

В.В.ЛВОВ, канд. техн. наук, доцент, (812) 328-82-85

Национальный минерально-сырьевой университет «Горный», Санкт-Петербург

V.V.LVOV, PhD in eng. sc., associate professor, (812) 328-82-85

National Mineral Resources University (Mining University), Saint Petersburg

НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ТОНКОМ И СВЕРХТОНКОМ ИЗМЕЛЬЧЕНИИ МИНЕРАЛЬНОГО СЫРЬЯ

Рассматривается новая передовая технология IsaMill™ (Xstrata Technology, Австралия). Это инновационная крупномасштабная, энергосберегающая технология измельчения, разработанная и испытанная на различных металлоносных твердых рудах.

Ключевые слова: тонкое и сверхтонкое измельчение, высокоинтенсивное измельчение.

NEW TECHNOLOGIES OF FINE AND ULTRAFINE MINERALS COMMINUTION

This article describes a new advanced technology IsaMill™ (Xstrata Technology, Australia). An innovative, large-scale, energy-saving technology comminution, designed and tested on different metalliferous ores solid.

Key words: fine and ultrafine comminution, high-intensity comminution.

В настоящее время все больше руд различного состава представлено в виде тонкой вкрапленности полезного минерала. Это приводит к увеличению энергии для раскрытия зерен полезного минерала в ходе процесса измельчения, что способствует неэффективности процесса барабанного шарового мокрого измельчения. В связи с этим многие фирмы разрабатывают новые технологии для процессов тонкого и сверхтонкого измельчения.

Технология IsaMill™ использует большую мощность на единицу объема, чем шаровые и башенные мельницы. Это обеспечивает малую занимаемую площадь, простоту установки и технического обслуживания. Горизонтальная конструкция обеспечивает быстрое масштабирование до больших мельниц – 3 и 8 МВт. Впервые преимущества измельчения с инертным перемешиваемым материалом реализуются для крупнотоннажного промышленного измельчения. Технология IsaMill™ снижает расход энергии, расход мелющих тел и капиталъ-

ные затраты на измельчение. Кроме того, интенсивное инертное истирание часто улучшает характеристики последующего обогащения по сравнению с характеристиками материала, получаемого традиционными методами измельчения со стальными мелющими телами. Технология IsaMill™ создает четкое распределение крупности частиц в открытом цикле, не требуя внутренних грохотов или циклонов с замкнутым циклом. Это обеспечивает простые и удобные в работе схемы измельчения. Техническое обслуживание выполняется безопасно, просто и быстро, например два человека могут заменить диск в мельнице и футеровку за 8 ч. Технология IsaMill™ широко используется для цветных металлов (меди, свинца, цинка и никеля), платиноидов, применяется на промышленных установках и предприятиях по обогащению золота, является оптимальным выбором для применения следующих процессов:

- повторное измельчение концентратов;
- тонкое и сверхтонкое измельчение;

• измельчение в промышленных масштабах.

В настоящее время IsaMill™ доступна в следующих объемах (перечислено в соответствии с чистым объемом измельчения в литрах): M1000 (500 кВт), M3000 (1500 кВт), M10000 (3000 кВт), M50000 (8000 кВт).

Рассмотрим преимущества технологии IsaMill™.

1. Эффективность использования энергии. Эффективность измельчения зависит, в основном, от размеров мелющих тел. Более мелкие мелющие тела обладают большей площадью поверхности и обеспечивают большую частоту столкновений мелющих тел и частиц, что делает измельчение более эффективным, поскольку обеспечивает разрушение крупных частиц (< 0,5 мм). Высокая интенсивность для IsaMill™ означает, что мелкие мелющие тела могут разрушать более крупные частицы.

2. Улучшенное извлечение при флотации и выщелачивании. Инертные мелющие тела обеспечивают чистую, новую поверхность минерала, что зачастую улучшает эффективность последующей обработки. Четкое распределение частиц по крупности улучшает показатели при флотации и выщелачивании минерального сырья.

3. Высокая интенсивность – малая занимаемая площадь и четкое распределение частиц материала по крупности. Эта высокоинтенсивная технология измельчения (> 300 кВт/м³) требует значительно меньшую площадь.

