

МЕТОД ОБОСНОВАНИЯ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОЦЕССОВ ОБОГАЩЕНИЯ УГЛЕЙ ПО ПОКАЗАТЕЛЮ ЭНТРОПИЯ

Корчевский А.Н., Звягинцева Н.А.

ГОУ ВПО «Донецкий национальный технический университет» (г. Донецк)

Экономические показатели работы углеобогащительной фабрики в основном зависят от полноты извлечения ценного компонента в продукт концентрата, с одновременным показателем потерей горючей массы с отходами, которые должны стремиться к нулю. Качество и полнота совершенства обогащительных процессов подвержены влиянию качественно-количественных показателей входящего сырья – рядовых углей.

Зависимость ситовых и фракционных качественно-количественных составляющих рядовых углей влияет на стабильность работы предприятия в установившемся стационарном режиме. Колебания показателей сырьевых баз существенно влияют на перенастройку параметров работы комплекса, и как закономерность - в переходных периодах эффективность разделения падает. Поскольку обогащительное предприятие как объект управления имеет комплексное инерционное отставание от начала изменения входящего регулирующего фактора.

Основные контрастные характеристики нескольких представительных шахт Донецкого угольного бассейна представлены в табл. 1 [4].

Таблица 1. Характеристика угольных пластов залегания

№ п/п	Шахта	Марка	Количество		Мощность, м		Зольность, %				Влага, %	Сера общая %
			Угольных пачек	Породных прослоек	Пласта	Чистых угольных пачек	Пласта	Чистых угольных пачек	Вмещающих пород, в т.ч. ложной			
									Кровли	Почвы		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	«Бутовская»	Г	1-4	1	2,35	2,18	19,5	8,7	89,9	84,9	1,43	1,5
2	им. «Скочинского»	Ж	1-2	0-1	1,25	1,25	6,3	6,3	90,1	91,6	1,7	1,0

Распределение качественных показателей угольных пластов существенно оказывает влияние на характеристики по ситовому распределению классов крупности добываемых рядовых углей и на распределение зольных и угольных единиц по плотностным фракциям в каждом классе (см. табл. 2 [5]).

Таблица 2

№ п/п	Шахта	Марка	Класс, мм	Фракционный состав				
				Плотность, кг/м ³	Выход, %		Зольность, %	Сера, %
					К классу	К рядовому углю		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	«Бутовская»	Г	0-100	<1400	72,9	-	5,5	1,90
				1400-1500	2,7	-	18,4	3,72
				1500-1600	1,1	-	28,6	5,44
				1600-1800	1,0	-	39,7	6,59
				>1800	23,3	-	89,6	1,48
				Итого	100,0	-	25,2	1,94
2	им. «Скочинского»	Ж	0-50	<1400	55,5	-	6,0	1,13
				1400-1500	3,3	-	17,9	1,07
				1500-1600	1,1	-	29,3	1,19
				1600-1800	1,1	-	40,4	1,59
				>1800	39,0	-	87,4	0,51
				Итого	100,0	-	38,3	0,89

Различные сочетания распределения ситовых и фракционных качественно-количественных показателей рядовых углей формируются исходя из характеристик горно-геологических, горнотехнических условий, пластовых показателей и условий залегания угля, мощностей пласта, почвы и кровли, вмещающих пород, способов и аппаратов добычи.

Угольные пласты характеризуются вмещающимися угольными и породными пачками, соответственно показателями: мощность пласта, зольности, влаги, серы.

Оценивая сырьевую базу по показателям выхода готовой продукции с применением расчета теоретического баланса в основном используют кривые обогатимости.

Эффективность процессов разделения угля на концентрат и отходы оцениваются показателями эффективности по формулам Ханкока-Луйкена, Т.Г. Фоменко, И.М. Верховского и к.п.д. обогащения угля:

$$\varepsilon_{общ} = \frac{\gamma_k}{100 - A_u^d} \frac{A_u^d - A_k^d}{A_k^d}, \% \quad (1)$$

$$\varepsilon_{общ} = \frac{\gamma_{\kappa}(100-A_{\kappa}^d)\gamma_{omx}A_{omx}^d}{100(100-A_u^d)A_u^d}, \%, \quad (2)$$

$$\varepsilon_{общ} = \frac{\gamma_{\kappa}(\gamma_{\kappa}^l - \gamma_u^l)}{\gamma_u^l(100 - \gamma_u^l)}, \%, \quad (3)$$

$$\eta = \frac{A_{omx}^d - A_{\kappa}^d}{A_{m.фp.}^d - A_{в.м.}^d}, \%, \quad (4)$$

где $\gamma_{\kappa}, \gamma_{omx}, \gamma_{\kappa}^l, \gamma_u^l$ - выходы концентрата, отходов, легких фракций концентрата, легких фракций исходного, %;

$A_u^d, A_{\kappa}^d, A_{omx}^d, A_{m.фp.}^d, A_{в.м.}^d$ - зольности исходного материала, концентрата, отходов, тяжелых фракций и всплывшего материала, %.

