

**И.К. МЛАДЕЦКИЙ**, д-р техн. наук,

**Я.Г. КУВАЕВ**, канд. техн. наук

(Украина, Днепрпетровск, ГВУЗ "Национальный горный университет")

## РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА ОБОГАЩЕНИЯ ЖЕЛЕЗНЫХ РУД ВДОЛЬ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ЛИНИИ ОБОГАЩЕНИЯ

Известно, что технологические линии обогащения (ТЛО) железных руд в Кривбассе построены по стадийному принципу и в каждой стадии выделяют только хвосты [1]. Обогащенный продукт представляет собой промежуточный продукт (промпродукт) и направляется на дообогащение в последующую стадию. В последней стадии образуется концентрат в котором должно быть содержание ценного минерала  $\beta_K$  не менее заданного значения  $\beta_{K3}$

$$\beta_K \geq \beta_{K3},$$

определяемого техническими условиями.

В хвостах потери ценного минерала  $\nu$  не должны превышать допустимых, достигнутых мировой практикой  $\nu_{доп}$ .

Исходное содержание ценного минерала  $\alpha_I$  известно по результатам планирования рудной шихты, которая поступает в переработку.

Известно также [1], что изменение обогатительных признаков исходной руды приводит к существенному изменению показателей обогащения вдоль всей технологической линии обогащения руды. Таким образом при возникновении отклонения входных показателей качества сырья, необходимо произвести перенастройку режимных параметров обогатительной технологии, с тем, чтобы качество концентрата и промежуточных продуктов  $\beta_{IIIj}$  оставались на прежних уровнях. Отсюда следует, что значения величин  $\beta_{IIIj}$  должны быть определены и соответствовать определенным значениям обогатительных признаков, т.е. для управления ТЛО необходимо решение задачи вычисления  $\beta_{IIIj}$  в зависимости от обогатительных признаков руды:

- $\alpha_I$  – среднего содержания ценного минерала;
- $d_{BK}$  – среднего вкрапления ценного минерала;
- измельчаемости (твердости, крепости, пластичности);
- $d_I$  – средней крупности исходной руды.

На кафедре обогащения полезных ископаемых Национального горного университета разработаны все необходимые для решения поставленной задачи математические модели. Однако общего алгоритма решения не было найдено. В данной работе предлагается такой общий алгоритм, который дает возможность вычислить  $\beta_{IIIj}$ , как функцию:

$$\beta_{IIIj} = f(\alpha_I, d_{BK}, \text{измельчаемость}).$$

## **Випробування та контроль**

Первая подзадача предполагает определение требуемой крупности помола руды  $d_{КЗ}$  для достижения заданного качества концентрата. Алгоритм решения этой задачи изложен в работе [4] а кратность измельчения составит:

$$n = \frac{d_{II}}{d_{КЗ}}.$$

Вторая подзадача предполагает определение требуемых крупностей помола в соответствующих стадиях обогащения. Для этого, в соответствии с технологическими характеристиками измельчительных аппаратов и агрегатов определяют кратности измельчения  $i_j$  в каждой стадии помола  $j$ , которая может быть изменена подстройкой режимных параметров аппаратов измельчения. При этом:

$$i_1 \times i_2 \times \dots \times i_k = n \quad (1)$$

Отсюда требуемая крупность помола в каждой стадии обогащения составит:

$$d_1 = \frac{d_{II}}{i_1}, d_2 = \frac{d_1}{i_2}, \dots, d_{k-1} = \frac{d_{k-2}}{i_{k-1}}.$$

Третья подзадача заключается в определении раскрытия ценного минерала в каждой из стадий обогащения. Идентифицировать функцию распределения частиц по крупности  $f(d)$  на основании одного параметра – средней крупности помола  $d_j$ ; возможно, если предположить, что это распределение подчиняется закону Пуассона

$$f_j(d) = \frac{1}{d_j} \exp\left(-\frac{d}{d_j}\right). \quad (2)$$

Крупности помола в ТЛО криворожских железных руд весьма мала (содержание класса  $-0,05 \text{ мм} < 95\%$ ) и поэтому можно предположить, что  $d_j \rightarrow 0$ , и на этом основании полагать, без натяжек, что распределение частиц по крупности во всех стадиях измельчения пуассоновское.

Показатели раскрытия и функция распределения сростков в первой стадии измельчения  $F_1(\alpha)$  может быть найдена на основании работы [2]. А так как нами рассматривается уже существующая технология, то известной является схема сепарации, а значит и сепарационная характеристика  $P_1(\alpha)$  разделительного блока. В результате, на основании работы [3] несложно определить качественно-количественные показатели разделения: выход промпродукта  $\gamma_{III}$  и содержание ценного минерала в нем  $\beta_{III}$ , а также потери в хвостах –  $\nu_1$ .

Четвертая подзадача заключается в определении показателей раскрытия во

второй и последующих стадиях обогащения. В работе [3] изложен алгоритм вычисления  $F_j(\alpha)$  для условий, когда первоначальная структура руды разрушена и размер вкрапления определяется размером рудной части в сростках, поступающих на измельчение. А на основании функций  $F_j(\alpha)$  и  $P_j(\alpha)$  могут быть найдены  $\beta_{ППj}$  и  $\beta_K$ .

В соответствии с техническими условиями для качества концентрата имеется нижний допустимый предел  $\beta_{KMIN}$ . В соответствии с этим значением существуют и такие же пределы для промпродуктов:

$$\beta_{ППMIN1}, \beta_{ППMIN2}, \dots, \beta_{ППMIN(n-1)}.$$

Эти пределы показывают такие значения качества промпродуктов, при которых качество концентрата не выйдет за нижний допустимый предел.

Поиск минимально-допустимых значений качества промпродуктов осуществляется по ранее изложенному алгоритму, начиная с первого пункта, когда находят требуемую крупность помола. В этом случае это будет максимально допустимая крупность помола.

### **Список литературы**

1. **Марюта А.Н.** Автоматическая оптимизация технологических режимов на магнито-обогажительных фабриках. – М.: Недра, 1976. – 287 с.
2. **Младецкий И.К., Мостыка Ю.С.** Аналитическое определение показателей раскрытия руд. – Днепропетровск: Системные технологии, 1999. – 106 с.
3. **Кармазин В.В., Младецкий И.К., Пилов П.И.** Расчеты технологических показателей обогащения полезных ископаемых: Учебное пособие – М.: Изд-во Московского государственного горного университета, 2006. – 221 с.
4. **Младецкий И.К., Павленко А.А.** Определение требуемой крупности помола руды // Збагачення корисних копалин: Наук.-техн. зб. – 2008. – Вип. 35(76). – С. 53-57.

© Младецкий И.К., Кував Я.Г., 2011

*Надійшла до редколегії 15.09.2011 р.  
Рекомендовано до публікації д.т.н. П.І. Піловим*