

**А.Д. ПОЛУЛЯХ**, д-р техн. наук  
(Україна, Днепропетровск, ГП "УкрНИИУглеобогащение"),

**Д.А. ПОЛУЛЯХ**, канд. техн. наук  
(Україна, Днепропетровск, Национальный горный университет)

## ОБ УВЕЛИЧЕНИИ КОЛИЧЕСТВА КАТЕГОРИЙ ОБОГАТИМОСТИ УГЛЕЙ

Как известно [1, 2], зольность минимальная товарной продукции и максимальная отходов обогащения определяется соответственно зольностью легких и тяжелых фракций в рядовом угле. Фактическая зольность продуктов получается в результате их засорения некондиционными фракциями. При прочих равных условиях величина взаимозасорения зависит от категории обогатимости рядового угля: чем труднее категория, тем больше засорение концентрата и отходов, особенно при выделении двух продуктов. В соответствии с ГОСТ [3] категория обогатимости рядового угля определяется по показателю

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

где  $\gamma_{\text{пр}}$  и  $\gamma_{\text{п}}$  – выход соответственно промежуточных (1500...1800 кг/м<sup>3</sup> для каменных углей и 1800...2000 кг/м<sup>3</sup> для антрацита) и породных соответственно (>1800 кг/м<sup>3</sup> и >2000 кг/м<sup>3</sup>) фракций, %.

Из анализа уравнения следует, что показатель определяется значениями  $\gamma_{\text{пр}}$  и  $\gamma_{\text{п}}$ : чем больше  $\gamma_{\text{пр}}$  (при  $\gamma_{\text{п}} = \text{const}$ ) или  $\gamma_{\text{п}}$  (при  $\gamma_{\text{пр}} = \text{const}$ ), тем больше  $T$  и труднее категория обогатимости рядового угля.

*Таблица 1*

Показатель $T$ , %	0...<5	5...<10	10...<15	$\geq 15$
Категория обогатимости в соответствии с ГОСТ 10100-84	Легкая	Средняя	Трудная	Очень трудная

Из табл. 1 видно [3], что обогатимость угля характеризуется четырьмя категориями и после  $T = 15\%$  трудность его обогащения с ростом  $T$  остается постоянной. Однако эта закономерность не соответствует действительности.

Рассмотрим факторы, влияющие на значение  $T$ . Из рис. 1 следует, что при увеличении содержания промежуточных фракций в рядовом угле в 2 раза (при постоянном количестве породы) показатель  $T$  также возрастает в 2 раза, т. е. пропорционально. При увеличении содержания породных фракций в 2 раза (рис. 2)  $T$  возрастет не равномерно: при увеличении содержания породных фракций с 5 до 10% показатель  $T$  повышается в 1,12 раза, с 10 до 20% – в 1,3 раза, с 20 до 40% – в 1,5 раза. Следовательно,  $T$  больше зависит от содержания в рядовом угле промежуточных фракций и менее от породных.

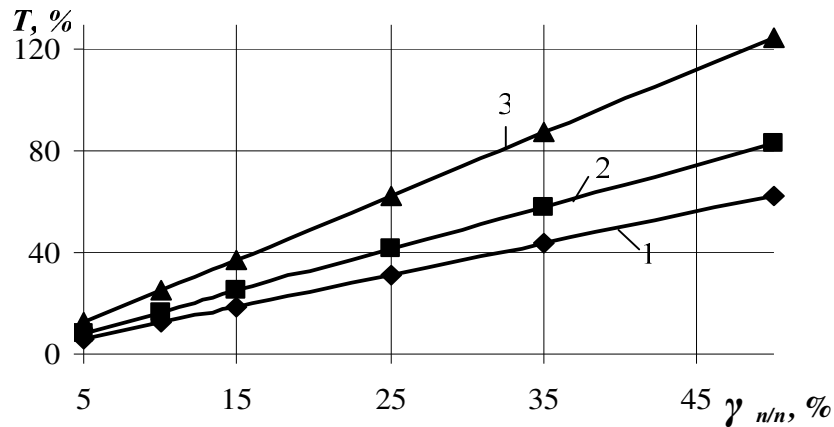


Рис. 1. Залежність показателя обогатимості  $T$  від вмісту промпродукту  $\gamma_{п/п}$  в рядовому вуглі:  
1, 2, 3 – при  $\gamma_{п} = 20, 40$  і  $60\%$  відповідно

