

УДК 622.7:658.512; 622.7.017.2; 622.7:504.064.43;
622.7.098.2

В.А. Козлов

ВЛИЯНИЕ СПОСОБОВ ОБОГАЩЕНИЯ УГЛЯ НА ВЫХОД КОНЦЕНТРАТА В ТЕОРЕТИЧЕСКОМ БАЛАНСЕ ПРОДУКТОВ НА ПРИМЕРЕ ДЕНИСОВСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ ЮЖНО-ЯКУТСКОГО КАМЕННОУГОЛЬНОГО БАССЕЙНА

*Обозначена проблема влияния способов обогащения угля в схеме углеобога-
тельной фабрики на результат расчета теоретического баланса продуктов на при-
мере исследований угля Денисовского месторождения Южно-Якутского каменно-
угольного бассейна.*

Ключевые слова: фракционный состав, обогатимость угля, баланс продуктов.

Работа по комплексному ис-
следованию качественной ха-
рактеристики и обогатимости угля
пласта К4 Денисовского месторожде-
ния была выполнена ОАО «Сибниуг-
леобогащение» в 2003 году [1].

Угли в соответствии с ГОСТ 25543-88 относятся к коксующимся углям марки «К». Месторождение находится в зоне вечной мерзлоты, и в связи с этим угли имеют слабую структурную прочность и сильно измельчены. Это обуславливает наличие большого количества шлама (таблица грансостава приведена ниже), и предполагает применение процессов флотации с целью максимального извлечения ценного компонента.

В настоящее время выполняется проект обогатительной фабрики для переработки углей ш. «Денисовская» и ш. «Дежневская», промплощадка которой будет располагаться между п. Чульман и г. Нерюнгри в Южной Якутии.

Гранулометрический состав рядового угля согласно отчету [1] (табл. 1)

Для каждого элементарного класса в работе [1] определены фракционные составы по 6 плотностям разделения.

Сводный фракционный состав рядового угля класса 0х50 мм (табл. 2).

На рис. 1 представлены кривые обогатимости рядового угля класса 0х50 мм.

Теоретический баланс продуктов обогащения обычно рассчитывается по данным фракционного лабораторного анализа, что, как покажем ниже, является некорректным подходом, и

Таблица 1

Классы, мм	Рядовой уголь	
	вых.,%	зольн.,%
>50	0,41	41,40
25-50	0,86	60,40
13-25	8,28	44,60
6-13	12,49	35,10
3-6	20,28	24,40
2-3	7,43	21,00
1-2	11,46	16,80
0,5-1	11,36	14,50
0-0,5	27,43	14,60
Всего:	100,0	22,90
в том числе:		
0,3-0,5	5,38	14,10
0,15-0,3	8,50	13,40
0,05-0,15	4,94	15,70
0-0,05	8,61	15,40
Итого:	27,43	14,60
0-0,3	22,05	14,70

Таблица 2

Плотность Фракций, кг / м ³	Среднее значение фракций	Выход, %	Зольность, %	Суммарные данные			
				всплывшие фракции		потонувшие фракции	
				$\gamma, \%$	$A^c, \%$	$\gamma, \%$	$A^c, \%$
1	2	3	4	5	6	7	8
1200-1300	1250	34,89	6,38	34,89	6,38	100,0	22,86
1300-1400	1350	29,56	13,21	64,45	9,51	65,11	31,68
1400-1500	1450	12,34	23,36	76,79	11,74	35,55	47,04
1500-1600	1550	5,17	33,43	81,96	13,11	23,21	59,64
1600-1800	1700	4,92	44,61	86,88	14,89	18,04	67,15
1800-2000	1900	2,00	56,25	88,88	15,82	13,12	75,60
2000-2800	2400	11,12	79,08	100,0	22,86	11,12	79,08
Итого:		100,0	22,9				

Таблица 3

Наименование продукта	Выход, %	Зольность, %	Плотность, кг / м ³
Концентрат	64,45	9,5	1400
Микст	35,55	47,1	
Итого:	100,0	22,9	

предполагает некоторое завышение выхода концентрата.

Например, теоретический баланс рядового угля класса 0х50 мм, выше-приведенного фракционного состава, на заданную зольность концентрата 9,5% определяется по кривым обогащения (рис. 1, табл. 3).

Выход концентрата 64,45 %, заданной зольностью 9,5 %, получен при плотности разделения ровно 1400 кг/м³, что является случайным совпадением. Микст в балансе является относительно низкзолным продуктом и, следовательно, потребует вторую стадию разделения для микста с получением из него промпродукта и породы.

