

УДК 622.778

И.К. МЛАДЕЦКИЙ, д-р техн. наук
(Украина, Днепропетровск, Национальный горный университет)

ОЦЕНКА СОВЕРШЕНСТВА ТЕХНОЛОГИИ РАЗДЕЛЕНИЯ

Визначено спосіб обчислення системного показника якості процесу збагачення корисних копалин.

Ключові слова: концентрат, хвости, збагачувальний процес, розкриття, сепарація.

Определен способ вычисления системного показателя качества технологии обогащения полезных ископаемых.

Ключевые слова: концентрат, хвосты, обогатительный процесс, раскрытие, сепарация.

Механический обогатительный процесс состоит, как минимум, из двух: первый касается отделения (отделяемости) ценного минерала от вмещающей породы, а второй – разделения (разделяемости) образовавшихся частиц друг от друга. Первый процесс реализуется измельчением, а второй – различными видами сепарации. При создании технологии обогащения полезных ископаемых необходимо подобрать последовательность технологических аппаратов и режимы их наилучшего взаимодействия. При таком подборе следует пользоваться системными характеристиками аппаратов и технологии. Одной из таких характеристик является показатель совершенства технологии [1].

Обогащение полезных ископаемых предполагает улучшение качественных характеристик сырья, основная из которых – содержание ценного компонента β , и если в исходном сырье его содержится в количестве α_H , то после разделения можно записать [1]

$$\beta = \alpha_H + K_C R(1 - \alpha_H), \quad (1)$$

где R – показатель раскрытия ценного компонента; K_C – коэффициент совершенства технологии разделения. Теперь остается идентифицировать эти два показателя и можно прогнозировать ожидаемые показатели обогащения.

Что касается раскрытия, то этот вопрос всесторонне рассмотрен в работе [2], а показатель K_C должен быть связан с характеристиками сепараторов или соединений их. Можно его выразить через интегральные показатели разделения β и ν , но тогда потребуются учет и раскрытия. Поэтому попробуем определиться с помощью сепарационных характеристик.

Совершенное разделение будет в том случае, если сепарационная характеристика имеет ступенчатый вид (рис. 1а, вид 1). Никакого разделения не будет, если

Загальні питання технології збагачення

сепарационная характеристика принимает горизонтальное положение (рис. 1а, вид 2). Причем отрезок на оси ординат соответствует той части потока, которая образует обедненный продукт. Если же конструкция аппарата такова, что в случае отсутствия разделения и потока нет, тогда сепарационная характеристика будет совпадать с осью абсцисс или же отстоять на расстоянии равном 1. В магнитном сепараторе, например, если извлечения магнитной фракции не происходит, то весь исходный поток уходит в хвосты, т.е. $P(\alpha) = 0$. Обычно сепарационная характеристика занимает промежуточное положение (рис. 1б).

Понятие "совершенство технологии" должно выражаться числом. Желательно, чтобы в случае совершенного разделения это число равнялось 1, а в случае неразделения – 0.

Вся площадь S пространства координат $P(\alpha) \sim \alpha$ равна 1. Когда реальная сепарационная характеристика совпадает с идеальной, то площадь между ними равна 0. Это говорит о том, что понятие "совершенство технологии" может быть выражено через площадь, которая представляет часть пространства, заключенного между идеальной $P(\alpha)$ и реальной $P_p(\alpha)$ сепарационными характеристиками (рисунок, заштрихованная область).