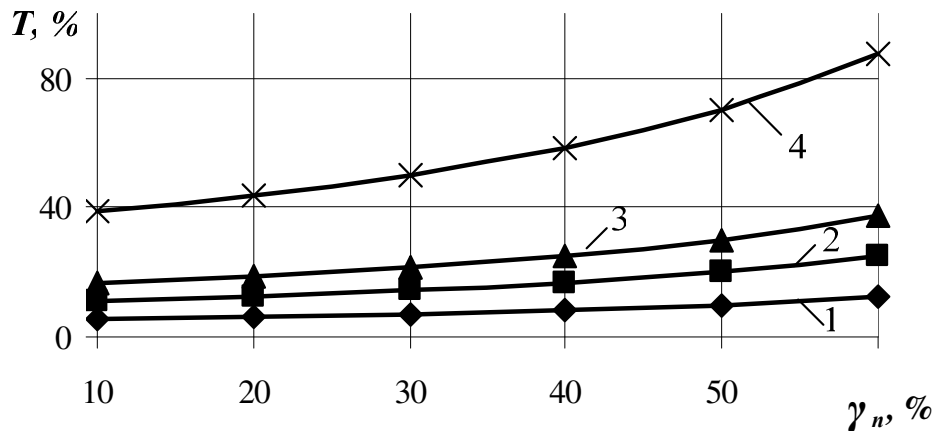


Рис. 2. Залежність показателя обогатимості  $T$  від вмісту породи  $\gamma_{п}$  в рядовому вуглі:  
1 – при  $\gamma_{п/п} = 5\%$ ; 2 –  $10\%$ ; 3 –  $15\%$  і 4 –  $35\%$

При нормированні якості товарної продукції углеобогатительних фабрик засорення продуктів обогачення визначається в відповідності з показателем  $T$ : підвищується з його ростом [4]. Так, засорення легких фракцій при обогаченні мелкого машинного класу крупністю 1-13 мм становить для легкої категорії ( $T < 5\%$ ) обогатимості вугля –  $1,5\%$ , для дуже важкої ( $T \geq 15\%$ ) –  $3\%$ , т. е. збільшено в 2 рази. Можна передбачити: якщо показатель  $T = 45\%$ , то вміст легких фракцій в відходах також збільшиться в 2 рази і становитиме вже  $6\%$ .

Рядові вуглі, поступаючі на обогатительні фабрики України, можуть мати показатель обогатимості  $T \geq 45\%$ . В табл. 2 наведено категорії обогатимості рядових вуглей ГП "Львіввугіль", що містять сапропеліт, густина якого відповідає густині промпродукту, т. е.  $1500 \dots 1800 \text{ кг/м}^3$  [5].

Показатель  $T$  для крупного машинного класу знаходиться в межах від  $53,1 \dots 83,6$  до  $10,5 \dots 40,3\%$ . Для мелкого машинного класу діапазон  $T$  становить

## **Загальні питання технології збагачення**

ляет от 22,5...32,9 до 1,8...23,3%. Полученные результаты подтверждают, что показатель обогатимости  $T$  может иметь значения, которые существенно превышают величины, установленные в СОУ [4]. В таблице 3 приведены показатели обогащения машинных классов рядовых углей шахт ГП "Львовуголь" на ЦОФ "Червоноградская" содержащих в себе сапропелит [5].

*Таблица 2*

Показатели	2003 г.	2004 г.	2005 г.	2007 г.
<b>Шахта "Великомостовская"</b>				
Зольность рядового угля, %	46,4	50,8	51,6	50,6
Выход класса более 25 мм, %	28,56	29,86	34,9	30,67
В том числе сапропелит, %	11,86	18,23	23,92	17,83
Категория обогатимости класса более 13 мм	Очень трудная	Очень трудная	Очень трудная	Очень трудная
Показатель $T$ , %	53,1	83,6	79,6	83,4
Категория обогатимости класса 1-13 мм	Очень трудная	Очень трудная	Очень трудная	Очень трудная
Показатель $T$ , %	28,6	32,9	30,7	22,5
<b>Шахта "Межиричанская"</b>				
Зольность рядового угля, %	54,6	45,0	47,1	55,2
Выход класса более 25 мм, %	34,93	21,33	20,41	27,15
В том числе сапропелит, %	18,09	11,48	7,41	17,51
Категория обогатимости класса более 13 мм	Очень трудная	Трудная	Трудная	Очень трудная
Показатель $T$ , %	79,0	12,4	14,1	59,5
Категория обогатимости класса 1-13 мм	Очень трудная	Средняя	Средняя	Очень трудная
Показатель $T$ , %	23,2	6,8	9,3	16,2
<b>Шахта "Видродження"</b>				
Зольность рядового угля, %	44,5	55,0	60,2	58,0
Выход класса более 25 мм, %	20,66	27,10	22,32	21,28
В том числе сапропелит, %	9,76	12,22	7,12	10,28
Категория обогатимости класса более 13 мм	Легкая	Очень трудная	Очень трудная	Очень трудная
Показатель $T$ , %	2,6	23,0	23,7	55,8
Категория обогатимости класса 1-13 мм	Легкая	Очень трудная	Трудная	Очень трудная
Показатель $T$ , %	3,3	16,2	11,3	21,8
<b>Шахта "Степная"</b>				
Зольность рядового угля, %	44,0	50,5	58,9	43,9
Выход класса более 25 мм, %	20,45	10,51	15,44	19,32
В том числе сапропелит, %	7,04	2,23	2,25	1,51
Категория обогатимости класса более 13 мм	Очень трудная	Очень трудная	Очень трудная	Трудная
Показатель $T$ , %	17,2	18,4	40,3	10,5
Категория обогатимости класса 1-13 мм	Очень трудная	Средняя	Очень трудная	Легкая
Показатель $T$ , %	23,3	9,7	19,6	1,8

