ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ КОНСТРУКЦИИ ПОДЪЕМНЫХ ЛИФТЕРОВ В ШАРОВЫХ МЕЛЬНИЦ ТИПА SAG MILL

Гамидов Ф.М.

AIMCL - Azerbaijan International Mining Company Limited

Аннотация

Горнодобывающая отрасль является одним из динамично развивающихся направлений промышленности Азербайджанской Республики после топливно-энергетического комплекса. Начиная с 2009 года ежегодный производственный потенциал этой отрасли оценивается в 10-15 тонн драгметалла. Две конкурирующие компании - Azerbaijan International Mining Company Limited(AIMCL) и AzeriGold являются определяющими факторами в этой отрасли.

В настоящее время AIMCL занимает лидирующую место среди предприятий ненефтянного профиля. Производственная мощностью AIMCL составляет 1 млн т руды в год, где для измельчения используются мелющие мельницы типа SAG MILL и BAAL MILL. Известно, что около 60% от общего финансового расходов горнодобывающем секторе связаны дроблением и помолом руд. Повышения работоспособности и ресурса оборудования, используемых в этих процессах являются актуальной и важной задачами.

В статье рассматриваются задача определение оптимальных параметров конструкции подъемных лифтеров в шаровых мельницах типа SAG MILL

Ключевые слова. Мелющие мельницы, шары, лифтеры, добыча полезных ископаемых.

Введение. Анализ основных причин отказов в шаровых мельницах эксплуатирующийся в AIMCL позволяет их сгруппировать следующим образом: отказы связанные с корпусом мельницы, включая его износ, разрушение футеровки, лифтеров и др. (I); выхода из строя подвижных элементов редуктора и других механических частей (II); разрушения защитной системы а выходе пульпы

(III); отказы выходного желоба мельницы от ударов (IV); нарушения уплотнения в системе смазок (V) и отказы, связанные электрической части (VI).

На рисунке 1 представлен анализ результатов отказов на мельницах SAGMill (Semi-autogenous grindin), эксплуатируемых AIMC за последние пять лет (2014-2018).

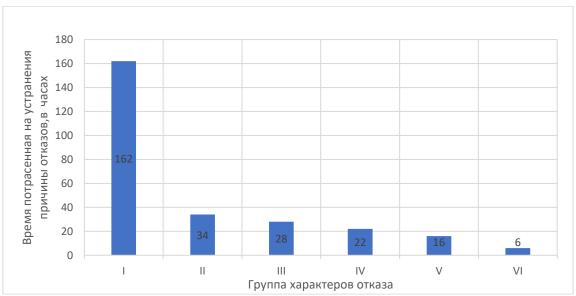


Рис.1. Характер отказов и время на их устранения в мелющих мелницах за 2014-2018 годы.

Было установлено, что в целом в AIMC на устранение причин отказов тратить около 270 часов в год. Исходя из вышеизложенного в настоящей работе было поставлено следующая цель.

Цель работы. Определение оптимальных параметров конструкции подъемных лифтеров в шаровых мельниц типа SAG MILL, позволяющие увеличить срока их службы.

Оборудования и методология исследования. В настоящее время AIMC использует две мельницы типа SAGMill с размерами (диаметр и ширина) D х

 $L=5,0 \ x \ 2,5 \$ метра [1, 2]. Эти мельницы обычно используются в процессе первичного измельчения[3]. Суть процесса обработки здесь заключается в том, что в процессе вращения мельницы мелющие шары с помощью подъемных лифтеров поднимается на определенную высоту и оттуда перемещаясь по параболической траектории ударяются на рудную массу, тем самым измельчает

На рис.1 показаны принципиальная схема работы мельницы (а) и конструктивные параметры подъёмных лифтеров (б).

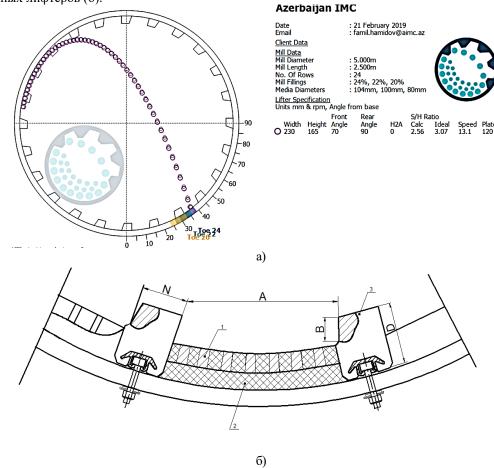


Рис. І. Принципиальная схема работы мельницы (а) и конструктивные параметры подъёмных лифтеров (б).
Верхняя прослойка лайнера; 2— Нижняя прослойка лайнера;
3— Подъемный лифтер

Для защиты рабочих поверхностей мельницы обычно используются резиновые футеровочный материал с толщиной 90 мм. В процессе экспериментальных исследований был использован новый футеровочный материал - металлорезиновая композиция с разными толщинами.

