

УДК 622.7:658.512; 622.7.017.2;
622.7:504.064.43; 622.753

В.А. Козлов

ПОКАЗАТЕЛЬ ОБОГАТИМОСТИ, КАК ИНСТРУМЕНТ ИССЛЕДОВАНИЯ ФРАКЦИОННОГО СОСТАВА УГЛЯ

Приведены результаты исследования изменения показателя обогатимости, определяемого согласно ГОСТ 10100-84, для исходных пластовых проб угля и дробленного угля Эльгинского каменноугольного месторождения. Выявлены ограничения методики, применяемой в ГОСТе. Разработана методика вычисления показателя обогатимости, требующая внесения дополнений в ГОСТ 10100.

Ключевые слова: показатель обогатимости, фракционный состав угля, кривые обогатимости, зольность концентратов, плотность разделения на фракции.

Показатель обогатимости T , согласно общепринятой в России методики, описанной в ГОСТ 10100-84 [1], вычисляют как отношение выхода промежуточных фракций к беспородной массе по формуле:

$$T = \frac{\gamma_{\text{пром}}}{100 - \gamma_n} \cdot 100, \% \quad (1)$$

где $\gamma_{\text{пром}}$ – выход фракций промежуточного продукта, %; γ_n – выход фракций породы, %.

В зависимости от значения показателя обогатимости уголь относится к следующим категориям:

$T < 5$ – 1 (легкая), $T=5-10$ – 2 (средняя), $T=10-15$ – 3 (трудная), $T > 15$ – 4 (очень трудная).

Фракции делят в соответствии с условием [1]:

- Для каменного угля к концентрату относят фракции менее $1500 \text{ кг}/\text{м}^3$, к промпродукту – фракции $1500-1800 \text{ кг}/\text{м}^3$ и к породе фракции плотностью выше $1800 \text{ кг}/\text{м}^3$.

- Для антрацита к концентрату относят фракции менее $1800 \text{ кг}/\text{м}^3$, к промпродукту – фракции $1800-2000 \text{ кг}/\text{м}^3$ и к породе фракции плотностью выше $2000 \text{ кг}/\text{м}^3$.

При зольности легких фракций каменных углей выше 10% и плотности до $1500 \text{ кг}/\text{м}^3$ к концентрату относят фракции плотностью до $1400 \text{ кг}/\text{м}^3$, а к промпродукту – фракции плотностью от 1400 до $1800 \text{ кг}/\text{м}^3$.

Такое определение нижней границы промежуточных фракций с шагом $100 \text{ кг}/\text{м}^3$ между значениями 1400 и $1500 \text{ кг}/\text{м}^3$ иногда приводит к ошибкам в вычислении значения показателя обогатимости. Эти ошибки обусловлены в первую очередь использованием данных, полученных по общепринятой методике проведения фракционного анализа [2], согласно которой рекомендуется в лаборатории проводить фракционное деление с шагом $100 \text{ кг}/\text{м}^3$.

Например, ниже в табл. 1 приведены фракционные составы коксующегося угля пласта Н15 Эльгинского каменноугольного месторождения, расположенного в Южной Якутии.

В табл. 1 приведены значения показателя обогатимости вычисленного на плотность концентратных фракций $1400 \text{ кг}/\text{м}^3$: $T=35,5\%$ – для исходного угля крупностью 0-100 мм и $T=19,5\%$ – для дробленного угля крупностью

Таблица 1
Фракционные составы коксующегося угля пласта Н15
крупностью 0-100 мм до дробления и после дробления до -3 мм

Плотность фракций, кг/м ³	Пластовая проба		Дробленный до -3 мм	
	выход, %	зольн., %	выход, %	зольн., %
менее 1300	25,57	7,00	33,7	5,1
1300	20,84	16,61	20,4	14,6
1400	11,39	27,21	6,5	24,0
1500	7,58	34,80	3,2	33,7
1600	6,61	47,19	3,4	43,3
1800	6,15	59,54	3,3	57,4
2000	21,86	78,68	29,5	79,8
более 2000				
Итого:	100,0	35,0	100,0	34,2
Обогатимость при плотности 1400 кг/м ³ Т, %	35,5	-	19,5	-
Выход концентратата при плотности 1400 кг/м ³	46,4	11,3	54,1	8,7
Обогатимость при плотности 1500 кг/м ³ Т, %	-	-	9,8	-
Выход концентратата при плотности 1500 кг/м ³	-	-	60,6	10,3

0-3 мм. В обоих случаях уголь относится очень трудной категории обогатимости. Выход концентратата при плотности разделения 1400 кг/м³ после дробления увеличился с 46,4% до 54,1%, а зольность концентратата уменьшилась с 11,3% до 8,7%.

