© Р.А. Суханов, Г.П.Сидорова, 2006

УДК 662.64

Р.А. Суханов, Г.П.Сидорова

ОЦЕНКА НИЗШЕЙ ТЕПЛОТЫ СГОРАНИЯ УГЛЕЙ ПО ИЗВЕСТНЫМ ЗНАЧЕНИЯМ РАБОЧЕЙ ЗОЛЬНОСТИ И РАБОЧЕЙ ВЛАЖНОСТИ

В текущей работе геолога и мастера ОТК разреза постоянно приходится сталкиваться с определением одного из главных показателей качества угля – низшей теплотой сгорания на рабочее состояние топлива (Q_i^r). При планировании, составлении шихты, предварительной оценке качества и решении других текущих вопросов, оперативное определение теплоты сгорания необходимо увязать с известными значениями рабочей влажности и зольности. Различными исследователями постоянно изыскиваются пути определения (Q_i^r) по известным значениям рабочей влажности и зольности (W^r, A^r), методы определения которых менее затратны (как во времени, так и в материальном плане). Так, при изучении Уртуйских углей Сибирским филиалом ВТИ [1] получены уравнения регрессии, приведенные в табл. 1.

Анализируя эти зависимости можно сделать следующий вывод:

– при качественно правильной зависимости $Q_i^r = F(W^r, A^d)$, линии уравнений не параллельны, имеют разный наклон, расстояние между линиями не одинаковы, т.е. не правильно определены коэффициенты уравнений; применяется одно уравнение на целый диапазон влажности. Это можно объяснить недостаточным объемом исходных данных для достоверного определения регрессии.

Нами для установления зависимости $Q_i^r = F(W^r, A^r)$ принят метод, вытекающий из ГОСТ 27313-95 (ИСО 1170-77) «Обозначения показателей качества и формулы пересчета результатов анализа для различных состояний топлива» [4] и «Теплотехнических расчетов по приведенным характеристикам» [5].

Пересчет низшей теплоты сгорания из одного состояния топлива в другое производится по формуле [4, 5]:

$$Q_2^r = (Q_1^r + 6W_1^r)\,\frac{100 - W_2^r - A_2^r}{100 - W_1^r - A_1^r} - 6W_2^r, \qquad (1)$$

где Q_1^r – низшая теплота сгорания на первое состояние топлива с рабочей влажно-

Таблица 1

Зависимость низшей теплоты сгорания уртуйских углей от рабочей влажности и зольности по данным Сибирского филиала ВТИ

Диапазон влажности, W^r, %	Уравнение регрессии Q_i^r, ккал/кг	Коэффициент корреляции
28,0-30,0	$4445{,}37-41{,}86A^d$	0.906
30,1-32,0	$4409.5-43.46\ A^d$	0.804
32,1-33,0	$4540.1-50.57\ A^d$	0.992
33,1-34,0	$4346.1-47.34\ A^d$	0.998
34,1-35,0	$4283.77-46.22\ A^d$	0.974
35,1-36	$4094.4-33.39\ A^d$	0.987

Таблица 2

Зависимость низшей теплоты сгорания уртуйских углей от рабочей влажности и зольности, рассчитанная по средним значениям

Рабочая влажность, W_2^r, %	**Уравнение регрессии Q^r, ккал/кг**
23	5100,6 – 68,0337 A_2^r
24	5026,6– 68,0337 A_2^r
25	4952,5– 68,0337 A_2^r
Рабочая влажность, W_2^r, %	**Уравнение регрессии Q^r, ккал/кг**
26	4878,5– 68,0337 A_2^r
27	4804,5– 68,0337 A_2^r
28	4730,4– 68,0337 A_2^r
29	4656,4– 68,0337 A_2^r
30	4582,4– 68,0337 A_2^r
31	4508,3– 68,0337 A_2^r
32	4434,3– 68,0337 A_2^r
33	4360,3– 68,0337 A_2^r
34	4286,2– 68,0337 A_2^r
35	4212,2– 68,0337 A_2^r
36	4138,2– 68,0337 A_2^r
37	4064,1– 68,0337 A_2^r
38	3390,1– 68,0337 A_2^r

стью W_1^r и рабочей зольностью A_1^r; Q_2^r - низшая теплота сгорания (неизвестное) на второе состояние топлива с известной рабочей влажностью W_2^r и зольностью A_2^r.