Положение $P(\alpha)$ относительно оси абсцисс определяется условиями согласования аппарата и сырья, т.е. скачек ее совпадает со значением содержания ценного компонента в исходном сырье α_H . Тогда

$$S = \int_0^{\alpha_H} (P_p(\alpha) - P(\alpha)) d\alpha + \int_{\alpha_H}^1 (P(\alpha) - P_p(\alpha)) d\alpha$$

Поскольку $P(\alpha < \alpha_H) = 0$ и $P(\alpha > \alpha_H) = 1$, то

$$S = \int_0^{\alpha_H} P_p(\alpha) d\alpha + \int_{\alpha_H}^1 (1 - P_p(\alpha)) d\alpha < 1$$

Максимальное значение площади можно записать как:

$$S_{MAX} = \int_{\alpha_H}^1 (1 - P_p(\alpha)) d\alpha = 1 - \alpha_H < 1$$

На этом основании коэффициент совершенства технологии

$$K_C = 1 - \frac{S}{S_{MAX}} = 1 - \frac{S}{1 - \alpha_H} \quad (2)$$

Если же аппарат, в случае отсутствия разделения имеет сепарационную характеристику вида $P(\alpha) = 1$, то это означает, что

$$S_{MAX} = \int_0^{\alpha_H} P_p(\alpha) d\alpha = \alpha_H < 1$$

Загальні питання технології збагачення

$$S = \int_0^{\alpha_H} (1 - P(\alpha)) d\alpha + \int_{\alpha_H}^1 P_p(\alpha) d\alpha \quad \text{и потому} \quad K_C = 1 - \frac{S}{S_{MAX}} = 1 - \frac{S}{\alpha_H}$$

Сепарационная характеристика отображает собой сведения о возможных показателях двух выходов сепарации. В выражении (1) нет в явном виде показателей обедненного продукта. Однако коэффициенты K_C и R являются интегральными показателями свойств разделения и раскрытия. Следовательно, выражение (1) содержит все необходимые сведения для непротиворечивой оценки ожидаемого качества концентрата. Решение его относительно K_C , следующее:

$$K_C = \frac{\beta - \alpha_H}{(1 - \alpha_H)R} \quad (3)$$

Для этого величина β оценивается экспериментально или предварительно вычисляется.

Оценим теперь K_C из выражения (2), а затем, на основании экспериментальных данных при известном раскрытии вычислим коэффициент совершенства технологии разделения, из уравнения (3).

Зададимся функцией раскрытия $F(\alpha)$ и сепарационной характеристикой $P(\alpha)$ (табл. 1).

Таблица 1

| α | 0 | 0.125 | 0.375 | 0.625 | 0.875 | 1.0 |
|-------------|------|-------|-------|-------|-------|------|
| $P(\alpha)$ | 0.06 | 0.14 | 0.6 | 0.9 | 0.95 | 0.98 |
| $F(\alpha)$ | 0.2 | 0.27 | 0.15 | 0.09 | 0.09 | 0.2 |

Загальні питання технології збагачення

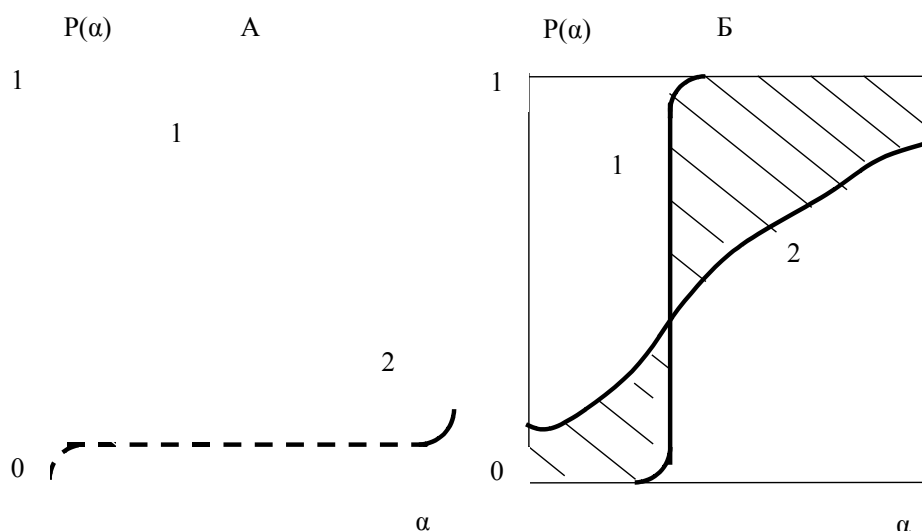


Рис.1 Сочетания видов сепарационных характеристик.