Если принять для дробленного угля границу концентратных фракций 1500 кг/м³, то выход концентратата дробленного угля будет уже 60,6% зольностью 10,3%. Значение показателя обогатимости в этом случае для дробленного угля составит Т=9,8%, что относит дробленный уголь уже к средней категории обогатимости. Как видим, разница значительная.

Логично, что если бы фракционный анализ был выполнен с шагом фракций 50 кг/м³, нижняя граница промежуточных фракций, для которых зольность концентратата была бы менее 10%, определялась бы одним из следующих значений: 1350, 1400, 1450 или 1500 кг/м³. Результатом

более точного вычисления нижней границы промежуточных фракций стало бы и более точное вычисление значения показателя обогатимости и, соответственно, более точная оценка обогатимости угля.

На практике фракционный анализ это достаточно трудоемкий процесс, и зачастую проводят ограниченное количество расслоений в тяжелых жидкостях. Поэтому, как правило, в данных по фракционному анализу угля присутствуют плотности расслоения 1400 и 1500 кг/м³, иногда 1300 кг/м³.

Но существует менее затратный математический метод, позволяющий рассчитать выхода и зольности узких фракций. Этот метод предполагает графическое построение кривых обогатимости по методике, приведенной в ГОСТ 4790-80, и применением различных вычислительных методов на базе компьютерных технологий с погрешностью, которая будет опре-

Таблица 2
Фракционные составы коксующегося угля пласта Н16
крупностью 0-100 мм до дробления и после дробления до -3 мм

Плотность фракций, кг/м ³	Пластовая пробы		Дробленный до -3 мм		
	выход, %	зольн., %	выход, %	зольн., %	
менее 1300	35,18	7,97	26,4	4,2	
1300	34,59	15,69	34,2	13,0	
1400	10,31	25,08	14,3	19,9	
1500	4,03	32,52	5,0	29,4	
1600	4,06	42,48	3,9	35,8	
1800	2000	3,81	62,97	2,6	48,5
более 2000	8,02	76,29	13,6	73,6	
Итого:	100,0	22,4	100,0	22,5	
Обогатимость при плотности 1400 кг/м ³ Т, %	20,9	-	27,7	-	
Выход концентратов при плотности 1400 кг/м ³	69,8	11,8	60,6	9,2	
Обогатимость при плотности 1500 кг/м ³ Т, %	-	-	10,6	-	
Выход концентратов при плотности 1500 кг/м ³	-	-	74,9	11,2	

деляться точностью построения кривых обогатимости по данным фракционного анализа, то есть точностью аппроксимации исходных данных. Погрешность вычисления значения выхода концентратов по условию, что его зольность будет менее 10%, в случае применения аппроксимации кубическими сплайнами оценивается значением менее 5 кг/м³. При этом графически вычисляется и плотность разделения, при которой это условие выполняется.

Применение графического метода будет способствовать и более точному вычислению значения показателя с погрешностью менее 5 кг/м³, по сравнению с методом, принятым в ГОСТ 4790-80 и шагом разбиения диапазона плотностей 100 кг/м³.

В выше приведенном примере мы наблюдаем, что для дробленного угля при верхней границе концентратных фракций 1400 кг/м³ показатель обогатимости равен 19,5%, а при плотности 1500 кг/м³ показатель обога-

тимости равен 9,8%. Как видим, наблюдается существенная разница в значениях показателя обогатимости в 2 раза. И уголь, относящийся фактически к средней категории обогатимости, будет отнесен к очень трудной категории обогатимости.

В связи с этим, было бы правильнее определить по кривым обогатимости точное значение граничной плотности при которой зольность концентратных фракций будет равной 10%, и уже для этой плотности определять точное значение показателя обогатимости (категорию обогатимости).

Для приведенного примера более точное значение показателя обогатимости позволило бы оценить влияние дробления угля на раскрываемость сростков и, тем самым, увеличение выхода концентратов.

Приведем еще один пример, для которого сказанное наиболее ярко выражено.