Принимаем за Q_1^r, W_1^r, A_1^r показатели качества углей достаточно надежно определенные различными исследованиями [1, 2, 3] на стадии разведки Уртуйского месторождения:

$Q_1^r = 4020$ ккал/кг, $W_1^r = 29{,}5$ %,

$A_1^d = 12{,}5$ %.

При этом:

$$A_1^r = A_1^d \frac{100 - W_i^r}{100} = 8{,}81\ \%, \qquad (2)$$

где A_1^d – зольность на сухое состояние топлива.

Подставляя средние значения в формулу (1) получим:

$$Q_2^r = 68{,}0337(100 - W_2^r - A_2^r) - 6W_2^r \quad (3)$$

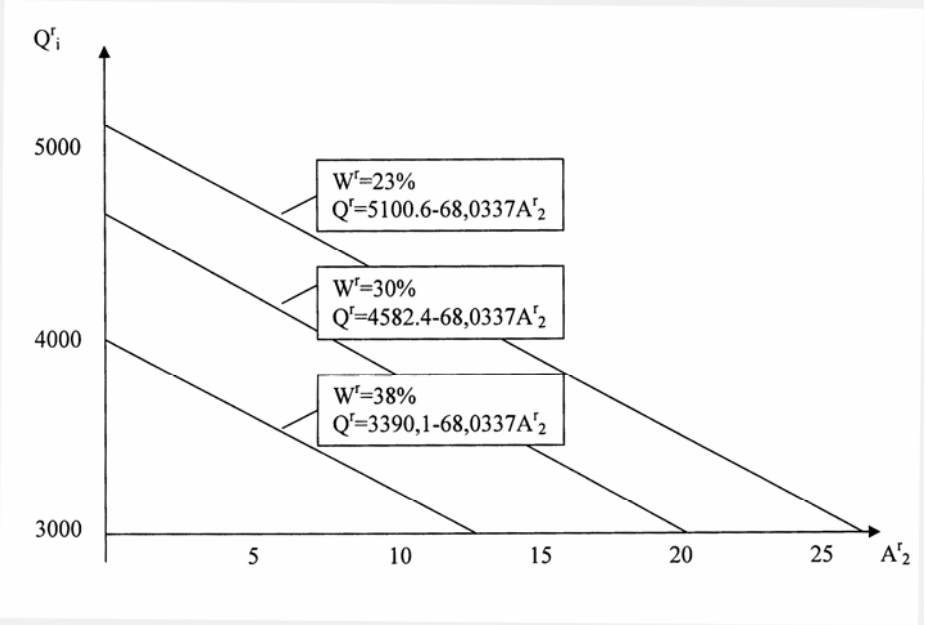
Формула (3) позволяет рассчитать низшую теплоту сгорания (Q_2^r) Уртуйских углей для любого состояния топлива по известным значениям рабочей влажности и зольности.

На основе данной формулы, построена палетка для определения Q_2^r графическим способом (рисунок).

Масштаб построения графика и количество линий может быть любым. Уравнения регрессии для целых значений рабочей влажности приведены в табл. 2.

Дробные значения зольности и влажности откладываются на палетке путем интерполяции между целыми значениями.

Правильность определения низшей теплоты сгорания по формуле (3) и графику проверена по результатам определения этого показателя лабораторией ТЭЦ г. Краснокаменска в период с 1999 по 2004 годы. По известным значениям W_2^r и A_2^r, определенным в лаборатории, рассчитывалась величина Q_2^r по формуле (3), которая сравнивалась с фактически полученным значением на калориметре. Всего сравнивалось 284 определения. Среднее квадратическое расхождение между рассчитанным и фактическим значениями со-



Графическая зависимость низшей теплоты сгорания (Q^r_i) Уртуйских углей от рабочей зольности (A^r_i) и рабочей влажности (W^r_i).

