

Д.А. ПОЛУЛЯХ, О.В. ПОЛУЛЯХ, кандидаты техн. наук
(Украина, Днепропетровск, Национальный горный университет)

ОБОГАЩЕНИЕ ПРОМПРОДУКТА В ТЯЖЕЛОСРЕДНОМ ГИДРОЦИКЛОНЕ НА ЦОФ "ЧУМАКОВСКАЯ"

Доизвлечение коксующихся углей из материала, поступающего на операцию, является актуальной задачей.

На ЦОФ "Чумаковская" осуществляется обогащение промпродукта по следующей технологии (рис. 1): дробленый промпродукт с тяжелосредней сепарации совместно с промпродуктом отсадочных машин поступают в тяжелосредний гидроциклон ГТ-710, где разделяются на концентрат, поступающий в присадку к общему, и отходы.

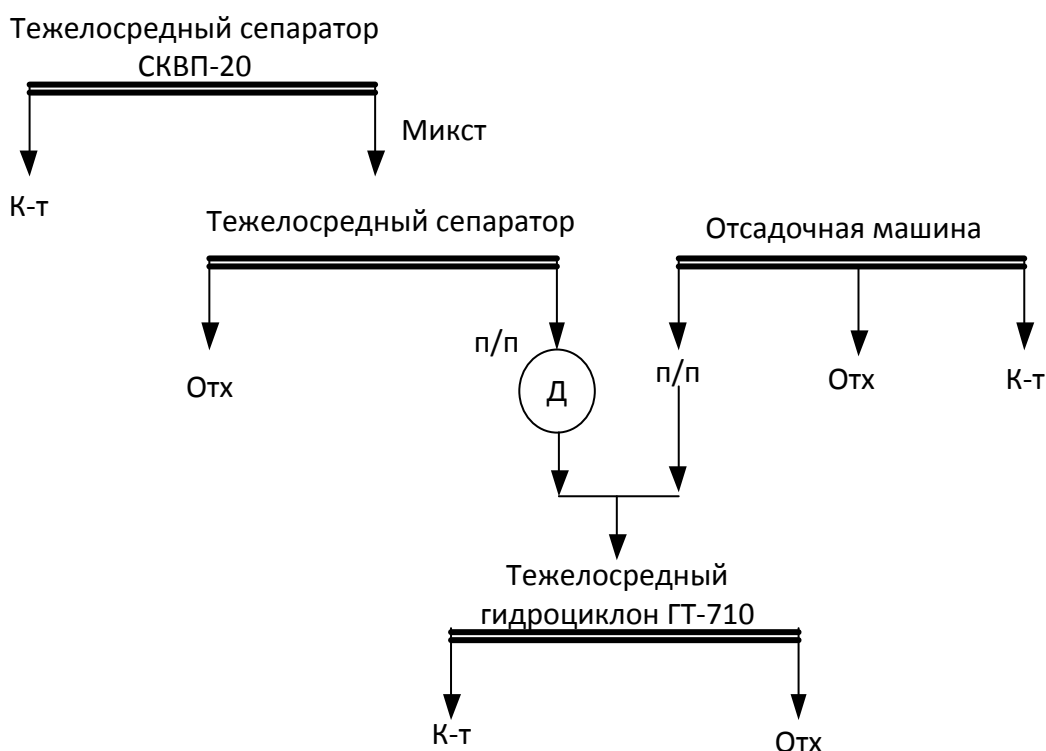


Рис. 1. Схема обогащения промпродукта на ЦОФ "Чумаковская"

Результаты работы тяжелосреднего гидроциклона в 2005 и 2006 годах приведенные в таблицах 1-3, представлены в хронологическом порядке. Данные, полученные по составу концентрата, имеют погрешность измерения около 10% в связи с затрудненностью проведения опробования.