В табл. 2 приведены фракционные составы угля другого пласта Н16 Эль-

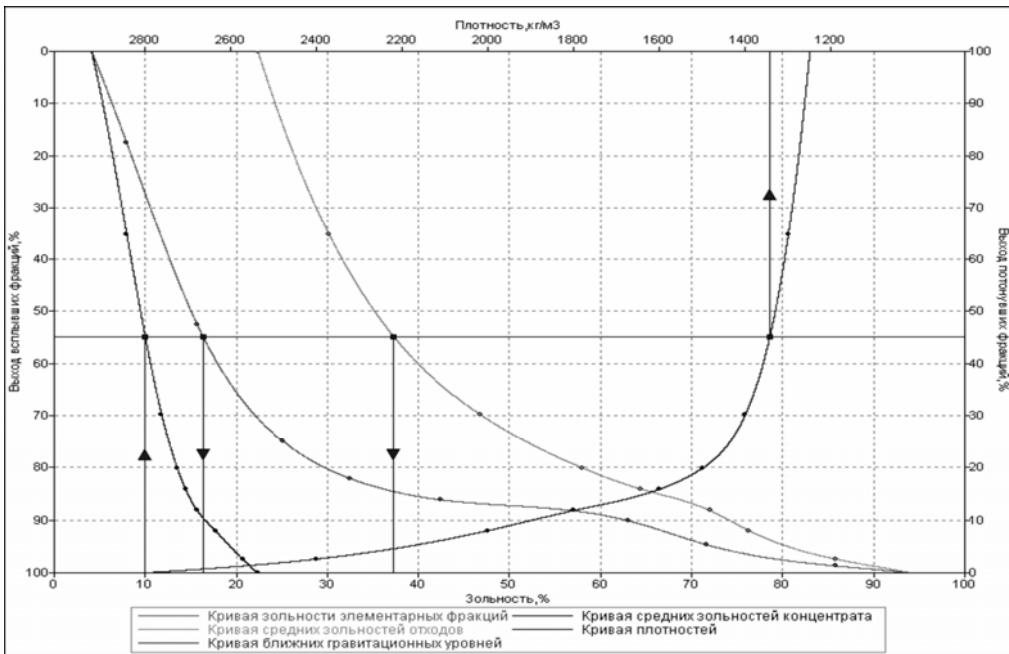


Рис. 1. Графики обогатимости исходного крупного угля для валовой пробы пласта Н16 (табл. 2)

гинского каменноугольного месторождения.

В табл. 2 приведены значения показателя обогатимости вычисленного на плотность концентратных фракций 1400 кг/м³: Т=20,9% - для исходного угля крупностью 0-100 мм и Т=27,7% - для дробленного угля крупностью 0-3 мм. В обоих случаях уголь относится очень трудной категории обогатимости. В данном случае выход концентрата при плотности разделения 1400 кг/м³ уменьшился с 69,8% до 60,6%, а зольность концентрата уменьшилась с 11,8% до 9,2%.

Если принять для дробленного угля границу концентратных фракций 1500 кг/м³, то выход концентрата дробленного угля будет уже 74,9% зольностью 11,2%. Значение показателя обогатимости в этом случае для дробленного угля составит Т=10,6%, что относит дробленный уголь к гра-

нице между средней и трудной категориями обогатимости. Как видим, разница также значительная. Но так как зольность концентрата дробленного угля при плотности 1500 кг/м³ составляет 11,2%, что значительно более установленного значения 10%, то мы, согласно [1], должны принять плотность разделения для концентрата 1400 кг/м³. И, следовательно, принять значение показателя обогатимости 27,7%, что даже больше значения исходного не дробленного угля. Это противоречит здравой научной логике: при дроблении сростки угля раскрываются, что улучшает обогатимость угля.

Построим для фракционного состава угля исходной валовой пробы (табл. 2) кривые обогатимости по методике [2] и определим точную плотность разделения при которой зольность легких концентратных фракций будет равна 10%.