Выход концентрата 64,45% является теоретически максимально возможной величиной, получаемой в лаборатории с разделением в тяжелых жидкостях всего угля с включением шламов крупностью до «нуля». В промышленных условиях разделить шлам крупностью до «нуля» на производи-

мом в мире в настоящее время угле-обогащительном оборудовании, принцип работы которого основан на использовании только гравитационных и центробежных сил, фактически не представляется возможным. В связи с чем, общепринятым процессом на производстве для разделения угольного шлама до «нуля» является флотация, использующая физико-химические взаимодействия флотореагентов с поверхностью угольных частиц и сродство угольных частиц к пузырькам воздуха в водной среде.

Таким образом, расчет теоретического баланса необходимо производить с учетом существующих процессов обогащения и, в соответствии с ними, производить разделение угля по машинным классам. Для нашего случая принимаем, что класс 0,3х50 мм обогащается гравитационно-инерционным способом и в центробежном поле сил, более конкретно, класс 1х50 мм в тяжелосредних гидроциклонах и класс 0,3х1 мм в спиральных

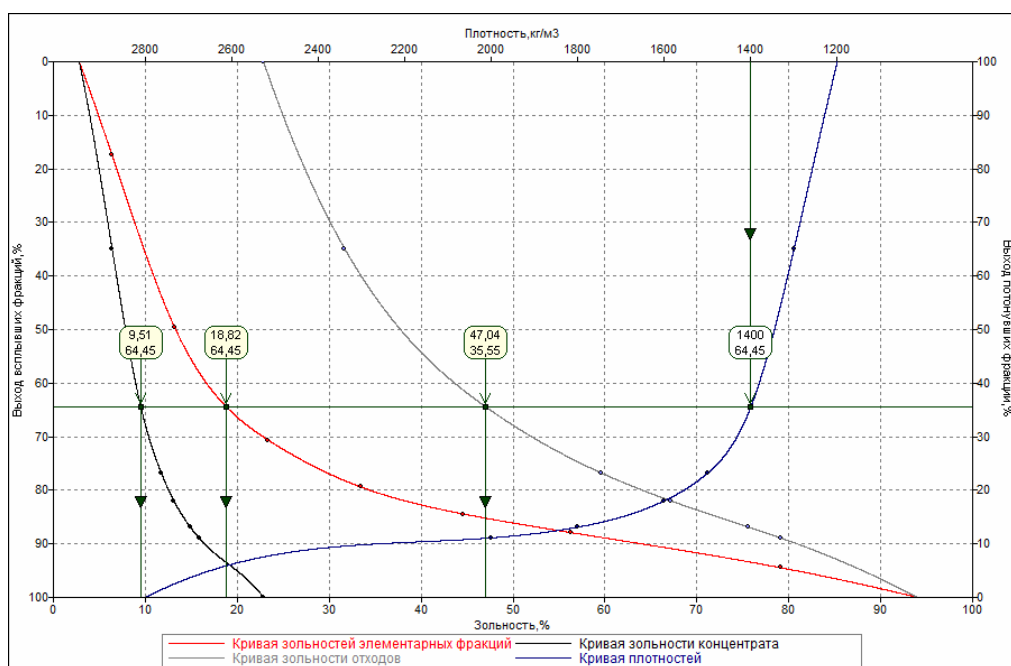


Рис. 1. Кривые обогатимости рядового угля класса 0x50 мм

Таблица 4

Процессы обогащения	Классы, мм	Выход, %	Зольность, %
Инерционные	0,3-50	77,95	25,16
Флотация	0-0,3	22,05	14,70
Всего:		100,0	22,9

сепараторах (или в гидросайзерах). Тонкий класс 0x0,3 мм обогащается способом флотации. Тогда рядовой уголь разделим по машинным классам крупности с учетом процессов обогащения (табл. 4).

Рассчитаем теоретический выход концентрата для условий, что класс 0,3x50 мм будет обогащаться гравитационным способом, а класс 0x0,3 мм способом флотации.

Рассмотрим отдельно фракционный состав класса 0,3x50 мм (табл. 5).

Значение показателя обогатимости угля класса 0,3x50 мм согласно ГОСТ 10100-84 составляет 28,6%, что относит уголь к очень трудной категории обогатимости (IV).

На основании фракционного состава угля класса 0,3x50 мм построены кривые обогатимости (рис. 2) и вычислен теоретический баланс продуктов обогащения 1-й стадии разделения угля на зольность концентрата 9,5 %.

Критерий обогатимости, определяемый по кривой Бэрда на графике рис. 2, дает значение выхода продукта в пределах $\pm 100 \text{ кг/м}^3$ от плотности разделения - 38,1%, что характеризует уголь как чрезвычайно трудный к обогащению, что соответствует определению ГОСТ 10100-84.

Теоретический баланс продуктов для класса 0,3x50 мм на зольность концентрата 9,5%, вычисленный по фракционному составу (табл. 6).

