

Плотность разделения как мера технологического равновесия

Математический анализ кривой распределения реального сепарационного процесса обогащения угля по одному разделительному признаку – плотности зерен – показывает, что плотность разделения отражает технологическое равновесие системы, при котором взаимозасорение продуктов распределения минимальное.

Ключевые слова: плотность разделения, кривые распределения, обогащение угля.

Контактная информация: anatoliy.kirnarsky@ed-mg.de

При обогащении каменного угля реальные процессы отсадки, мокрой винтовой сепарации, концентрации на столах характеризуются двумя основными явлениями, которые накладываются одно на другое: разделением по плотности и классификацией по крупности, в результате чего кривая распределения по плотности искажается из-за влияния крупности частиц (рис. 1, а, кривая I). Предварительное грохочение по узким классам позволяет устранить или свести к минимуму влияние крупности зерен на последующее разделение по плотности зерен, в результате чего получаем кривую распределения (рис. 1, а, кривая II). Исключения составляют частицы коллоидной крупности 0,005 мм, которые находятся в состоянии хаотичного броуновского движения, и выделить их современными механическими и (или) физико-химическими методами не представляется возможным.

Классическая кривая распределения (см. рис. 1, а, кривая II) по физическому смыслу имеет мало общего с интегральной кривой Гаусса. В данной работе предпринята попытка уяснить технологическую основу плотности разделения. Размер граничной плотности разделения, определяемой положением точки C (рис. 1, б) на кривой распределения, отражает такое состояние системы, когда взаимозасорение продуктов сепарации достигает минимального уровня. При этом наблюдается технологическое равновесие по такому разделительному признаку, как плотность разделяемых зерен.

Массовое количество фракций, плотность которых превышает плотность разделения ρ_p , попавших в гравитационный концентрат, определяется площадью S_1 , а массовое количество фракций менее ρ_p , попавших в отходы – площадью S_2 .

Задача исследования сводится к определению минимального взаимозасорения, т. е. при каком значении ординаты сумма этих площадей будет минимальной, если закон распределения фракций по плотности описывается кривой $\varepsilon = f(\rho)$. В соответствии с рис. 1, б получаем выражение вида

$$S_1 + S_2 = \left[(\rho_{\max} - \rho) \varepsilon - \int_{\rho}^{\rho_{\max}} f(\rho) d\rho \right] + \int_0^{\rho} f(\rho) d\rho, \quad (1)$$

где $\rho = \rho_p$.



А. С. КИРНАРСКИЙ,
доктор техн. наук
(«Инжиниринг Доберсек ГмБХ»,
Германия)

Так как

$$\int_{\rho}^{\rho_{\max}} f(\rho) d\rho = \int_0^{\rho_{\max}} f(\rho) d\rho - \int_0^{\rho} f(\rho) d\rho,$$

то можем записать:

$$S_1 + S_2 = 2 \int_0^{\rho} f(\rho) d\rho + (\rho_{\max} - \rho) \varepsilon - \int_0^{\rho_{\max}} f(\rho) d\rho. \quad (2)$$

Исследуем данную функцию на экстремум:

$$(S_1 + S_2)' = 2f(\rho) - \varepsilon = 0.$$

Отсюда

$$f(\rho) = \varepsilon / 2. \quad [3]$$

Допустив, что $f(\rho)$ – степенная функция вида $K\rho^m + b$, где $m > 0$, $K > 0$, получим $(S_1 + S_2)'' = 2f'(\rho) > 0$ при любом значении $\rho > 0$. Это свидетельствует о том, что ордината точки кривой распределения $f(\rho)$, равная $0,5\varepsilon$, соответствует такой граничной плотности разделения, при которой сумма площадей $(S_1 + S_2)$, отражающих степень взаимного засорения продуктов сепарации, минимальна независимо от формы кривой. Плотность фракции, соответствующей извлечению 50 %, – искомое значение граничной плотности разделения. Таким образом, плотность разделения – мера технологического равновесия системы по разделительному при-