Обсуждение результатов исследования. Результатами много-численных испытаний было установлено, что эффективность процесса измельчения в значительной степени зависит от правильного определения угла расположения подъемных лифтеров, а также от соотношение расстоянием между лифтерами (A) и их высотой (B).

Первоначально в конструкциях подъёмных лифтеров в качестве защитного материала был использован резина с толщиной 90 мм. При этом угол расположения подъемных лифтеров были равны 90^{0} . Срок службы таких лифтеров составлял в среднем 950 часов.

Результатами совместных работ с компанией «Теда» резиновые футеровки были заменены на металлорезиновые с толщиной 90 мм и угол 64°.

При этом A/B = 2,67, а срок службы подъёмных лифтеров составил около 1400 часов.

Исследования проводились с учетом положительных результатов экспериментальной работы, и толщина металлорезинового покрытий была увеличена до $100\,$ мм, при этом $A/B=2,44.\,$ В этом случае ресурс подъёмных лифтеров увеличилось и составил $1800\,$ часов.

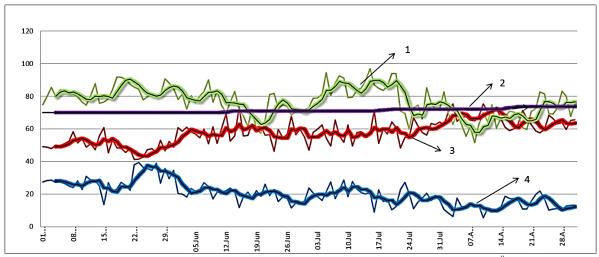
При соотношении A/B = 2,19 толщина футеровки было увеличено до 130 мм и угол размещения лифтеров по предложению завода изготовителя был принят 76°. Конструкция проработала 4000 часов. Однако, в течении 14 дней качество помола ухудшилось. В связи с этим пришлось уменьшить скорость барабана, что резко повлияла на производительность. Нами было предложено изменения угол размещения лифтеров до 70° и качество помола и производительность был восстановлено.

Таким образом, было установлено, параллельно с толщиной футеровочного материала необходимо осуществить правильную подборку угла разрешения подъёмных лифтеров, так как последний приводит к их быстрому изнашиванию. А это в свою очередь приводит уменьшению

количество ударов мелющих шаров и к интенсивному снижению производительности мельницы.

На рис.1 представлены результаты помола руды при следующих параметрами футеровки:

A/B=2,67; толщина 90 мм (нижняя прослойка 40 мм и верхняя 50 мм) и угол размещения подъёмных лифтеров 64° .



Puc.1. Результаты помола руды при: A/B=2, $\overline{67}$; толщина 90 мм, α = 64°

производительность, тонн/часов; 2-критический скорость барабана, %; 3 — выход частиц с размерами меньше 150 мкм; 4 - выход частиц с размерами более 500 мкм.

Из анализа данных, приведенные на рис.1 становится ясно, что при отмеченном дизайне на 93 день эксплуатации футеровки производительность мельницы составляет 80-85 тон/ час. При этом первоначальное значения угла размещения подъёмных лифтеров (640) за счет износа изменяется и достигает - 50° , что отрицательно влияет на процесс измелчения руды. Соотношения А/В увеличивается в пределах 4,0-4,2, что приводит уменьшению производительности до 65-70 тон/часов.

В последующем этапе исследований значения высоты подъёмных лифтеров было увеличено до

275 мм, а толщина лайнеров до 100 мм, при угле размещения α =64 0 . В этих условиях конструкция проработала 1800 часов.

Учитывая положительные результаты в последующих экспериментальных исследованиях значения высоты подъемных лифтеров и лайнеров, соответственно были увеличены 325 и 130 мм. При этом угла разрешения подъёмных лифтеров был принят 70°. В результаты этих мероприятия производительность мельницы было увеличено до 90 тон/часов, а срок службы подъемных лифтеров до 4230 часов. Срок службы лайнеров в первых двух рядов достигла 7500 часов, а в третьем 4230 часов. При этом выход частиц, с размерами меньше 150 мкм составлял 50%, а частиц с размерами более 500 мкм около 20%.

