



грохоте. Надрешетный продукт грохочения направляется на доизмельчение в шаровую барабанную мельницу МШЦ 45×60, а подрешетный продукт в слив спирального классификатора, 18% которого имеет крупность класса 0,83 мм, а пески классификатора 16% класса 12,7 мм идут на доизмельчение в шаровую мельницу, работающую в замкнутом цикле с классификаторами. В этих условиях слив гидроциклонов, направляемый на флотацию, имеет крупность 60% класса – 0,21 мм.

Для измельчения руды на предприятии используется мельница мокрого самоизмельчения ММС 70×23, рисунок 2. Стоимость процесса самоизмельчения которой довольно высока из-за высокой цены агрегата и большого расхода электроэнергии при ее эксплуатации. С экономической точки зрения рудное самоизмельчение считается эффективным для измельчения, если стоимость рудоподготовки с его применением будет на 10% меньше, чем стоимость ее по традиционной технологии [1].

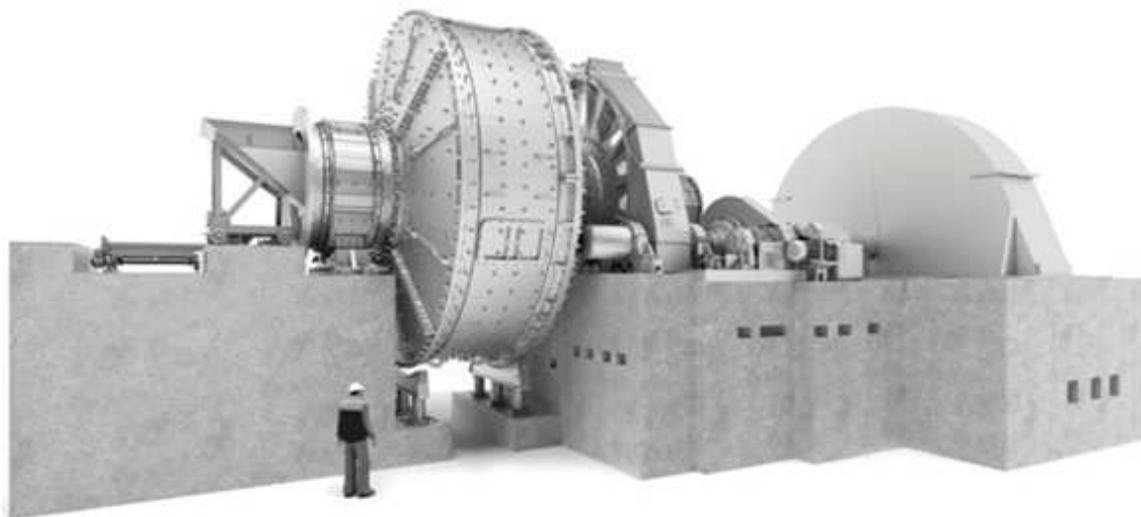


Рисунок 2 – Общий вид мельницы мокрого самоизмельчения ММС 70x23

Наряду с целым рядом преимуществ у этой мельницы есть один недостаток - производительность и качество измельчения зависят от характеристик руды загружаемых в полость барабана. А это связано с накоплением в мельнице (порядка 50% от загружаемой массы) кусков критического размера, т. е. кусков размером 25...75 мм, которые слишком малы, чтобы дробить другие куски, и слишком велики и прочны, чтобы быть раздробленными крупными кусками. Наличие кусков критической крупности снижает не только производительность мельниц, но и повышает удельный расход электроэнергии, приводит к ошламованию и ухудшению регулируемости процесса измельчения.

Для борьбы с фракцией критической крупности были выбраны два пути: загрузка барабана шарами диаметром 80...120 мм и перевод технологической линии рудоподготовки на двухстадийную схему.

