

**Д.А. ПОЛУЛЯХ**, канд. техн. наук

(Украина, Днепропетровск, Государственное ВУЗ "Национальный горный университет")

## **ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПОДГОТОВКИ КРУПНОГО МАШИННОГО КЛАССА**

### *Введение*

Так как процесс подготовки машинных классов из рядового угля для обогащения методом тяжелосредной сепарации состоит из двух операций: просеивания частиц меньше граничной крупности и обезвоживания частиц больше крупности разделения, то критерий эффективности должен включать в себя показатели эффективности как первой, так и второй операций. К сожалению, к настоящему времени подобный критерий не разработан.

В последние годы широкое распространение в качестве критериев при промышленном разделении по крупности получили статистические и термодинамические критерии эффективности разделения.

### *Статистические критерии оценки эффективности грохочения*

Применение статистических критериев разделения основано на анализе полученных при грохочении данных с помощью статистических методов оценки распределения гранулометрического состава по продуктам разделения.

Точность разделения зачастую определяется показателями Гайденайха [1]

$$E_p = \frac{(d_{75} - d_{25})}{2}, \quad (1)$$

$$K = \frac{d_{25}}{d_{75}}, \quad (2)$$

а также рядом так называемых "заменяющих" показателей. К последним относится величина точности разделения, определяемая Эдером [2] как  $P = \frac{d_{65}}{d_{35}}$  и предложенная Энгелем [3] удельная точность разделения

$$T_s = \frac{d_a - d_{16}}{d_a} = \frac{G}{d_a}, \quad (3)$$

где  $d_{16}$ ,  $d_{25}$ ,  $d_{35}$ ,  $d_{65}$ ,  $d_{75}$  – крупность разделения для разделительных чисел, соответственно равных 16, 25, 35, 65, 75%;  $d_a$  – граничная крупность разделения, когда выход некондиционного по крупности зерна в верхнем и нижнем продукте одинаков.

Однако, все вышеперечисленные показатели, как и многие другие, не могут быть признаны точными, так как они учитывают только часть кривой Т.

Предложенный Майером [4] показатель точности разделения (момент погрешности разделения) в виде суммы моментов обеих площадей некондиционной части продуктов (площадей, образующихся при построении кривой Т) обеспечивает более полное понимание сущности понятия "точность разделения" и соответствует требованиям теории и практики процесса грохочения.

Следует отметить, что в целом все предложенные статистические критерии оценки эффективности разделения характеризуют не процесс разделения вообще, а только разделительный аппарат, с помощью которого этот процесс осуществляется.

*Термодинамические критерии оценки эффективности грохочения*

Для определения коэффициента энтропийной эффективности грохочения  $E$ , учитывающего засорение продуктов грохочения, Г.В. Жовтюк [5] предложил формулу

$$E_3 = \frac{(P_n - P_u) \cdot H_n + (1 - P_n - P_u)}{P_n - P_n} \cdot \frac{P_n - P_u}{H_u}, \quad (3)$$

где  $P_n, P_u, P_n$  – содержание зерен нижнего класса в исходном, надрешетном и подрешетном продуктах, %;  $H_u, H_n, H_n$  – энтропия исходного, надрешетного и подрешетного продуктов.

Применение этой формулы позволяет в зависимости от технологических требований производства рассчитать необходимую эффективность процесса грохочения.

А.Д. Полуляхом [6] предложено оценивать эффективность работы гидрогрохота показателем эффективности  $E_n$ :

$$E_n = \frac{\Delta\Pi_\phi}{\Delta\Pi_T} \cdot 100\%, \quad (4)$$

где  $\Delta\Pi_\phi, \Delta\Pi_T$  – соответственно фактическое и теоретическое изменение потенциальной энергии системы.

На практике же повсеместно и широко используются модификации простейших технологических критериев эффективности разделения [39, 40].

Наибольшее распространение среди этих критериев получило выражение

$$E_2 = \frac{(a-b)(c-a) \cdot 10^4}{a(c-b)(I-a)}, \quad (5)$$

## **Підготовчі процеси збагачення**

где  $a$  – содержание класса меньше крупности разделения в исходном;  $b$  – засорение надрешетного продукта классом меньше крупности разделения;  $c$  – содержание класса меньше крупности разделения в подрешетном.

Применение технологических критериев в большинстве случаев основывается на оценке полноты извлечения класса определенной крупности в продукты разделения.

Однако при всей своей простоте и относительной универсальности технологические критерии не выражают эффективности с точки зрения конечной цели процесса, ибо в одном случае они не учитывают качества конечных продуктов разделения, а в другом нечувствительны к выходу продуктов. Кроме того, указанные критерии не отражают бесспорного влияния гранулометрического состава материала на процесс грохочения.

### *Методы оценки эффективности обезвоживания*

Существующие методы оценки эффективности механического обезвоживания угольной мелочи, базирующиеся на содержании общей влаги либо внешней и внутренней влаги в обезвоженном продукте, не позволяют судить о фактической эффективности работы обезвоживающего оборудования, а только в качестве самого продукта.

Наиболее достоверным критерием, характеризующим угольную мелочь как объект обезвоживания, является предложенная по аналогии с инженерной геологией "максимальная молекулярная влагоемкость" (ММВ) [7].

Учитывая неточность методики оценки эффективности обезвоживания по степени приближения значений влажности обезвоженного угля к величине внутренней влаги, очевидно было бы правильнее оценивать эффективность обезвоживания по степени приближения конечной влажности к величине ММВ. Однако и такую оценку нельзя признать исчерпывающей, так как было показано, что существует поправочный коэффициент, устанавливающий связь между ММВ и наилучшими возможными в практических условиях показателями механического обезвоживания наиболее мелких классов угольной пыли (0-0,074 мм). Значения ММВ, взятые с учетом этого коэффициента (назовем их приведенной максимальной молекулярной влагоемкостью  $W_{\text{мол}}^*$ ), являются наиболее достоверным пределом механического обезвоживания, на базе которого разработан метод оценки эффективности процесса обезвоживания.