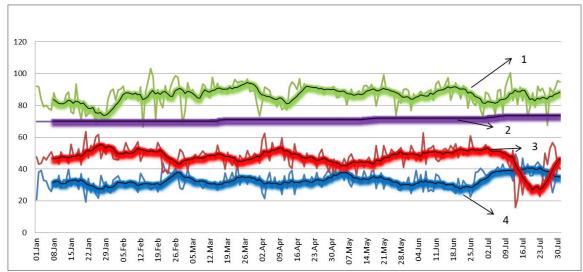


Рис.2. Результаты измельчения руды при новом дизайне футеровки мельницы, при A/B=2,19: 1-производительность, тонн/часов; 2-критический скорость барабана, %; 3 — выход частиц с размерами меньше 150 мкм; 4 - выход частиц с размерами более 500 мкм.

После 190 дней эксплуатации соотношения наблюдалось увеличение A/B=4,17 и ухудшения качество измельчения руды.

На рис.3 приведены результаты работы где новые подъёмные лифтеры эксплуатировались со лайнерами отработавшие 30 % своего ресурса.

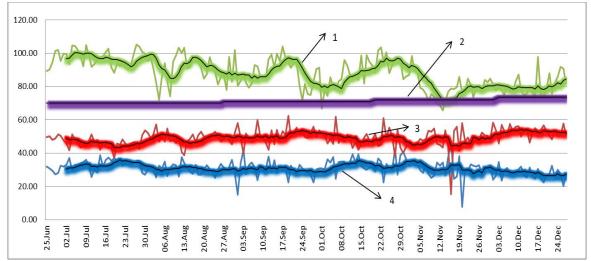


Рис.4. Результаты измельчения руды при новом дизайне подъёмных лифтеров и лайнеров, с 70 % остаточного ресурса və A/B=1.8:

1-производительность, тонн/часов; 2- критический скорость барабана, %; 3 — выход частиц с размерами меньше 150 мкм; 4 - выход частиц с размерами более 500 мкм.

Было установлено, что при замене подъемных лифтеров новыми и при их сочетании с лайнерами на половину использованными ресурсами значение А/В =1,8. При этом было достигнута высокий производительность — 105 тон/час. Однако, с истечением времени в результате износовых процессов показатель А/В увеличивается и оказывает соответствующие влияния на производительность, срока службы лифтеров и лайнеров, а также качество измельчения руды.

На основании многочисленных экспериментальных исследований и проработка процесса помола руды на шаровых мельницах с использованием программы MillTraj нами было получено эмпирическое выражения между A/B и конструктивными параметрам

конструктивными параметрам
$$\frac{A}{B} = (1 - \frac{70 - \beta}{100}) \cdot \frac{\pi(D - 2b)}{D} \cdot K$$
 (3.1)

Здесь: K — коеффициент коррекции и для мельниц типа Ball Mill K= 1,044 , для SAG Mill K=0,76;

A- расстояние между двумя подъемными лифтерами;

В- высота лифтера;

D- диаметр барабана;

b- толщина лайнера;

β- критический скорость барабана в %.

Выводы. Таким образом, на основание проведенных экспериментальных исследований можно сделать следующие основные выводы:

- предложенная металлорезиновая композиция может быть успешно применятся в качестве

футеровочного материала для зашиты барабана как от коррозионных, так и механичеких повреждений.

-предложенный дизайн футеровки для шаровых мельниц типа SAGMill и позволили увеличит срок службы лайнеров 4170-4230 часов, а подъемных лифтеров 7490 часов.

-полученная эмпирическая выражения между A/B и конструктивными параметрам позволяет оперативно и адекватно установить взаимосвязь между эксплуатационными и технологическими показателями процесса помола руды.

Литература

- 1. Гамидов Ф.М., Габибов И.А. Оптимизация процесса работы шаровых мельниц, применяемых для измельчения горных руд // Сборник статей VI Международной научно-практической конференции «Современные научные исследования. Актуальные вопросы, достижения и инновации», Пенза, 2019, C.48-52
- 2. Габибов И.А., Гамидов Ф.М., Чакраборти П.П. Результаты усовершенствований мельниц типа SAG, используемых в Азербайджанской международной горнодобывающей компании // Известия уральского государственного горного университета, 2018. №2(50). С. 102-106.
- 3. Hamidov F.M. Habibov I.A. Establishment of the relationship between productivity and technogical parameters of the process of grinding ore in Ball Mills// International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering (IJITEE), Volume-8 Issue-4, November 2019. Page No.: 11195-11197.