

ТЕХНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА УГЛЯ КАРА-КЕЧЕ

*С.О. Карабаев, И.М.Локшина, И.П. Гайнуллина, З.Р. Мусабеева,
Б.А. Масырова, А.В. Харченко*

Дана техническая характеристика, определен элементный состав бурого угля Кара-Кече выборки 2008 г. из основного пласта месторождения. Показано, что исследуемый бурый уголь относится к высококалорийному, малосернистому топливу с заметной зольностью и малой влажностью образца.

Ключевые слова: бурый уголь Кара-Кече; теплота сгорания; зольность; влажность; элементный состав.

В работе приведена техническая характеристика образца угля Кара-Кече выборки 2008 г. из основного пласта месторождения. В работе использовался размолотый и просеянный бурый уголь с размерами частиц не больше 60 меш. Элементный анализ аналитической пробы угля был получен по методике [1].

Определение влажности аналитической пробы угля Кара-Кече (W^a , %). Во взвешенный бюкс отбирали 1 г аналитической пробы бурого угля Кара-Кече. Бюкс с навеской топлива помещали в сушильный шкаф, предварительно нагретый до температуры 105–110°C, и сушили в течение 60 мин. После окончания сушки бюкс вынимали из сушильного шкафа, закрывали крышкой и охлаждали 2–3 мин на воздухе, затем в эксикаторе – до комнатной температуры, после чего взвешивали. Контрольные сушки проводили в течение 30 мин до тех пор, пока расхождение между двумя взвешиваниями составляли

не более 0,001 г. За результат принимали самую низкую массу. Массовую долю воды аналитической пробы (W^a) в процентах вычисляли по формуле:

$$W^a = \frac{m_1}{m} \cdot 100, \quad (1)$$

где m_1 – потеря массы при сушке навески, г.; m – масса навески, г.

Определение зольности аналитической пробы (A^a , %). В предварительно взвешенные, прокаленные и пронумерованные фарфоровые лодочки помещали навески топлива в количестве по $1 \pm 0,1$ г. Навески топлива в лодочках размещали равномерным слоем, не допуская насыпания топлива на края тары. Лодочки с навесками помещали в муфельную печь, нагретую до 300°C. Закрыв дверцу, постепенно в течение 1 ч нагревали муфель до температуры 800°C и выдерживали при этой температуре 1 ч. После

прокаливания лодочки с зольным остатком вынимали из муфеля, охлаждали на воздухе 5 мин, а затем в эксикаторе без осушителя при комнатной температуре.

Зольность аналитической пробы топлива (A^a , %) рассчитывали по формуле:

$$A^a = \frac{G_1}{G} \cdot 100, \quad (2)$$

где G_1 – масса зольного остатка, г; G – масса навески аналитической пробы топлива, г.

Зольность топлива в сухом состоянии (A^c , %) рассчитывали по формуле:

$$A^c = A^a \cdot \frac{100}{100 - W^a}. \quad (3)$$

Определение содержания общей серы в аналитической пробе ($S_{оо}^a$, %). Для анализа исследовали навеску аналитической пробы угля в количестве $1 \pm 0,1$ г. Содержание общей серы в аналитической пробе топлива ($S_{оо}^a$, %) определяли по серноокислому бария в соответствии с методикой [1]. Величину $S_{оо}^a$ в процентах вычисляли по формуле:

$$S_{оо}^a = \frac{(G_1 - G_2) \cdot 0,1373}{G} \cdot 100, \quad (4)$$

где G – навеска аналитической пробы топлива, г; G_1 – масса серноокислого бария, полученного при анализе аналитической пробы топлива, г; G_2 – масса серноокислого бария, полученного при контрольном анализе, г; 0,1373 – коэффициент пересчета массы серноокислого бария на массу серы.

Определение выхода летучих веществ в аналитической пробе (V^a , %). Для анализа использовали навески аналитической пробы угля в количестве по $1 \pm 0,1$ г и помещали в предварительно взвешенные тигли, которые с закрытыми крышками помещали в муфельную печь, прогретую до $850 \pm 10^\circ\text{C}$. По истечении 7 мин тигли вынимали из печи, охлаждали на воздухе, не снимая крышек, затем в эксикаторе – до нормальной температуры. Взвешивали и освобождали от нелетучего остатка. Выход летучих веществ в аналитической пробе топлива (V^a , %) вычисляли по формуле:

$$V^a = \frac{(m_2 - m_3) \cdot 100}{(m_2 - m_1)} - W^a, \quad (5)$$

где m_1 – масса пустого тигля с крышкой, г; m_2 – масса тигля с крышкой и навеской топли-

ва до нагревания, г; m_3 – масса тигля с крышкой и остатком после нагревания, г; W^a – массовая доля (в процентах) влаги в аналитической пробе топлива.