Производители этих мельниц позволяют загружать в полость барабана шары порядка 6...10 и даже 12% от его объема. Но практика показывает, что добавление шаровой массы в таком количестве снижает процент выхода фракции, но не так существенно. Поэтому, чтобы свести фракцию критической крупности до минимально возможных размеров, необходимо увеличить объем шаровой массы до максимально возможного, исходя из мощности двигателя и прочностных характеристик основных наиболее нагружаемых узлов, мельницы [2].

Основанием для проведения экспериментальных работ, связанных с определением шаровой загрузки и эффективностью ее применения, стали результаты расчетов [3], которые показали, что при увеличении загрузки барабана шарами до 20...22% его объема, давление на коренные опорные подшипники увеличивается на 5...5,5% по сравнению с нагрузками без применения шаровой массы. При этом мощность двигателя, которая требуется на подъем шаров и материала, а также на сообщение им кинетической энергии с учетом преодоления вредных сопротивлений колеблется в пределах 1640...1780 кВт.

На мельнице установлен синхронный электродвигатель СДТ 2000-60 с номинальной мощностью 2000 кВт, который позволит при таком увеличении шаровой массы эксплуатировать агрегат без перегрузок по мощности.

Дальнейшее увеличение шаровой массы не целесообразно. Расчеты показали, что давление на поверхности подшипников начинает резко возрастать, что влечет за собой увеличение давления масла в трубопроводе высокого давления и повышает проходящий объем, идущий через систему отвода в

дренажный слив системы смазки подшипника. При возросшем объеме и давлении масло, проходящее через каналы подшипника, начинает давить с большим усилием на торцевую манжету и выдавливает его из зоны смазки подшипника наружу.

В процессе эксплуатации разгрузку мельницы подвергают классификации на вибрационном грохоте, в конструкцию которого были внесены некоторые изменения:

стационарный дебалансный вибратор был заменен на два современных электровибратора [4], что позволяет избежать необходимости остановки оборудования для ручной регулировки амплитуды колебаний за счет добавления или уменьшения дебалансирующих грузов и снизить потребление электроэнергии;

металлические сита заменили на полиуретановые модульного типа с уменьшенными ячейками и увеличенным сроком службы, что позволяет снизить время простоя грохота, связанного с заменой изношенных просеивающих элементов.

В связи с изменением фракции помола была изменена технологическая схема процесса рудоподготовки, рисунок 3. Так надрешетный продукт грохота крупностью 10...13 мм возвращается в мельницу самоизмельчения, а подрешетный направляется на классификацию в гидроциклоны, слив которых крупностью 60...70% класса 0,074 перекачивается в отделение флотации, а пески идут на доизмельчение в шаровую мельницу, которая работает в замкнутом цикле с гидроциклонами. Это типичная двух стадийная схема рудоподготовки.

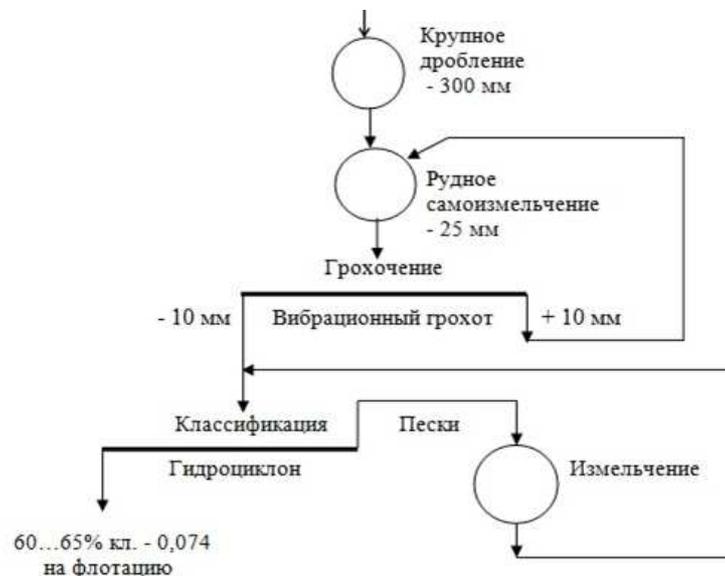


Рисунок 3 – Двух стадийная схема измельчения с использованием вибрационного грохота

Добавление шаровой массы привело не только к изменению фракции помола, но и увеличило производительность мельницы. По техническим характеристикам мельница ММС 70×23 имеет производительность 98...100 т/ч при коэффициенте заполнения барабана 0,45, насыпном весе материала 2,2 т/м<sup>3</sup> и номинальной частоте вращения барабана 12,5 об/мин.

