Записки Ленинградского горного института им.Г.В.Плеханова.
Т. 122. Л., 1990

Б.З.Безмозгин

ОСОБЕННОСТИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СТРУКТУРЫ И ПАРАМЕТРОВ ОРГАНИЗАЦИИ УСРЕДНЕНИЯ КАЧЕСТВА ДРОБЛЕНОЙ РУДЫ

Одной из основных проблем совершенствования процессов переработки минерального сырья является обеспечение однородности его качественного состава. При значительной изменчивости качества рудных потоков процессы переработки трудно настроить на оптимальный режим. В результате возникают значительные потеря, связанные с уменьшением извлечения полезных компонентов, ухудшением качества продуктов переработки, снижением производительности оборудования и т.д.

Однородность качества перерабатываемого сырья обеспечивается за счет организации его усреднения (стабилизации) на горно-обогатительных и металлургических предприятиях. Усреднение осуществляется для минерального сырья черной и цветной металлургии, угольной промышленности, горно-химического производства, промышленности строительных материалов.

Вопросы организации усреднения на стадиях добычи, складирования руды и подготовки шихты в виде пульпы достаточно полно освещены в специальной литературе [1-5]. В то же время вопросы организации усреднения дробленой руды исследованы недостаточно. Поскольку потоки дробленой руды (с последующим измельчением) являются основными материальными потоками, подлежащими переработке на обогатительных фабриках и металлургических предприятиях, недостаток исследований не позволяет обоснованно решать вопросы организации усреднения как на действующих, так и на проектируемых предприятиях.

Актуальность исследований по организации усреднения качества дробленого сырья в настоящее время существенно возрастает в связи с интенсивным внедрением на перерабатывающих предприятиях физических, в частности ядерно-физических, методов анализа его качества. Применение этих методов позволяет сделать процессы усреднения дробленой руды оперативно контролируемыми, управляемыми и реализовать эффективные динамические системы с относительно малыми усреднительными емкостями [5].

В целом задача организации усреднения качества дробленой руды предполагает обоснование ее структуры и параметров, обеспечивающих эффективность последующих процессов переработки с минимальными капитальными и эксплуатационными затратами.

Структура организации усреднения характеризуется ее элементами и схемой их взаимодействия. К элементам структуры относят следующие:

1) усреднительные устройства (штабели, многоячеечные бункера, силосы и др.);

2) режим стабилизации качества руды (периодический или непрерывный);

3) узлы подшихтовки некондиционных рудных потоков;

4) количество перерабатываемых рудных потоков.

Параметрами организации усреднения являются:

1) стабилизируемые факторы качественного состава;

2) стабилизируемые факторы процессов переработки;

3) количество усреднительных устройств;

4) емкости усреднительных устройств;

5) длительность периода стабилизации качества;

6) коэффициент внутрипериодной стабилизации;

7) коэффициент межпериодной стабилизации;

8) количество слоев в штабеле.

Выбор обоснованной структуры и параметров организации усреднения дробленой руды имеет ряд специфических особенностей технологического, теоретического и расчетного характера.

Технологические особенности связаны со следующими факторами:

1) ограничениями по качеству шихты;

2) связью с другими операциями рудоподготовки;

3) возможностями реализации различных режимов и параметров усреднения при ведении горных работ и транспортировке добытой руды;

4) ограничениями на структуру и параметры системы усреднения на конкретном предприятии;

5) требованиями процессов переработки к показателям стабильности качества сырья.

Указанные особенности являются технологической основой при выборе конкретных структур и параметров организации усреднения качества дробленой руды. Их учет играет решающую роль при обосновании окончательного варианта организации усреднения.

Теоретические особенности связаны с математическим аппаратом и аналитическими результатами, положенными в основу применяемых методов расчета. Эффективным математическим аппаратом для исследования процессов усреднения является теория случайных функций. Использование этого аппарата позволяет учитывать как изменчивость качественного состава руд в недрах и потоках, так и особенности, и внутреннюю структуру процессов переработки. Результаты теоретических исследований позволяют определять закономерности процессов усреднения в системах стабилизации, а также в их отдельных звеньях; исследовать эффективность переработки усредненного сырья в зависимости от уровня его стабилизации; обосновать эффективный метод расчета структуры и параметров организации усреднения.

Расчетные особенности, в основном, связаны с использованием имитационных моделей, позволяющих решать следующие задачи:

1) определение статистических и динамических эффектов усреднения;

2) определение емкостей усреднительных устройств;

3) обеспечение надежности получаемых результатов;

4) уменьшение времени расчета при многокритериальном усреднении;

5) компенсация побочных эффектов при использовании выборочных данных (смещение средних, проявление статического эффекта при оценке динамического эффекта стабилизации и т.д.);

6) определение показателей качественного состава, стабилизация которых обеспечивает наибольший технологический эффект;

7) обоснование рационального режима стабилизации;

8) обоснование нескольких перспективных вариантов организации усреднения.