Сочетания видов сепарационных характеристик

Построив на плоскости кривые сепарационной характеристики и ломаной раскрытия, и выполнив численное интегрирование, получаем:

– площадь между сепарационными характеристиками

$$S = (0.06 + 0.32) / 2 \times 0.25 + (0.32 + 0.6) / 2 \times 0.125 + (0.4 + 0.2) / 2 \times 0.125 + (0.2 + 0.1) / 2 \times 0.25 + (0.1 + 0.02) / 2 \times 0.25 = 0.183;$$

– раскрытие $R = \alpha_B - \alpha_H = 0,826 - 0,125 = 0,7$;

– коэффициент совершенства технологии $K_C = 1 - \frac{0.183}{1 - 0,375} = 0.71$;

– ожидаемое качество концентрата $\beta = 0.375 + 0.71 \times 0.7 \times 0.625 = 0.685$;

Вычислим ожидаемое качество концентрата классическим способом (табл.2).

Таблица 2

| α | $P(\alpha)$ | $\Delta F(\alpha)$ | 2*3 | 1*4 |
|----------|-------------|--------------------|--------|--------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 0. | 0.06 | 0.2 | 0.012 | 0 |
| 0.125 | 0.14 | 0.27 | 0.0378 | 0.0047 |
| 0.375 | 0.6 | 0.15 | 0.09 | 0.0337 |
| 0.625 | 0.9 | 0.09 | 0.081 | 0.05 |
| 0.875 | 0.95 | 0.09 | 0.0855 | 0.075 |
| 1. | 0.98 | 0.2 | 0.196 | 0.196 |
| | | | 0.502 | 0.353 |

Тогда $\beta = \frac{0.353}{0.502} = 0.7$, а коэффициент совершенства технологии разделения

вычисленный по формуле (3), составит при этом $K_C = \frac{0.7 - 0.375}{0.7(1 - 0.375)} = 0.74$.

Расхождение между коэффициентами, которые определены по двум разным методикам, несущественное, поэтому принимаем методику расчета с помощью сепарационных характеристик.

Список литературы.

1. Кармазин В.И. Современные методы обогащения руд черных металлов. – М.; Госгортехиздат, 1962 – 874 с.

2. Младецкий И.К., Мостыка Ю.С. Аналитическое определение показателей раскрытия руд. Системные технологии. – Днепропетровск: Изд-во, 1999. – 106 с.

*Надійшла до редколегії
Рекомендовано до публікації*

УДК 622.776.

И.К. МЛАДЕЦКИЙ, д-р техн. наук

В.С.ТОМУРКА, С.В. ЛИТВИНЕНКО

(Украина, Днепропетровск, Национальный горный университет)

ИСЧИСЛЕНИЕ ФУНКЦИИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ОСКОЛКОВ ПО КРУПНОСТИ ПРИ РАЗРУШЕНИИ ОТДЕЛЬНОГО КУСКА ПОЛЕЗНОГО ИСКОПАЕМОГО

Висунуто гіпотезу про закономірність руйнування окремого куска руди, на базі якої отримано методику визначення функції розподілу частинок за крупністю на виході подрібнювального апарата.

Ключові слова: функція розподілу частинок за крупністю.

Выдвинута гипотеза о закономерности разрушения отдельного куска руды, на основании которой получена методика вычисления функции распределения частиц по крупности на выходе измельчительного аппарата.

Ключевые слова: функция распределения частиц по крупности.

В зависимости от скорости приложения разрушающей нагрузки кусок твердого полезного ископаемого разламывается по определенной закономерности (рис. 1, а). Как следует из визуальных наблюдений, осколки увеличивают свой размер по мере удаления от точки приложения нагрузки.