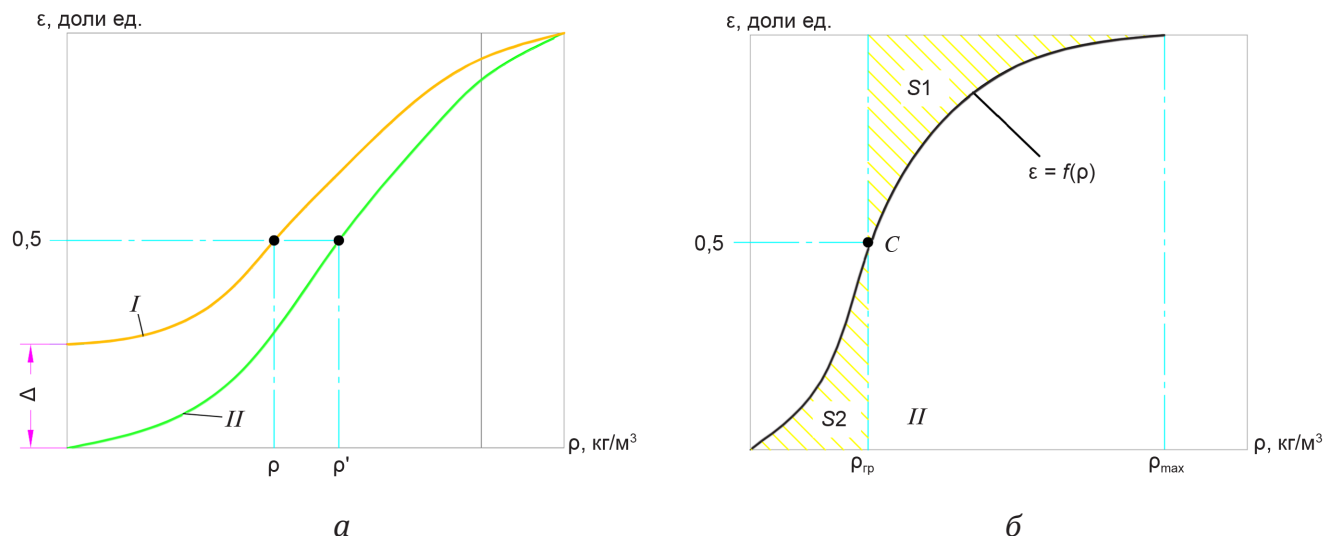


Рис. 1. Зависимость граничной плотности разделения фракций ρ от крупности частиц ϵ : а и б – кривые распределения для материала неклассифицированного I и классифицированного II.

знаку – плотность частиц, в чем и состоит технологический смысл настоящего понятия.

Привести в равновесие технологическую систему по нескольким разделительным признакам одновременно затруднительно, так как согласно законам термодинамики любая система стремится к равновесию, при этом по одному параметру ее легче привести в равновесие, чем по нескольким параметрам одновременно. Пример – цикл теплового двигателя.

Переход из одного равновесного состояния в другое осуществляется последовательно или ступенчато при совершении ряда промежуточных операций, причем каждое превращение системы протекает при постоянстве одной из переменных. По аналогии с термодинамическим циклом С. Карно

можно получить оптимальный технологический цикл при обогащении полезных ископаемых, осуществляя разделение полезной и не полезной составляющей в определенной последовательности, результат – достижение пооперационного равновесия и максимальной сепарационной эффективности по ряду разделительных признаков.

Выводы. Плотность разделения отражает технологическое состояние системы, при котором взаимозасорение продуктов обогащения приграничными фракциями минимально, что соответствует максимальной эффективности сепарационного процесса.

Технологический смысл плотности разделения состоит в том, что она является мерой равновесия системы при обогащении угля.

ПО МАТЕРИАЛАМ ЖУРНАЛА «УГОЛЬ УКРАИНЫ» ПРОШЛЫХ ЛЕТ

Год 1974

В журнале № 1 в статье А. А. Лапина, А. В. Васякова «Геолого-углехимическая характеристика пластов самовозгорающихся углей в Донецком бассейне» описано, как установить характерные особенности участков угольных пластов, на которых возможно возникновение очагов самовозгорания. В результате найден сравнительно надежный метод прогноза эндогенной пожароопасности.

Определено, какие участки пластов обладают повышенной эндогенной пожароопасностью (весьма опасные, категория I), какие – малой (опасные, категория II), и на каких эндогенная пожароопасность отсутствует.