## Загальні питання технології збагачення

Таблиця 3

Показатели	Шахты					
	Велико-мостовская	Межиреченская	Видрождення	Заречная	Степная	Червоноградская
Крупный машинный класс						
Содержание сапропелита	30,5	12,8	16,5	13,1	3,1	5,1
Показатель "Т"	83,3	59,5	55,7	42,8	10,5	34,8
Зольность, %	55,1	66,5	66,3	67,7	62,9	61,7
Засорение концентрата, %	31,8	29,3	24,3	16,8	5,0	14,2
В т.ч. пром. фр.	26,1	23,7	18,3	11,8	0,9	10,8
В т.ч. пород. фр.	5,7	5,6	6,0	5,0	4,1	3,4
Зольность концентрата, %	32,9	31,0	34,2	30,3	12,1	25,9
В т.ч. пром. фр.	47,1	50,4	48,0	48,2	45,8	46,9
В т.ч. пород. фр.	53,0	68,8	48,8	47,0	51,3	50,1
Засорение отходов, %	10,7	9,2	7,4	6,9	2,5	5,6
В т.ч. пром. фр.	9,0	7,9	5,8	4,2	2,5	5,6
В т.ч. уголь. фр.	1,7	1,3	1,6	2,7	-	-
Зольность отходов, %	80,2	79,0	76,0	85,7	84,9	68,4
В т.ч. пром. фр.	36,3	45,0	39,7	30,9	57,9	44,8
В т.ч. уголь. фр.	28,4	29,9	39,5	30,7	-	-
Мелкий машинный класс						
Содержание сапропелита	8,8	7,1	8,5	6,1	1,0	5,1
Показатель "Т"	22,6	16,2	21,8	23,7	1,8	12,2
Зольность, %	42,1	45,7	50,6	54,0	31,0	46,8
Засорение концентрата, %	12,0	10,5	11,8	12,0	6,0	8,5
В т.ч. пром./фр.	10,1	7,4	8,3	10,8	1,4	5,2
В т.ч. пород. фр.	1,9	3,1	3,5	1,2	4,6	3,3
Зольность концентрата, %	24,1	18,0	28,8	28,8	20,0	22,6
В т.ч. пром. фр.	51,8	50,5	43,1	51,2	40,8	60,2
В т.ч. пород. фр.	71,1	66,8	65,5	68,7	57,7	58,9
Засорение отходов, %	5,4	4,4	5,5	6,0	3,0	3,8
В т.ч. пром. фр.	5,7	3,2	4,2	2,5	1,7	2,3
В т.ч. уголь. фр.	1,7	1,2	1,3	3,5	1,3	1,5
Зольность отходов, %	79,3	77,3	76,4	82,2	77,2	72,3
В т.ч. пром. фр.	31,5	26,1	42,3	40,8	39,0	50,8
В т.ч. уголь. фр.	40,2	18,5	35,2	32,3	28,1	23,7

Из таблицы 3 следует, что засорение продуктов разделения крупного машинного класса в тяжелосредних сепараторах и мелкого машинного класса в гидравлических отсадочных машинах значительно отличается от приведенных

## **Загальні питання технології збагачення**

в СОУ [4]. Обогащение осуществлялось выделением 2-х продуктов при плотности разделения около  $1800 \text{ кг/м}^3$ . При этом под засорением концентрата подразумевается содержание в нем промежуточных и породных фракций, под засорением отходов – содержание в нем промежуточных и угольных фракций.

