футеровке. Несмотря на уменьшение мощности, гранулометрические характеристики крупности продуктов не изменились. Этот факт подтвердил наблюдения китайских исследователей: получено снижение мощности на 7 %. Предварительный результат об экономии энергии был зафиксирован на ОФ «Cleveland Cliff's Northshore Mining» и в дальнейшем будет исследоваться за более длительный период времени.

Выводы

1. Футеровку MML необходимо использовать после проведения аналогичного промышленного испытания на железорудных предприятиях России и Украины.

2. Результаты на ОФ «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 в сравнении с обычными стальными. Вес MML приблизительно 17 кг (у обычной стальной 454 кг.) Для работ потребовалось всего 10 ч.

5. Футеровка MML сама прилипает к стенкам мельницы и не требует болтового крепления; покрывает всю мельницу, а не только барабан; устанавливается на шаровых мельницах вплоть до 6 м в диаметре.

6. Снижение шума до 2-3 дБ по сравнению со стальными футеровками.

7. Уменьшается расход мелющих тел.