Таблица 5

Плотность фракций, кг/м ³	Среднее значение фракций	Выход, %	Зольность, %	Суммарные данные			
				всплывшие фракции		потонувшие фракции	
				γ, %	A ^c , %	γ, %	A ^c , %
1	2	3	4	5	6	7	8
1200-1300	1250	34,58	7,05	34,58	7,05	100,0	25,16
1300-1400	1350	26,07	14,12	60,65	10,09	65,42	34,73
1400-1500	1450	12,78	24,53	73,43	12,60	39,35	48,38
1500-1600	1550	5,88	33,87	79,31	14,18	26,57	59,86
1600-1800	1700	5,67	45,00	84,98	16,24	20,69	67,24
1800-2000	1900	2,32	56,69	87,30	17,31	15,02	75,64
2000-2800	2400	12,70	79,10	100,0	25,16	12,70	79,10
Итого:		100,0	25,16				

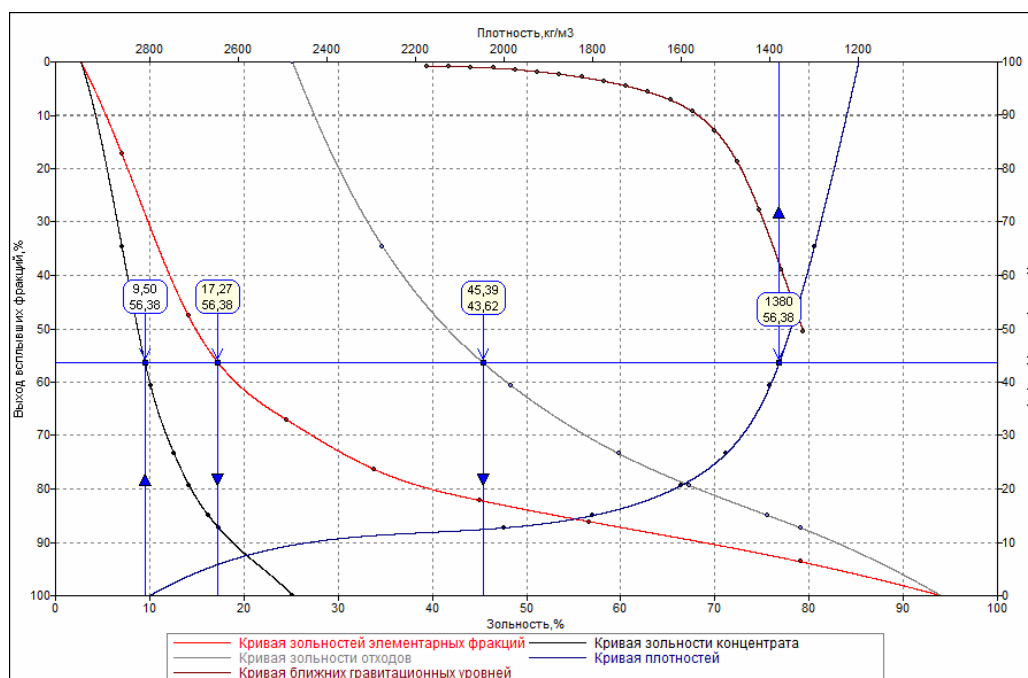


Рис. 2. Кривые обогатимости машинного класса 0,3x50 мм

Таблица 6

Наименование продукта	Выход, %	Зольность, %	Плотность разделения, кг/м ³
Концентрат	56,38	9,50	1380
Микст	43,62	45,40	
Итого:	100,0	25,16	

Класс 0x0,3 мм будет обогащаться флотацией и в работе [1] приведены данные по лабораторному опыту дробной флотации (табл. 7)

По этим данным в отчете [1] построена кривая флотируемости шлама, по которой определяем, что за 4,2 минуты можно получить концен-

Таблица 7

Продукты флотации	Выход, %	Зольность, %	Суммарные всплывшие		Суммарные потонувшие	
			Вых.,%	Зольн.,%	Вых.,%	Зольн.,%
Концентрат-1	11,9	7,8	11,9	7,8	100,0	14,2
Концентрат-2	17,8	8,3	29,7	8,1	88,1	15,1
Концентрат-3	42,8	9,5	72,5	8,9	70,3	16,8
Концентрат-4	13,4	11,7	85,9	9,3	27,5	28,1
Концентрат-5	7,0	20,1	92,9	10,1	14,1	43,6
Концентрат-6	1,1	27,1	94,0	10,3	7,1	66,7
Концентрат-7	0,8	46,5	94,8	10,6	6,0	74,0
Концентрат-8	0,5	55,2	95,3	10,9	5,2	78,2
Итого:	95,3	10,9	100,0	14,2	4,7	80,7
Отходы	4,7	80,7	-	-	-	-
Всего:	100,0	14,2	-	-	-	-

Таблица 8

Класс, мм	Выход класса к р.у.	Выход конц-та к классу, %	Выход конц-та к р.у., %	Зольность, %	Плотность, кг/м ³
0,3-50	77,95	56,38	43,95	9,50	1380
0-0,3	22,05	87,0	19,18	9,50	-
Итого:	100,0	-	63,13	9,50	-

трат зольностью 9,5 % с выходом 87,0 %.