Гравітаційна сепарація

Таблиця 1

Фракционный состав исходного продукта

№	-1,4		1,4-1,5		1,5-1,8		+1,8		Итого	
	Y, %	A ^d , %	Y, %	A ^d , %	Y, %	A ^d , %	Y, %	A ^d , %	Y, %	A ^d , %
1	58,5	14,2	14,8	25,6	22,9	41,5	3,9	73,5	100,0	24,4
2	29,9	11,2	20,4	26,9	34,7	42,5	15,0	72,9	100,0	34,5
3	50,6	6,4	15,7	25,6	20,2	42,9	13,5	72,1	100,0	25,6
4	41,4	9,2	21,9	24,5	19,9	39,6	16,8	64,1	100,0	27,8
5	23,7	11,4	19,7	25,4	31,0	41,4	25,5	74,7	100,0	39,6
6	26,8	16,4	22,1	23,2	33,8	37,1	17,3	70,7	100,0	34,3
7	49,5	6,0	14,8	23,8	23,8	40,3	11,9	69,8	100,0	24,4
8	23,6	11,6	18,1	22,7	38,4	37,6	19,9	65,4	100,0	34,3
9	49,0	7,3	23,1	24,3	20,6	39,2	7,3	54,3	100,0	21,2
10	34,2	10,0	13,7	27,4	28,5	40,6	23,6	66,8	100,0	34,5
11	32,4	9,5	15,8	26,0	35,9	40,5	15,9	64,6	100,0	32,0
12	58,1	10,4	15,1	24,8	23,2	40,9	3,5	66,9	100,0	21,7
13	25,9	9,3	13,1	22,2	40,8	40,9	20,2	70,1	100,0	36,2
14	50,9	14,9	10,9	23,8	25,7	35,1	12,5	67,5	100,0	27,6
15	26,3	11,3	18,4	24,2	41,4	38,8	13,9	65,3	100,0	32,6
16	52,0	9,7	17,2	26,1	21,3	39,7	9,5	66,7	100,0	24,3
17	56,2	10,7	11,2	32,7	19,9	42,8	12,7	69,0	100,0	26,9
18	75,1	10,7	10,7	30,1	9,6	41,9	4,6	64,4	100,0	18,3
19	34,6	7,4	24,9	24,5	22,3	39,4	18,2	64,1	100,0	29,1
20	56,8	11,7	10,8	27,3	17,5	41,5	14,9	73,2	100,0	27,8
21	63,8	7,9	14,4	26,8	12,3	38,8	9,5	66,1	100,0	19,9
22	42,0	6,5	12,8	25,9	19,6	40,2	25,6	75,7	100,0	33,3
23	50,4	8,4	24,1	26,5	16,9	40,4	8,6	66,8	100,0	23,2
24	53,5	8,4	22,2	23,6	15,6	37,3	8,7	71,5	100,0	21,8
25	53,9	6,8	18,6	25,0	18,9	41,1	8,6	68,9	100,0	22,0
26	52,0	13,5	21,3	21,4	19,8	35,9	6,9	67,8	100,0	23,4
27	33,8	12,4	13,8	24,7	41,0	39,5	29,1	70,6	100,0	42,1
28	31,5	7,7	21,9	25,0	28,5	39,5	18,2	67,8	100,0	31,5
29	67,2	10,3	11,6	27,5	11,0	40,2	10,3	71,7	100,0	21,0
30	75,0	8,6	15,3	17,3	7,3	41,0	2,4	72,3	100,0	15,1
31	34,6	7,4	24,9	24,5	22,3	39,4	18,2	64,1	100,0	29,1
32	56,8	11,7	10,8	27,3	17,5	41,5	14,9	73,2	100,0	27,8
33	55,5	8,1	18,2	27,0	23,6	41,3	9,4	68,2	100,0	25,0
34	48,4	10,1	20,1	23,1	32,5	41,1	18,4	73,3	100,0	34,4
35	62,9	7,7	19,3	23,6	24,7	40,0	5,9	69,6	100,0	22,4
36	50,1	7,7	19,3	23,6	24,7	40,0	5,9	69,6	100,0	22,4
37	56,2	8,4	15,5	26,8	17,1	39,9	11,2	64,7	100,0	23,0
38	41,6	10,0	15,5	26,4	29,5	41,2	13,4	69,6	100,0	29,7
39	28,9	10,1	20,1	23,1	32,5	41,1	18,4	73,3	100,0	34,4
40	56,3	8,4	15,5	26,8	17,1	39,9	11,2	64,7	100,0	22,9
41	41,6	10,0	15,5	26,4	29,5	41,2	13,4	69,6	100,0	29,7