Фактическое значение поправочного коэффициента в соответствии с приведенными выше экспериментальными данными, а также опубликованными материалами [7], следует принять равным 1,7. При этом поправочный коэффициент нужно вводить только для прочно удерживающих капиллярную влагу тонкодисперсных частиц, размером мельче примерно 74 мк. Более крупные классы, очевидно, не нуждаются во введении поправочного коэффициента, так как для них величина ММВ является действительным пределом механического обезвоживания.

Применение расчетно-экспериментального метода определения ММВ позволяет для класса >0,074 мм принимать готовые значения ММВ, что значи-

## Підготовчі процеси збагачення

тельно сокращает объем экспериментальных работ, при анализе представленной пробы угля крупностью менее 6 (или 13) мм.

Таким образом, в соответствии с предложенным расчетно-экспериментальным методом принимают постоянное значение ММВ для концентрата класса  $>0,074$  мм (2,79%) и приведенное значение ММВ для концентрата класса  $0-0,074$  мм (экспериментальная величина ММВ, умноженная на поправочный коэффициент 1,7), после чего, учитывая выход каждого из двух классов, подсчитывают общее значение приведенной ММВ для всего продукта по формуле:

$$W_{\text{мол}}^* = \frac{W_{\text{мол1}} \cdot \gamma_1 + 1,7W_{\text{мол2}} \cdot \gamma_2}{100}, \quad \%, \quad (6)$$

где  $W_{\text{мол}}^*$  – приведенная ММВ для всего продукта, %;  $W_{\text{мол1}}$  – ММВ для класса  $>0,074$  мм (2,79%);  $W_{\text{мол2}}$  – ММВ для класса  $<0,074$  мм (экспериментальное значение);  $\gamma_1, \gamma_2$  – выход классов  $>0,074$  и  $<0,074$  мм (%), соответственно.

Для других продуктов обогащения (промпродукта, шлама) пока отсутствуют в достаточном количестве экспериментальные значения величин ММВ для класса  $>0,074$  мм, поэтому ММВ необходимо определять в каждом случае для обоих классов ( $>0,074$  и  $<0,074$  мм). В остальном расчет приведенного значения ММВ не отличается от представленного выше.

Критерий эффективности процесса обезвоживания в отличие от критерия просеивания, определяет в основном степень остаточной влажности продукта относительно его максимальной молекулярной влажности (ММВ) [7-9]

$$E_w = \frac{W_{\text{ММВ}}^*}{W} \cdot 100\%, \quad (7)$$

где  $W_{\text{ММВ}}^*$  – приведенная максимальная молекулярная влагоемкость продукта, %;  $W = 100V / (Q + V)$  – влажность продукта после обезвоживания, %;  $V$  – масса воды в продукте, кг;  $Q$  – масса твердого в продукте, кг.

Таким образом, комплексные показатели оценки эффективности процесса подготовки машинных классов из рядового угля перед тяжелосредним обогащением отсутствуют.

Автором предлагается определять эффективность подготовки машинных классов, с использованием формул (5) и (7) как

$$E_n = E_z \cdot E_w / 100\%, \quad \%. \quad (8)$$

Данная формула учитывает в равной степени влияние влажности и эффективности грохочения, что позволяет проводить сравнительный анализ работы узла кондиционирования машинных классов.

## **Підготовчі процеси збагачення**

---

### *Выводы*

1. В мировой практике отсутствуют комплексные показатели оценки эффективности процесса подготовки машинных классов из рядового угля перед тяжелосредним обогащением.

2. Автором предложен способ определения эффективности подготовки машинных классов.

### **Список литературы**

1. Гайденрайх Г. Оценка промышленных результатов обогащения полезных ископаемых. – М.: Госгортехиздат, 1962. – 192 с.
2. Эдер Т. Проблемы точности разделения // Уголь. – 1961. – № 2. – С. 37-41.
3. Mayer F.W. Berechnung den neuen Trennung schrfekenn wertes (Trennfehlermoment) aus den Teilungszahlen // Aufbereitungs-Technik. – 1971. – № 4. – P. 39-45.
4. Жовтюк Г.В. Исследование процесса мокрого грохочения на неподвижных колосниковых поверхностях: Дис. ... канд. техн. наук. – ИОТТ. М., 1969. – 147 с.
5. Полулях А.Д. Научные основы гидрогрохочения и создания энергосберегающей технологии получения машинных классов при обогащении углей: Дис. ... д-ра техн. наук. – НГА Украины. Днепропетровск, 1996. – 275 с.
6. Справочник по обогащению углей / Под ред. И.С. Благова, А.М. Коткина, А.С. Зарубина. – М.: Недра, 1984. – 614 с.
7. Техника и технология обогащения углей / Под ред. В.А. Чантурия, А.Р. Молявко. – М.: Недра, 1995. – 522 с.
8. Бочков Ю.Н., Зарубин Л.С. Оценка эффективности механических способов обезвоживания угольной мелочи // Сб. статей. Теория и практика обезвоживания угольной мелочи. – М.: Наука, 1966. – С. 5-19.
9. Фридман С.Э., Комлев А.М., Щербаков О.К. Обезвоживание продуктов обогащения. – М.: Недра, 1988. – 239 с.

© Полулях Д.А., 2014

*Надійшла до редколегії 10.09.2014 р.  
Рекомендовано до публікації д.т.н. О.Д. Полуляхом*