Тогда теоретический выход концентрата для всего рядового угля с учетом флотации шлама класса 0х0,3 мм составит (см. табл. 8).

Полученное значение теоретического выхода концентрата 63,13 % является максимально возможным выходом для рассматриваемого рядового угля с учетом процессов обогащения машинных классов. Это значение на 1,32 % ниже, чем выход, определяемый по фракционному составу угля 64,45 %.

Таким образом, можно сделать вывод, что теоретический баланс про-

дуктов зависит от применяемых способов обогащения машинных классов угля. Это накладывает более жесткие ограничения сверху по теоретическому выходу концентрата, т.е. получить практический выход концентрата более 63,13 % при прочих равных условиях будет уже невозможно, что на 1,32 % ниже теоретического выхода определяемого по общепринятой методике.

Данный факт должен учитываться при выполнении проектирования углеобогащительных фабрик, оценки тендерных конкурентных предложений и экономической эффективности проектов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Отчет по НИР «Провести комплексное исследование качественной характеристики и обогатимости угля пласта К4 Дени-

совского месторождения». – ОАО «Сибнии-углеобогащение». Прокопьевск, 2003. **ГЛАВ**

КОРОТКО ОБ АВТОРЕ

Козлов Вадим Анатольевич – кандидат технических наук, доцент, главный технолог ООО «Коралайна Инжиниринг» (СЕТСО).

UDC 622.7:658.512; 622.7.017.2;
622.7:504.064.43; 622.7.098.2

**EFFECT OF THE COAL PREPARATION METHODS ON THE CONCENTRATE YIELD
IN THE THEORETICAL COAL-CLEANING BALANCE IN TERMS OF THE DENISOVSKY
COALFIELD, SOUTH YAKUTIA**

Kozlov V.A., Candidate of Engineering Sciences, Assistant Professor,
OOO "Coraline Engineering" (CETCO).

The author points at the presence of influence exerted by coal preparation methods used at a coal-cleaning plant on the theoretical coal-cleaning balance calculation in terms of the analysis of coal from the Denisovsky coalfield in South Yakutia. The calculation of the theoretical coal-cleaning balance should account for dressing processes included in the coal-cleaning plant flowsheet, and size classification of coal should be performed accordingly. The calculation should take into account difference of physical principles of dressing processes, e.g., gravity preparation in jig washer or float-and-sink cyclone and foam flotation of slurry coal. In this case, the theoretical coal-cleaning balance depends both on the float-and-sink analysis data and the slurry coal flotation results, and the calculated concentrate yield is in this case lower than in the common calculation based on the float-and-sink analysis outcome. A real-world yield of concentrate, considering errors of coal classification on the available washing equipment, cannot exceed the theoretical concentrate yield. Thus, we have an appropriate maximum concentrate yield constraint. The knowledge of this fact will allow tender committees to appreciate competitive bids on new coal preparation plant projects.

Key words: *fractional composition, coal washability, coal-cleaning balance, concentrate yield, ash content, coal flotation.*

REFERENCES

1. RF State Standard 10100-84. Black Coal and Anthracite. Washability Assessment Methods. Moscow: Izd. standartov, 2002.
2. Otchet po NIR «Provesti kompleksnoe issledovanie kachestvennoi kharakteristiki i obogatimosti uglja plasta K4 Denisovskogo mestorozhdeniya». – OAO «Sibniugleobogashchenie». Prokop'evsk, 2003.
3. GOST 10100-84. Ugli kamennye i antratsit. Metod opredeleniya obogatimosti. M.: IPK Iz-datel'stvo standartov, 2002.
4. Kozlov V.A. Pokazatel' obogatimosti, kak instrument issledovaniya fraktsionnogo sostava uglja. Gornyi informatsionno-analiticheskii byulleten'. № 9. M.: Izd-vo MGGU, 2010.
5. Kozlov V.A. Issledovanie znachenii pokazatelya obogatimosti dlya razlichnykh klassov krupno-sti uglja El'ginskogo mestorozhdeniya. Gornyi informatsionno-analiticheskii byulleten'. № 5. M.: Izd-vo MGGU, 2011.
6. Kozlov V.A., Kozlov E.V. Vybora naibolee ratsional'nykh metodov otsenki obogatimosti uglja dlya prakticheskogo primeneniya pri proektirovanii obogatitel'nykh fabrik. Gornyi informatsionno-analiticheskii byulleten'. № 4. M.: Izd-vo MGGU, 2012.