Гравітаційна сепарація

Таблиця 2

Фракционный состав концентрата

№	-1,4		1,4-1,5		1,5-1,8		+1,8		Итого	
	Y, %	A ^d , %	Y, %	A ^d , %	Y, %	A ^d , %	Y, %	A ^d , %	Y, %	A ^d , %
1	58,3	10,1	7,1	26,7	0,8	31,1			66,2	12,2
2	36,5	11,9	14,1	24,9	1,4	31,2			51,9	15,9
3	56,4	7,4	11,2	24,1	1,3	33,5			68,9	10,6
4	47,5	8,2	8,8	21,3					56,3	10,3
5	28,7	9,6	8,2	22,2					36,9	12,4
6	26,1	9,0	6,2	20,5					32,2	11,2
7	52,5	5,9	14,9	23,0	2,0	39,4			69,4	10,5
8	23,9	8,6	7,0	21,6					30,9	11,5
9	47,5	7,0	24,4	20,8					72,0	11,7
10	27,6	7,0	6,0	22,9					33,6	9,9
11	30,9	8,1	0,4	18,0					31,2	8,2
12	59,2	7,1	5,1	22,2					64,3	8,3
13	32,1	10,7	8,8	24,7	1,4	29,8			42,4	14,2
14	47,8	10,5	7,9	22,9					55,7	12,2
15	32,3	10,5	5,6	21,4					37,8	12,1
16	44,7	6,3	20,6	23,3					65,2	11,7
17	39,5	8,1							39,5	8,1
18	72,5	8,5							72,5	8,5
19	35,1	7,2	20,0	20,6					55,1	12,1
20	44,4	6,8							44,4	6,8
21	59,2	6,8							59,2	6,8
22	41,2	6,6	6,0	23,9					47,2	8,8
23	49,2	6,4	11,5	22,4					60,8	9,5
24	55,3	6,3	7,0	19,8					62,3	7,8
25	56,9	7,3	10,9	23,1					67,8	9,9
26	63,9	11,0	9,4	21,9	2,5	29,9			75,7	13,0
27	17,8	12,8	16,2	23,2	4,2	30,5			38,2	19,2
28	35,2	8,1	10,2	21,6					45,4	11,1
29	66,7	8,9	5,6	26,7	1,6	37,5	0,4	56,3	74,3	11,1
30	74,9	8,4	14,4	25,9	2,3	40,5			91,6	12,0
31	35,1	7,2	20,0	20,6					55,1	12,1
32	44,4	6,8							44,4	6,8
33	52,3	7,3	8,3	24,6					60,6	9,7
34	35,4	10,1	8,8	23,7	0,5	32,9			44,7	13,0
35	52,0	6,7	11,7	20,4					63,8	9,2
36	52,0	6,7	11,7	20,4					63,8	9,2
37	54,2	7,8	10,5	24,2	0,4	36,4			65,1	10,7
38	44,0	10,2	10,4	25,0	0,6	35,7			55,0	13,3
39	35,4	10,1	8,8	23,7	0,5	32,9			44,7	13,0
40	54,3	7,8	10,5	24,2	0,4	36,4			65,3	10,7
41	44,0	10,2	10,4	25,0	0,6	35,7			55,0	13,3