ставило ± 3,5 %. Необходимо иметь в виду, что это расхождение является суммой погрешностей определения трех составляющих: влажности, зольности и теплоты сгорания пробы в лабораторных условиях.

При оценке низшей теплоты сгорания угля (Q_2^r) по известным значениям рабочей влажности и зольности третий анализ (собственно определение теплоты сгорания угля) исключается. Точность определения Q_2^r будет зависеть только от точности определения рабочей влажности (W_2^r) и рабочей зольности (A_2^r). Погрешностью определения средних параметров Q_1^r, W_1^r, A_1^r можно пренебречь, т.к. они определенны по представительному объему проб, характеризующих все месторождение.

Уртуйские угли имеют сложный петрографический состав и различное соотношение микрокомпонентов групп витринита, инертенита и липтинита, что обусловило разнообразие типов углей на месторождении. Преобладающим являются фюзинито-гелититы и гелито-фюзиниты. По ГОСТ 25543 – 88 «Классификация по генетическим и технологическим параметрам», выделяются угли марки Б двух групп 2Б и 3Б, подгрупп 2БВ, 2БФ, 3БВ, 3БФ. которые могут различаться по теплоте сгорания [6]. Нами выполнен анализ раздельно по геологическим блокам и пластам, содержащим различные генетические разности углей. Установлено, что угли группы 2Б, отличающиеся большей влагоемкостью и соответственно рабочей влажностью, имеют более низкую теплоту сгорания и наоборот: угли группы 3Б имеют меньшую влагоемкость (соответственно влажность) и более высокую теплоту сгорания. Угли подгрупп 2БФ и 3БФ имеют ограниченное распространение и не образуют самостоятельных блоков. Теплота сгорания углей всех подгрупп, в пределах погрешности определения показателей качества, подчиняется одному закону, описанному формулой (3), систематических расхождений не установлено.

Из всего этого следует несколько практических выводов:

1. Низшую теплоту сгорания углей можно рассчитать по известному значению рабочей влажности и зольности более точно и оперативно, чем определение на калориметре.

2. Для каждого месторождения формулы для расчета будут свои, вытекающие из средних показателей качества угля. Зависимость $Q_i^r = F(W^r, A^r)$ может быть представлена в виде формулы или палетки.

3. Можно снизить объем трудоемких анализов в лаборатории, переориентировать анализы на изучение зависимости теплоты сгорания от различных марок угля, блока, пласта, горизонта и т.д.

4. Появляется возможность быстрой оценки низшей теплоты сгорания (Q_i^r) для решения определенных задач, например: при составлении шихты, планировании, предварительной оценке качества углей при приемке углей, получении оперативных данных по объединенным пробам, контроле качества анализов, прогнозе показателей качества при заключении договоров с потребителями и другие.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Реконструкция* котлов ТЭЦ для сжигания Уртуйского бурого угля. Этап 3.5. Исследование керновых проб Уртуйского угля и прогноз качества. Этап 3.6. Исследование товарных проб Уртуйского угля и характеристик котлов при длительном сжигании. Заключение о НИР Сибирского филиала ВТИ. Красноярск, 1991 г.
2. *Исследование* физико-химических и теплотехнических свойств углей Уртуйского буроугольного месторождения. Отчет о НИР Уральского ВТИ. Челябинск, 1984 г.
3. *Уртуйское* буроугольное месторождение. Отчет о результатах детальной разведки с подсчетом запасов по состоянию на 1.01.85 г. п. Октябрьский 1985 г.
4. ГОСТ 27313-95 Топливо твердое минеральное. Обозначение показателей качества и формулы пересчета результатов анализов для различных состояний топлива.
5. *Пеккер Я.Л.* Теплотехнические расчеты по приведенным характеристикам.
6. *Еремин И.В., Броневец Т.М.* Марочный состав углей и их рациональное использование. – М.: Недра, 1994 г.

Коротко об авторах

Суханов Р.А. – главный геофизик ОАО ППГХО,

Сидорова Г.П. – ведущий инженер-геолог Разрезоуправления «Уртуйское» ОАО «ППГХО».