Выше приведенные формулы расчетов позволяют определить эффективность выделения продуктов в процессах на обогатительных операциях и в целом по фабрике.

При прогнозировании эффективности выпуска продуктов обогащения, с достаточной достоверностью, можно использовать энтропийный метод разделительных процессов для сырьевых баз [6].

Согласно теории информационного анализа известно, что энтропия системы – это мера неопределенности. С уменьшением энтропии система становится более упорядоченной. Продукты обогащения концентрируют в себе более весомый качественный компонент, что приводит к более упорядоченной системе с уменьшением показателя энтропии.

Энтропия систем исходного продукта, концентрата, промежуточного продукта и отходов имеет следующие зависимости:

$$S_u = - \left(\frac{100-A_u^d}{100} \log_2 \frac{100-A_u^d}{100} + \frac{A_u^d}{100} \log_2 \frac{A_u^d}{100} \right), \quad (5)$$

$$S_{\kappa} = - \left(\frac{100-A_{\kappa}^d}{100} \log_2 \frac{100-A_{\kappa}^d}{100} + \frac{A_{\kappa}^d}{100} \log_2 \frac{A_{\kappa}^d}{100} \right), \quad (6)$$

$$S_{n.n} = - \left(\frac{100-A_{n.n}^d}{100} \log_2 \frac{100-A_{n.n}^d}{100} + \frac{A_{n.n}^d}{100} \log_2 \frac{A_{n.n}^d}{100} \right), \quad (7)$$

$$S_o = - \left(\frac{100-A_o^d}{100} \log_2 \frac{100-A_o^d}{100} + \frac{A_o^d}{100} \log_2 \frac{A_o^d}{100} \right), \quad (8)$$

Энтропийная эффективность:

$$\eta_{\varepsilon} = 1 - \frac{\gamma_{\kappa} \cdot S_{\kappa} + \gamma_{n.n} \cdot S_{n.n} + \gamma_o \cdot S_o}{S_u} \quad (9)$$

Энтропия всей системы:

$$S = -\left(\gamma_k \log_2 \gamma_k + \gamma_{п/п} \log_2 \gamma_{п/п} + \gamma_o \log_2 \gamma_o\right), \quad (10)$$

Энтропия эффективности разделительного процесса

$$\eta_{\varepsilon} = \frac{\Delta S}{S_u} = 1 - \frac{S_k + S_{п/п} + S_o}{S_u}, \quad (11)$$

Список литературы:

1. Полулях Д.А. Определение эффективности подготовки крупного машинного класса / Д.А. Полулях // Збагачення корисних копалин: Наук.-техн. зб. – 2014. - № 57(98). – С. 91-95.

2. Аналитическое представление кривых обогатимости / Кандинская И.В., Удовицкий В.И. // Вестник Кузбасского государственного технического университета. – 2003. - №4. – С. 48-54.

3. Прангишвили И.В. Энтропийные и другие системные закономерности: Вопросы управления сложными системами/ И.В. Прангишвили // Ин-т проблем управления им. В.А. Трапезникова. – М.: Наука, 2003. – 428 с.

4. Кадастр угольных шахтопластов, предусмотренных к отработке шахтами и разрезами Госуглепрома Украины с характеристикой горно-геологических, горнотехнических условий и показателей качества углей / Долгий В.Я., Капланец Н.Э., Шведик П.П., Шамало М.Д., Долгая В.А., Лесникова Л.А. // Донецкий научно-исследовательский угольный институт. – 2001. – 130 с.

5. Справочник по обогатимости каменных углей и антрацитов действующих шахт Украины // Под ред. Кочетов В.В. // Харьков.: «ИПП «Контраст» - 399 с.

6. Бедрань Н.Г. Обогащение углей: Учебник для ВУЗов. – 2-е изд. перераб. и доп. – М.: Недра, 1988, -206 с.:ил.