Гравітаційна сепарація

Таблиця 3

Фракционный состав отходов

№	-1,4		1,4-1,5		1,5-1,8		+1,8		Итого	
	Y, %	A ^d , %	Y, %	A ^d , %	Y, %	A ^d , %	Y, %	A ^d , %	Y, %	A ^d , %
1	1,0	33,8	4,9	33,4	19,0	41,4	9,0	73,2	33,8	48,4
2			6,3	30,0	21,7	44,1	20,0	74,0	48,1	54,7
3			1,0	29,2	15,0	42,5	15,1	77,0	31,1	58,9
4	1,6	16,2	9,4	26,6	13,6	43,0	19,1	70,3	43,7	50,5
5			8,5	26,6	24,9	40,0	29,7	77,1	63,1	55,6
6			14,2	14,8	31,0	39,3	22,5	72,8	67,8	45,3
7			1,6	30,3	15,4	43,0	13,6	73,1	30,6	55,7
8			12,5	25,1	38,1	39,6	18,5	67,8	69,1	44,5
9			2,8	30,5	15,5	38,1	9,7	62,5	28,0	45,8
10	0,3	24,1	11,7	28,1	29,8	41,1	24,5	63,5	66,4	47,0
11	5,4	19,7	11,6	27,1	32,8	40,2	18,9	63,6	68,8	42,8
12	0,9	24,3	4,4	28,2	20,2	41,4	10,2	63,8	35,7	45,7
13			2,6	28,0	34,4	40,9	20,6	74,5	57,6	52,3
14			5,4	25,6	26,0	38,2	12,9	73,1	44,3	46,9
15			10,5	24,2	33,9	38,7	17,8	69,4	62,2	45,0
16			6,2	29,0	17,6	40,4	10,9	71,4	34,8	48,1
17	7,1	25,2	14,4	31,3	26,3	33,2	12,8	68,0	60,5	39,2
18	1,4	21,4	6,2	28,0	8,5	33,0	11,5	63,6	27,5	44,0
19			2,2	30,7	25,0	39,3	17,6	67,6	44,9	50,0
20	8,5	19,7	12,8	27,8	17,3	40,4	17,1	73,6	55,6	44,5
21	5,5	18,0	13,4	26,5	12,7	40,6	9,2	67,4	40,8	39,0
22			7,4	25,3	19,7	39,7	25,7	75,6	52,8	55,2
23			11,3	29,3	19,1	42,5	8,9	67,8	39,2	44,4
24			13,5	26,9	13,8	41,2	10,5	72,6	37,7	44,8
25			7,3	27,9	14,9	40,8	10,0	72,2	32,2	47,6
26					12,6	39,3	11,7	73,6	24,3	55,8
27			1,2	29,0	30,4	41,5	30,2	72,4	61,8	56,3
28			9,7	27,0	24,6	40,0	20,3	68,8	54,6	48,4
29	0,5	20,4	6,0	28,3	9,4	40,7	9,9	72,4	25,7	49,6
30			1,0	30,6	4,9	41,2	2,4	72,3	8,4	48,9
31			2,2	30,7	25,0	39,3	17,6	67,6	44,9	50,0
32	8,5	19,7	12,8	27,8	17,3	40,4	17,1	73,6	55,6	44,5
33	0,3	16,7	7,0	29,9	20,2	42,8	12,0	70,1	39,4	48,6
34	0,2	22,8	6,6	28,0	29,4	42,6	19,1	74,2	55,3	51,7
35			5,6	24,1	19,7	40,9	10,9	64,9	36,2	45,5
36			5,6	24,1	19,7	40,9	10,9	64,9	36,2	45,5
37	0,2	17,1	3,0	26,7	20,6	38,2	11,1	65,9	34,9	45,9
38	0,5	21,9	6,1	30,1	27,6	45,8	10,8	72,7	45,0	49,9
39	0,2	22,8	6,6	28,0	29,4	42,6	19,1	74,2	55,3	51,7
40	0,2	17,1	3,0	26,7	20,5	38,2	11,0	66,2	34,7	46,0
41	0,5	21,9	6,1	30,1	27,6	45,8	10,8	72,7	45,0	49,9

Гравітаційна сепарація

Для определения эффективности работы тяжелосреднего гидроциклона в качестве критерия оценки были использованы данные опробования, представленные в таблицах 1-3, и критерий Ханкока-Луйкена:

$$E = \frac{\varepsilon - \gamma_k}{100 - a} \cdot 100\%,$$

где ε – извлечение в концентрат фракций, плотность которых ниже плотности разделения, %; γ_k – выход концентрата, %; a – содержание в исходном материале фракций, плотности которых ниже плотности разделения, %.