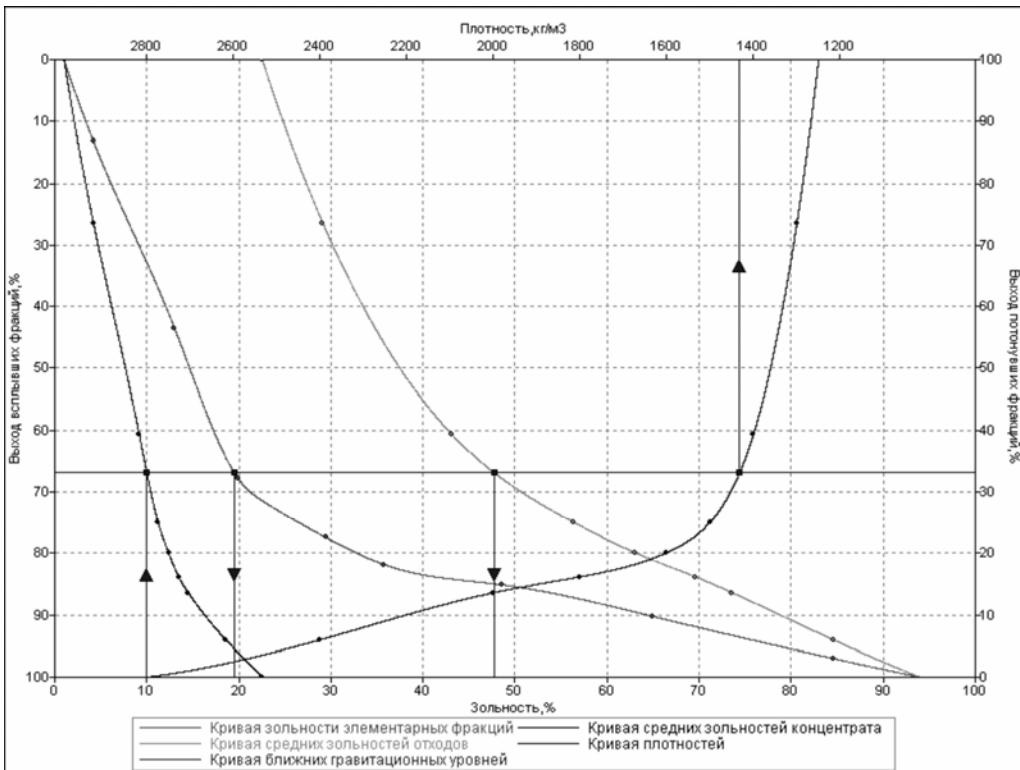


Рис.2. Графики обогатимости угля дробленного до крупности 0-3 мм (табл. 2)

В результате на графике находим, что при зольности концентрата 10% выход концентратных фракций будет 54,9% при плотности разделения 1340 кг/м³. Таким образом, чтобы точно определить значение показателя обогатимости в этом случае мы должны принять нижнюю границу промежуточных фракций 1340 кг/м³, а не 1400 кг/м³, как рекомендует [1]. Тогда выход промежуточных фракций плотностью 1340-1800 кг/м³ составит 33,3%, а беспородных фракций – 88,2%. Следовательно, показатель обогатимости будет равен: $T=33,3/88,2=37,8\%$. При нижней плотности промежуточных фракций 1400 кг/м³, согласно [1], этот показатель равен 20,9%, что значительно меньше, вычисленного нами значения.

Теперь проведем такую же процедуру вычислений для фракционного состава дробленного угля (табл. 2). В результате на графике 2 находим, что при зольности концентрата 10% выход концентратных фракций будет 66,9% при плотности 1430 кг/м³. Таким образом, чтобы точно определить значение показателя обогатимости в этом случае мы должны принять нижнюю границу промежуточных фракций 1430 кг/м³, а не 1400 кг/м³, как рекомендует ГОСТ. Тогда выход промежуточных фракций плотностью 1430-1800 кг/м³ составит 16,9%, а беспородных фракций – 83,8%. Следовательно, показатель обогатимости будет равен: $T=16,9/83,8=20,2\%$. При нижней плотности промежуточных фракций 1400 кг/м³, согласно [1], этот показатель равен

27,7%, что больше, вычисленного нами значения.

Таким образом, все встало на свои места: значение показателя обогатимости при дроблении понизилось с 37,8% до 20,2%.

Заключение

1. Методика расчета показателя обогатимости, приведенная в ГОСТе 10100-84, не достаточно точно учитывает фракционные характеристики угля. Что может приводить к ошибке оценки изменения его обогатимости, например, при дроблении.

2. Описанная выше методика графического метода определения нижней границы промежуточных фракций на строго заданную зольность концентратных фракций 10%, позволяет более точно вычислить значение показателя обогатимости и избежать ошибок в его вычислении.

3. В методику, описанную в ГОСТ 10100-84 по вычислению показателя обогатимости, необходимо внести дополнения, учитывающие результаты исследований, результаты которых приведены в настоящей статье.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ 10100-84 «Угли каменные и антрацит. Метод определения обогатимости».

2. Гост 4790-80 «Топливо твердое. Метод фракционного анализа» Приложе-

ние-1 «Расчет фракционного состава каменных углей и антрацита по данным расслоения в двух и более тяжелых жидкостях». Приложение-3 «Кривые обогатимости». ГИАБ

Коротко об авторе

Козлов В.А. – кандидат технических наук, доцент, инженер-технолог фирмы ООО «Коралайна Инжиниринг» (СЕТСО).



ДИССЕРТАЦИИ

ТЕКУЩАЯ ИНФОРМАЦИЯ О ЗАЩИТАХ ДИССЕРТАЦИЙ ПО ГОРНОМУ ДЕЛУ И СМЕЖНЫМ ВОПРОСАМ

Автор	Название работы	Специальность	Ученая степень
ИНСТИТУТ ГОРНОГО ДЕЛА УРАЛЬСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РАН			
ФУРИН Виталий Олегович	Обоснование технологических па- раметров углубочного комплекса для доработки кругопадающих ме- сторождений	25.00.22	к.т.н.