Определение теплоты сгорания аналитической пробы. Используемый метод основан на полном сжигании аналитической пробы угля Кара-Кече в калориметрической бомбе с изотермической оболочкой при постоянном объеме в среде сжатого кислорода. Измеряли подъем температуры калориметрического сосуда за счет теплоты, выделившейся при сгорании топлива, вспомогательных веществ, а также при образовании водных растворов азотной и серной кислот в условиях испытаний. Применяли калориметр сжигания жидкостного типа В-08-111. Удельная теплота сгорания аналитической пробы угля (Q_b^a , кДж/кг) рассчитывалась по уравнению:

$$Q_b^a = \frac{C_i \cdot \Delta t - m_1 \cdot q_1}{m}, \quad (6)$$

где C_i – энергетический эквивалент калориметрической системы, кДж / $^\circ\text{C}$; Δt – исправленный прирост температуры в сосуде калориметра; m_1 – разность масс запальной проволоки до и после сжигания, кг; q_1 – удельная теплота сгорания проволоки; m – масса навески аналитической пробы топлива, кг.

Высшая удельная теплота сгорания аналитической пробы топлива (Q_a^a , кДж/кг) рассчитывалась по уравнению:

$$Q_a^a = Q_b^a - (94 \cdot S_b^a + \alpha \cdot Q_b^a), \quad (7)$$

где 94 – коэффициент, учитывающий теплоту образования серной кислоты из диоксида серы; S_b^a – массовая доля серы в аналитической пробе топлива в процентах; $\alpha = 0,0015$ – коэффициент, учитывающий теплоту образования и растворения в воде азотной кислоты.

Определение содержания углерода, водорода, азота и кислорода в аналитической пробе. Элементный анализ топлива дает представление о составе его органической массы, состоящей из пяти основных элементов: С, Н, N, S, O. Все эти элементы, кроме азота, обычно входят и в состав минеральных примесей, что необходимо учитывать при установлении истинного состава органической массы топлива. Из указанных элементов содержание углерода, водорода, азота и серы в органической массе угля определяли экспериментально. Содержание кислорода вследствие отсутствия надежных методов прямого его определения вычисляли по разности, считая что сумма влаги, золы, углерода, водорода, азота,

Таблица 1

Техническая характеристика аналитической пробы бурого угля месторождения Кара-Кече (выборка угля 2008 г. Пласт основной)

Показатель	Результат анализа
Массовая доля влаги в аналитической пробе угля, W^a , %	2,54
Зольность аналитической пробы угля, A^a , %	22,9
Выход летучих веществ в аналитической пробе угля, V^a , %	28,7
Удельная теплота сгорания аналитической пробы угля в калориметрической бомбе, Q_b^a , кДж/кг	20579,53
Высшая удельная теплота сгорания аналитической пробы угля, Q_g^a , кДж/кг	20478,56
Массовая доля общей серы в аналитической пробе угля, $S_{об}^a$, %	0,65

Таблица 2

Элементный анализ бурых углей месторождения Кара-Кече в расчете на беззольную, безводную массу, %

Выборка угля 2008 г. Пласт основной	C^r	H^r	S^r	O^r	$\frac{H}{C}$	$\frac{O}{C}$
	72,33	4,72	1,21	21,74	0,78	0,23

кислорода и серы в аналитической пробе топлива должна быть равна 100%. Методики проведения элементного анализа аналитической пробы угля Кара-Кече взяты из работы [2].

Результаты технической характеристики, элементного анализа аналитической пробы бурого угля месторождения Кара-Кече представлены в табл. 1, 2.

Сопоставление данных табл. 1, 2 для исследуемой выборки угля с результатами исследований месторождения Кара-Кече, проведенных в период с 1970 по 2002 г. [3, 4] обнаружили их соответствие по ряду основных показателей. Однако данные по влажности и зольности в аналитической пробе угля Кара-Кече, полученные нами и авторами работ [3, 4], заметно различались. Так, процент зольности исследуемой нами аналитической пробы был немного выше, чем в [3, 4], а процент влажности, напротив, заметно ниже. По-видимому, различия обусловлены разными способами подготовки аналитической пробы для проведения технического анализа и определения элементного состава образца топлива. Та-

ким образом, на основании проведенных исследований можно заключить, что аналитическая проба бурого угля выборки 2008 г. из основного пласта месторождения Кара-Кече относится к высококалорийному, малосернистому топливу с заметной зольностью и малой влажностью образца.

Литература

1. Авдеева А.А. Контроль топлива на электростанциях / А.А. Авдеева, Б.С. Белосельский, М.Н. Краснов. М.: Энергия, 1973. 383 с.
2. Климова В.А. Основные микрометоды анализа органических соединений. М.: Химия, 1975. 219 с.
3. Назарова Н.И. Угли Киргизии и состав их гуминовых кислот / Н.И. Назарова, Н.К. Алыбаков. Фрунзе: Илим, 1976. 103 с.
4. Результаты системного изучения проблемы получения жидкого топлива и брикетов из углей Кыргызстана / Т.А. Литвиненко, Г.Б. Камбарова, А.А. Морозов, Ш.С. Сарымсаков // Вестник КНУ. 2002. Сер. 3. Вып. 1. С. 53–59.