Средняя эффективность обогащения, определенная по Ханкоку-Луйкелю составила 81,4%.

При этом, в соответствии с ГОСТ [1] категория обогатимости рядового угля была определена по показателю:

$$T = \frac{\gamma_{\text{пн}}}{100 - \gamma_{\text{п}}} 100\%$$

где $\gamma_{\text{пн}}$ и $\gamma_{\text{п}}$ – выход соответственно промежуточных (1500-1800 кг/м³ для каменных углей и 1800-2000 кг/м³ для антрацита) и породных соответственно (>1800 кг/м³ и >2000 кг/м³) фракций, %.

Средний показатель категории обогатимости [2], составил 29 (Сверхтрудная 1). При этом значения варьировались в пределах от 7 (Средняя) до 51 (Сверхтрудная 3).

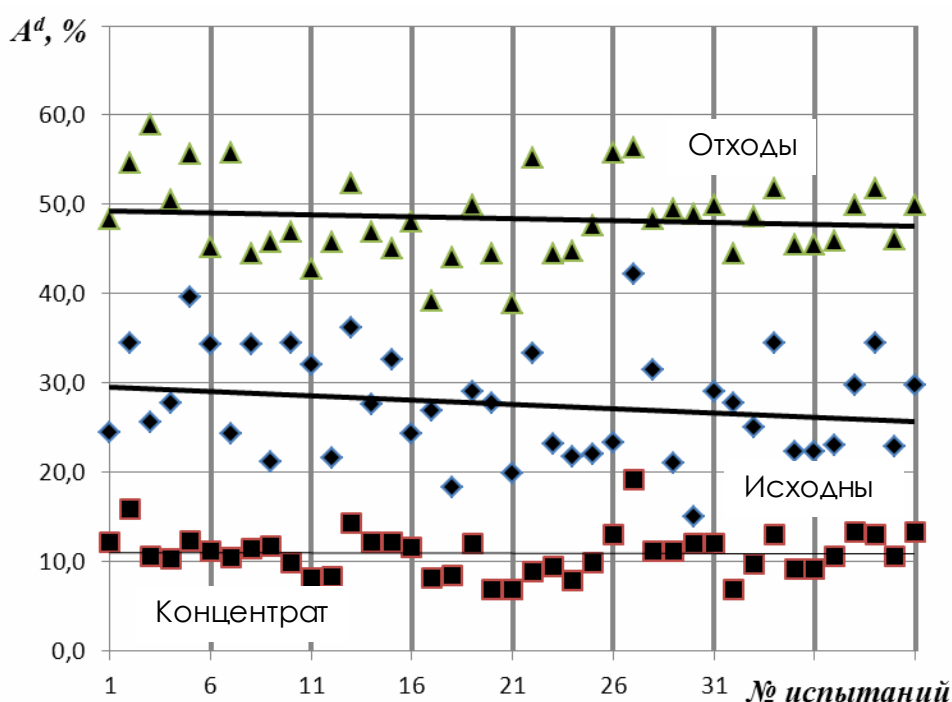


Рис. 2. Динамика изменения зольности

Динамика изменения выхода концентрата и зольности продуктов представлена на рис. 2-3.

Из рис. 2 следует, что колебания зольности исходного материала происходит в промежутке от 20 до 40%; отходов – от 45 до 55%; концентрата – от 8 до 15%.