В связи с тем, что руда, поступающая с карьеров, имеет различную объемную массу, то средневзвешенная часовая производительность загруженной шарами мельницы определялась по формуле и составила 140 т/ч [5].

$$P_c = \frac{1}{\sum \frac{\alpha_i}{\rho_i}} \quad (1)$$

где  $\alpha$  – доля  $i$ -го вида руды в общем объеме производства;  $\rho_i$  – часовая производительность при производстве  $i$ -ого вида руды, т/ч.

**Выводы.** Вследствие увеличения загрузки барабана мельницы шаровой массой до 22%, позволяет:

- перевести процесс рудоподготовки на двух стадийную схему и исключить из технологической цепочки спиральный классификатор;
- снизить потребление электроэнергии и увеличить производительность всего комплекса в целом;
- снизить себестоимость добычи золотосодержащего продукта.

**Перспективы дальнейших исследований в данной области.** Предполагается рассмотреть возможность изменения схемы измельчения с классификацией разгрузки мельницы на вибрационном грохоте с размерами отверстий сит 4 мм. В этом случае подрешетный продукт крупностью 4 мм будет направляться на классификацию, что позволит снизить ошламование и улучшить гранулометрический состав измельчаемого продукта.

**Библиографический список использованной литературы**

1. Адамов Э.В. Основы проектирования обогатительных фабрик / Э.В. Адамов. — М.: Изд. Дом МИСиС, 2012. — 647 с.
2. Чапаров Д.Д. Совершенствование конструкции мельницы мокрого самоизмельчения / Д.Д. Чапаров, А.Д. Зобнин // Сталь. — 2012. — № 9. — С. 92–93.
3. Машины и агрегаты для подготовки шихтовых материалов. Учебник для вузов / А.В. Заводянский, А.В. Нефедов, Н.А. Чиченев [и др.]. — Новотроицк: филиал МИСиС, 2012. — 194 с.
4. [www.bibliofond.ru/view.aspx](http://www.bibliofond.ru/view.aspx). (дата обращения 13.11.2013).
5. Андреев Е.Е. Дробление, измельчение и подготовка сырья к обогащению / Е.Е. Андреев, О.Н. Тихонов. — Санкт-Петербург: Государственный горный институт им. Плеханова, 2007. — 439 с.

*Поступила в редакцию 23.12.2013 г.*

**Зобнин А.Д., Наумова М.Г., Морозова И.Г. Инженеринг обладнання лінії рудопідготовки на гірничозбагачувальному комбінаті родовищі Мурунтау.**

Обґрунтовано доцільність і можливість зміни складу обладнання в технологічному ланцюжку рудопідготовки. Це стає можливим із зменшенням фракції помелу при збільшенні кульової маси в порожнині барабана млина мокрого самоподрібнення, що, в свою чергу, дозволяє використовувати двох стадійну схему подрібнення руди, підвищує продуктивність всього комплексу і знижує собівартість золотовмісної продукту.

**Ключові слова:** кульова млин, подрібнення, рудопідготовка, вібраційний гуркіт, збагачувальний комплекс, розмір.

**Zobnin A.D., Naumova M.G., Morozova I.G. Engineering equipment for ore dressing line ore processing plant field Muruntau**

Substantiated the expediency and the ability to change the composition of the equipment in the processing chain of ore dressing. It becomes possible to decrease with increasing fraction of grinding ball mass in the cavity of the drum wet autogenous mills, which in turn allows the use of two-stage scheme of ore grinding increases the productivity of the entire complex and reduces the cost of gold product.

**Keywords:** ball mill, crushing, ore preparation, processing complex, vibrating screen size.