Обобщение результатов обогащения машинных классов, содержащих сапропелит, гравитационными методами в условиях ЦОФ "Червоноградская" приведены в табл. 4.

*Таблица 4*

Крупный машинный класс, +13 мм			Мелкий машинный класс, 1-13 мм		
Показатель "Т"	Засорение, %		Показатель "Т"	Засорение, %	
	Концентрата	Отходов		Концентрата	Отходов
4,8	2,9	2,0	1,8	6,0	3,0
6,2	2,7	1,9	3,8	5,8	3,1
10,5	5,0	2,5	5,2	6,1	2,9
14,6	6,7	3,4	6,9	7,1	3,2
15,5	6,9	3,3	8,3	7,3	3,5
17,6	8,4	3,7	12,2	8,5	3,8
20,8	9,1	3,9	14,9	9,6	4,1
25,3	10,7	4,5	16,2	10,5	4,4
29,7	12,9	5,2	18,3	10,7	4,3
34,8	14,2	5,6	21,8	11,8	5,5
36,8	15,3	5,8	23,7	12,0	6,0
42,8	16,8	6,0	24,6	13,7	5,6
45,6	19,3	6,6	26,8	15,9	5,8
50,7	20,7	6,9	28,7	16,3	6,0
55,7	24,3	7,4	31,7	17,1	6,2
59,5	29,3	9,2	34,6	17,9	6,5
65,6	29,6	9,5	38,2	19,1	6,7
74,3	30,1	9,8	42,6	21,3	6,9
83,3	31,8	10,7	44,3	22,8	7,3

Из табл. 4 следует, что взаимозасорение продуктов обогащения увеличивается и после  $T \geq 15\%$  и что существующие категории обогатимости угля не охватывают весь диапазон их значений, а принятые по ним показатели взаимозасорения не соответствуют фактическим. С этой точки зрения необходимо увеличение количества категорий обогатимости рядового угля и установление соответствующих нормативных коэффициентов засорения для всех гравитационных обогатительных процессов. В табл. 5 приведена предлагаемая классификация категорий обогатимости рядовых углей.

*Таблица 5*

Показатель $T$ , %	0...<5	5...<10	10...<15	15...<25	25...<35	35...<50	$\geq 50$
Категории обогатимости	Легкая	Средняя	Трудная	Очень трудная	Сверх трудная 1	Сверх трудная 2	Сверх трудная 3

## **Загальні питання технології збагачення**

*Выводы.* Установленные ГОСТ 10100-84 категории обогатимости рядовых углей и нормативные показатели засорения продуктов обогащения [4] не соответствуют фактическому качеству получаемых концентрата и отходов при  $T > 25\%$ . Предлагается увеличить количество категорий обогатимости рядовых углей с 4 до 7 с соответствующими показателями  $T$ , сохраняя их значения для ранее принятых. Показатели взаимозасорения продуктов обогащения по вновь введенным категориям обогатимости рекомендуется установить по их фактическим значениям в технологических процессах на действующих углеобогачительных предприятиях.

### **Список литературы**

1. Справочник по обогащению углей / Под ред. И. С. Благова, А. М. Коткина, И. С. Зарубина. – М.: Недра, 1984. – 614 с.
2. Техника и технология обогащения углей / Под ред. В. А. Чантурия, А. Р. Молявко. – М.: Наука, 1995. – 622 с.
3. Угли каменные и антрацит. Метод определения обогатимости: ГОСТ 10100-84. – [Действующий от 01.07.85 г.]. – М.: Госстандарт СССР, 1984. – 26 с. – (Стандарт СССР).
4. Вугільні продукти збагачення. Методика розрахунку показників якості: СОУ 10.1.001855755.002-2004. – Офіц. вид. – К.: Мінпаливенерго України, 2004. – 47 с. – (Нормативний документ Мінпаливенерго України).
5. Определить влияние содержания сапропелита на показатели взаимозасорения продуктов гравитационного обогащения углей на ЦОФ "Червоноградская": Отчет о НИР / УкрНИИУглеобогащение; руководитель А. Д. Полулях. – Шифр темы 27401-050; Инв. № 3043. – Луганск: ГП "УкрНИИУглеобогащение", 2007. – 73 с.

© Полулях А.Д., Полулях Д.А., 2012

*Надійшла до редколегії 11.01.2012 р.  
Рекомендовано до публікації д.т.н. П.І. Піловим*