4. Конфигурация открытого цикла. Материал, поступающий на обработку в IsaMill™, проходит восемь последовательных стадий измельчения между дисками перед подачей на внутренний классификатор. Мельницы с одной стадией измельчения требуют применения циклонов с замкнутым циклом, больших нагрузок и высокой доли материала, идущего на рециркуляцию и, тем не менее, они не позволяют получить продукт с таким четким распределением крупности частиц, как по технологии IsaMill™.

5. Простота, высокая скорость и безопасность технического обслуживания. Техническое обслуживание IsaMill™ аналогично обслуживанию крупного насоса. Система

полностью герметизирована с помощью сменных элементов, футерованных резиной, а также сальникового уплотнения под давлением. Отключение для проверки и замены внутренних изнашиваемых деталей, включая футеровку, требует менее 8 ч.

6. Крупный масштаб. Выпускаются мельницы мощностью от 75 кВт до 8 МВт. Это делает преимущество процесса инертного помола и его эффективность доступной для крупно- и малотоннажных применений.

7. Горизонтальная конструкция. Горизонтальное расположение позволяет использовать режим идеального вытеснения, а также запускать мельницу под нагрузкой, упрощает техническое обслуживание.

8. Низкие затраты на установку. Малая высота мельницы, больший объем и работа в открытом цикле обеспечивают уменьшение количества мельниц, что наряду с уменьшением объема классификации упрощает компоновку схемы и снижает стоимость монтажа (установки).

9. Точное масштабирование. Результаты лабораторных и пилотных испытаний масштабируются до промышленного размера со 100 %-ной точностью. Возможность прямого масштабирования IsaMill™ 1:1 проверена и обеспечивает низкий риск проектов. Площади по сравнению с традиционной технологией измельчения – объем помола IsaMill™ составляет 1/10 эквивалентного помола шаровой или башенной мельницы. Высокая интенсивность способствует непродолжительному времени пребывания материала в камере, что препятствует переизмельчению и обеспечивает точное распределение частиц по размерам.

Механизм измельчения. IsaMill™ – это мельница с закрытым циклом. В мельнице пульпа последовательно проходит в поршневом режиме через диски для измельчения. Мелющие тела циркулируют между вращающимися дисками, распространяя истирающее действие на всю мельницу IsaMill™. Помол осуществляется за счет истирания частиц, находящихся в контакте с мелкими мелющими телами, циркулирующими с высокой скоростью. На выходе мельницы IsaMill™ пульпа и мелющие тела поступают в запатентованный сепаратор.

Мелющие тела центрифугируются к корпусу сепаратора и с некоторым количеством пульпы перекачиваются обратно в сторону питания мельницы. Высокая эффективность IsaMill™ основана на способности использовать мелкие мелющие тела с большой площадью поверхности и высокой частотой столкновений частиц и мелющих тел.

Мелкие мелющие тела могут измельчать крупные частицы материала благодаря своей высокой скорости – до 22 м/с. Высокая энергоемкость позволяет создать небольшую мельницу с коротким временем пребывания материала в камере (менее минуты), что позволяет избежать переизмельчения. Это одна из причин энергетической эффективности технологии IsaMill™ – энергия прикладывается к более крупным частицам и не расходуется на мелкие, которые быстро покидают мельницу.

Тип мелющих тел. Способность использовать мелкие мелющие тела – основа высокой эффективности технологии IsaMill™. Интенсивное истирание также создает новую чистую поверхность минерала, что может обеспечивать значительные

преимущества для последующей флотации или выщелачивания. Внутренний сепаратор продукта удерживает мелющие тела в мельнице без сит или циклонов. Это свойство позволяет использовать для IsaMill™ широкий диапазон мелющих тел, включая плавильный шлак, мелкие частицы с выхода мельниц первичного измельчения руды, кварцевый песок, речную гальку и керамику низкой или высокой плотности. Керамические мелющие тела более эффективны, чем природные, поскольку обеспечивают более низкую потребляемую мощность, меньший расход мелющих тел.

Традиционные шаровые и башенные мельницы экономически невыгодны при измельчении ниже 25 микрон из-за низкой энергоемкости и большого расхода измельчающей среды. Кроме того, большой расход стальных мелющих тел на этих мельницах резко снижает эффективность флотации. Применение передовой технологии тонкого и сверхтонкого измельчения IsaMill™ позволяет решать обозначенные проблемы, улучшать раскрываемость минеральных зерен и повышать эффективность последующих процессов обогащения.