УДК 622.733

Н.В.НИКОЛАЕВА
аспирантка кафедры обогащения полезных ископаемых

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ОТКРЫТОГО ЦИКЛА ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ В СТЕРЖНЕВОЙ МЕЛЬНИЦЕ

Моделирование процессов рудоподготовки позволяет из множества рассмотренных вариантов выбрать те, которые позволяют минимизировать затраты и риски. Применение прогнозирующих компьютерных пакетов универсального назначения, подобных JKSimMet, позволяет существенно облегчить и ускорить процессы расчетов, связанных с анализом схем рудоподготовки, экономить не только время, но и деньги, обеспечивая возможность рассмотрения множества вариантов с последующим выбором наиболее оптимального. В отдельных случаях компьютерное моделирование является единственно возможным случаем получения результата.

Simulation of ore preparation processes allows selection of those variants which help to decrease costs and risks. Application of universal forecasting software packages such as JKSimMet significantly facilitates and speeds up the calculation processes connected with analysing ore preparation schemes, to save not only time, but also money, providing an opportunity to consider a lot of variants with subsequent selection of the most efficient one. On some occasions computer modelling is the only possible way to obtain reliable results.

Известно, что весьма эффективным способом компенсации изменений в твердости и измельчаемости и других физико-механических свойств исходного питания мельниц является использование регулируемого электропривода на мельницах. Однако из-за высокой стоимости регулируемого электропривода для агрегатов большой мощности на действующих предприятиях возможность промышленного экспериментирования практически исключена. Здесь важность математического моделирования трудно переоценить.

Цель исследований – оптимизация процесса самоизмельчения в стержневой мельнице по критерию получения максимальной производительности по готовому продукту заданного качества. Считаем, что наилучшим продуктом помола в стержневой мельнице является тот, который обеспечит максимум выхода класса –1 +0,1 мм.

В начале исследований необходимо создать модель стержневой мельницы в открытом цикле (рис.1). Модель представляет собой барабанную мельницу как идеальный смеситель с содержанием, описываемым вектором распределения крупности *S*. В среде пакета JKSimMet, поставив курсор на любой из потоков и нажав ENTER, можно вызвать экран ввода редактирования данных этого потока и проверить качество стимуляции путем сравнения данных опробования с данными прогноза.

На рис.2 представлены в координатах суммарный остаток на сите, равный $f(\lg d)$, гранулометрические характеристики питания и разгрузки стержневой мельницы. Близость точек на графике и вне графика, отражающих данные прогноза и опробования, свидетельствует о хорошем качестве и достаточной степени адекватности модели.

Исследования включают изучение влияния стержневой мельницы на показатели измельчения следующих факторов:

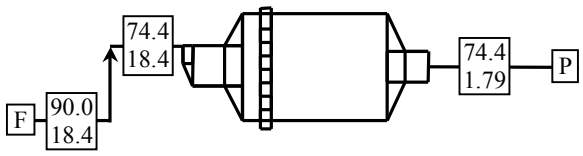


Рис.1. Экран модели стержневой мельницы

Информация в окнах: верхнее окно – содержание твердого в пульпе, %; нижнее окно – крупность 80 % прохода

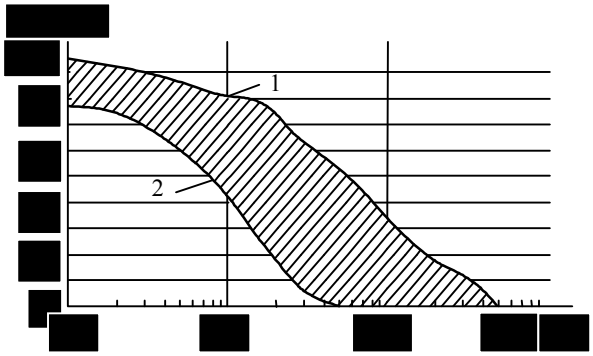


Рис.2. Гранулометрические характеристики продуктов цикла измельчения

1, 2 – питание и разгрузка мельницы соответственно

• измельчаемости (твердости руды), которая оценивается по индексу Бонда;

• крупности исходного питания стержневой мельницы;

• скорости подачи исходного питания;

• расхода жидкой фазы, подаваемой в мельницу;

• частоты вращения барабана мельницы;

• степени заполнения мелющими телами барабана мельницы;

• размеров (диаметра) мельницы.

Во всех циклах исследований происходит сравнение результатов помола при базовом варианте, определяемом режимом, при котором проводилось получение модели с результатами, полученными при изменении исследуемых факторов в сторону увеличения и уменьшения приблизительно на ± 30 %.

Выводы

1. Изменение твердости исходного питания мельниц может быть компенсировано (в случае подтверждения экономической целесообразности) манипулированием частоты вращения барабана.

2. Увеличение размеров мельницы (при соответствующем экономическом обосновании) может быть рекомендовано для интенсификации процесса измельчения.

3. Увеличение крупности исходного питания приводит к росту удельной производительности мельниц, что является положительным фактором.

4. Манипулирование такими переменными, как объемное заполнение барабана мельниц стержнями, скорость подачи исходного питания и объемное количество жидкой фазы существенного влияния на показатели измельчения не оказывают, что объясняется, по-видимому, особенностями исходного питания и близостью режимных параметров процесса к своему оптимуму.

5. Из-за следующих обстоятельств: простоты схемы (открытый цикл), мягкой руды, близкого к оптимуму технологического регламента, предельной стержневой нагрузки (выше 48 % стержни начнут покидать барабан через открытую разгрузочную горловину) – возможности интенсификации процесса в его существующем виде почти исчерпаны.

6. Можно рекомендовать (при достаточной экономической проработке) одним из реальных путей повышения производительности внедрение АСУ ТП процессом измельчения. Мировая и отечественная практика показывает, что за счет автоматизации удается повысить производительность мельничного передела на 5-7 % при одновременном снижении удельных затрат энергии на измельчение.

Научный руководитель к.т.н. доц. *Е.Е.Андреев*