С учетом указанных особенностей (технологического, теоретического и расчетного характера) определения структуры и параметров организации усреднения качества дробленой руды разработаны имитационные модели и соответствующее программное обеспечение на базе ЭВМ серий ЕС и СМ. Их использование позволяет гибко проводить анализ имеющихся данных практически на любом обогатительном и металлургическом предприятии, если имеется соответствующий отчетный материал за достаточно длительный период времени. Имитационные модели обеспечивают проведение следующих операций:

I) оценка динамического эффекта стабилизации качества с различными уровнями и периодами стабилизации;

2) оценка статического эффекта стабилизации с различными уровнями стабилизации;

3) обработка данных с несколькими вариантами компенсации (корректировки) побочных эффектов;

4) исследование периодического и непрерывного режимов стабилизации;

5) задание любых значений уровней и периодов стабилизации;

6) обработка по многим критериям;

7) многокомпонентная стабилизация при нескольких критериях.

Программное обеспечение состоит из процедур ввода исходной информации, процедур реализации собственно имитационных моделей, процедур компенсации побочных эффектов,, процедур вывода на печать необходимой информации и процедур вспомогательного характера.

Процедуры ввода позволяют организовать ввод отчетных данных для конкретного предприятия и параметров, от которых зависит объем и характер последующих расчетов. Отметим важнейшие из этих параметров: количество используемых критериев и их список; количество стабилизируемых компонентов и их список; количество контролируемых компонентов при компенсации смещения средних и их список; количество и список показателей, для которых следует учитывать запаздывание с указанием величин запаздывания; исследуемый режим стабилизации (периодический и непрерывный); уровни и периоды стабилизации. Для организации многовариантных расчетов могут даваться параметры ввода, обеспечивающие возможность варьирования списков и количества критериев, стабилизируемых и контролируемых компонентов. Предусмотрен ввод параметров, необходимых для взвешивания некоторых показателей при вычислении их средних значений.

Среди процедур реализации собственно имитационных моделей выделим процедуру стабилизации, которая в соответствии с заданными уровнем и периодом стабилизации, а также списком стабилизируемых компонент производит отбор данных, удовлетворяющих следующим условиям:

$$|x_j - \bar{x}_j| < t\sigma_j \quad (j \in 1:m),$$

где x_j - текущее значение j-го компонента; $\bar{x}_j$ - его среднее значение; σ_j - стандарт j-го компонента; t - заданный уровень стабилизации; m - количество стабилизируемых показателей.

Заметим, что здесь указаны условия для случая расчета статического эффекта стабилизации. При расчете динамического эффекта используется условие отбора данных

$$R_{jL} < t\sigma_j \quad (j \in 1:m),$$

где R_{jL} - размах колебаний j-го компонента в текущей последовательности отчетных данных; L - длина последовательности, характеризующая период стабилизации.

Процедуры компенсации побочных эффектов обеспечивают корректировку смещения средних, различные способы учета отсутствующих данных (в отдельные смены), устранение взаимного влияния статического и динамического эффектов стабилизации, учет запаздывания и др.

Процедуры вывода на печать необходимой информации обеспечивают пользователю получение необходимой информации для выбора структуры и параметров организации усреднения. Объем выводимой информации, а также ее форма зависит от специальных параметров, задаваемых пользователем при использовании процедур ввода.

Процедуры вспомогательного характера обеспечивают пользователю дополнительные удобства:

1) предварительную обработку данных перед их использованием в основных процедурах;

2) выявление грубых ошибок при вводе больших массивов данных в ЭВМ;

3) вычисление большого количества числовых характеристик, связанных с фактическими данными (количество отсутствующих данных, корреляционные функции и др.).

Разработанные имитационные модели и соответствующее программное обеспечение апробировано на Норильском ГМК, ОФ Ярославского ГОКа, Тырныаузском вольфрамово-молибденовом комбинате, Соколовско-Сарбайском ГОКе, Костомукшском ГОКе, Ачинском ГМК и показало свою эффективность.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Азбель Е.Й., Круглов А.А. Метод оценки динамических потерь при обогащении руд нестабильного качественного состава // Комплексное использование минерального сырья. 1985. № 12.

2. Авбель Е.И., Круглов А.А., Устинов И.Д. Особенности оптимизации обогатительных процессов при усреднении качественного состава входного потока руды // Изв. вузов. Цветная металлургия. 1986. № 1.

3. Авбель Е.И., Михайлова Л.В. Точный метод оценки усреднения по нескольким компонентам // Совершенствование существующих и разработка новых технологических процессов, направленных на повышение комплексности использования сырья, охрану окружающей среды и недр / Дом техники НТО. Красноярск, 1981.

4. Болошин Н.Н., Гиндин М.А. Метод оценки технологической эффективности усреднения с учетом динамических характеристик обогащения // Обогащение руд. 1981. № 4.

5. Подготовка минерального сырья к обогащению и переработке / В.И.Ревнивцев, Е.И.Авбель, Е.Г.Баранов и др. М.: Наука, 1987.