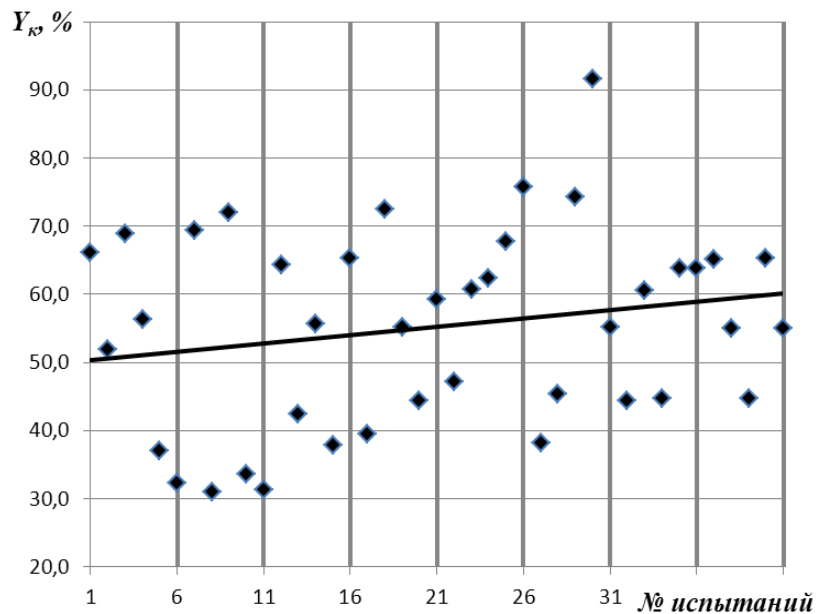


Рис. 3. Динамика изменения выхода концентрата

Зависимость, приведенная на рис 3, показывает тенденцию к небольшому увеличению выхода концентрата, составляющую около 10%.

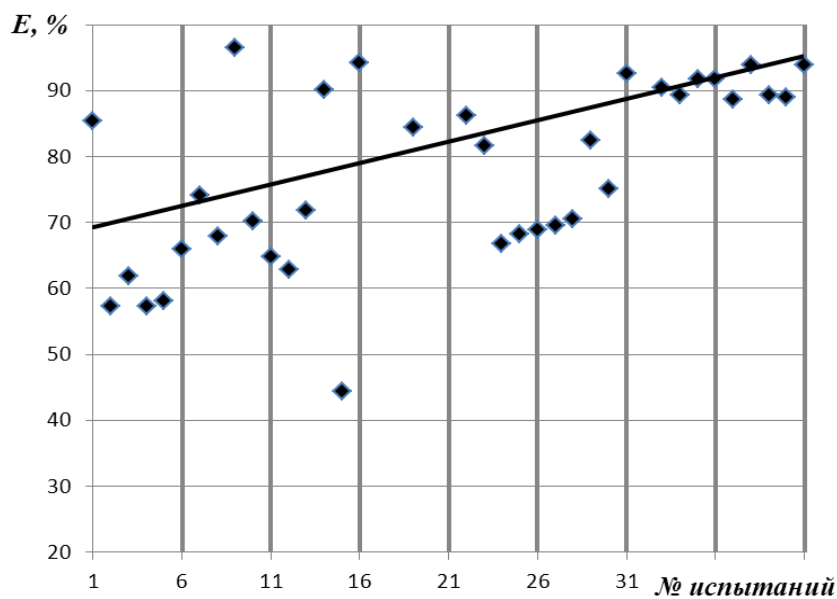


Рис. 4. Динамика изменения эффективности обогащения

Гравітаційна сепарація

На рис. 4 представленны расчетные значения, показывающие возростание показателя эффективности обогащения.

Из вышеизложенного материала следует, что несмотря на тенденцию к росту показателя категорий обогатимости, наблюдается увеличение выхода концентрата при стабильном значении зольности концентрата и значительном росте эффективности обогащения.

Список литературы

1. Угли каменные и антрацит. Метод определения обогатимости: ГОСТ 10100–84. – [Действующий от 01.07.85 г.]. – М.: Госстандарт СССР. – 1984. – 26 с. – (Стандарт СССР).
2. Полулях А.Д., Полулях Д.А. О категориях обогатимости рядового угля // Збагачення корисних копалин: Наук.-техн. зб. – 2011. – Вип. 44(85). – С. 13-18.

© Полулях Д.А., Полулях О.В., 2012

*Надійшла до редколегії 17.09.2012 р.
Рекомендовано до публікації д.т.н. О.Д. Полуляхом*