

АНАЛИЗ ПОТРЕБИТЕЛЬСКОЙ ЦЕННОСТИ И СТОИМОСТИ УГЛЯ, ИСПОЛЬЗУЕМОГО В "МАЛОЙ ЭНЕРГЕТИКЕ"

С.А. Тузовская, В.И. Переясловская

Для нужд "малой энергетики", т.е. для котельных и бытовых печей используются угли практически всех известных марок - от бурых второй группы до тощих и антрацитов. Поступают они, в основном, в рядовом виде (горная масса) и гораздо реже в рассортированном согласно ГОСТ 19242-73. Кроме того, наблюдаются случаи ввоза и реализации отходов добычи и обогащения, смеси углей разных марок, по теплоте сгорания такое рабочее топливо различается в несколько раз. Но при этом нужно отметить и то, что степень полезного использования тепловой энергии этого угля будет также разной и зависеть от многих факторов. Ведь совершенно очевидно, что потери топлива (и тепла) за счет химического и механического недожога в уносе, шлаке для углей разного марочного, вещественного и гранулометрического состава, разной степени окисленности, зольности даже при равных значениях основного показателя - теплоты сгорания рабочего топлива будут различными. Так, для окисленных углей характерен очень большой механический недожог из-за образования так называемой минеральной рубашки по стенкам трещин и обломков, которая препятствует полному выгоранию органической массы. При разнородном гранулометрическом составе отмечается повышенный механический и химический недожог как за счет просыпания мелких обломков через колосниковые решетки, так и за счет неполного сгорания крупных обломков по причине обволакивания их золой уже сгоревших более мелких. Поэтому практически во всех развитых странах, да и в большинстве регионов России, для топок с неподвижными и цепочными колосниковыми решетками используются только отсортированные по размеру куски угля. Особенности вещественного состава определяют не только различную реакционную способность угля, что обуславливают различия в потерях топлива за счет уноса и химического недожога, но и его загрязняющую способность. Так, например, казахстанские угли юрского возраста ввиду высокого содержания смолы полукоксования

при их использовании даже в течение очень короткого периода приводят к образованию мощной корки на стенках газоходов и поверхностей нагрева, что значительно снижает КПД котлов. Паспортные технические характеристики котлоагрегатов, в том числе их коэффициенты полезного действия (КПД) определяют применительно к углям определенного типа (к проектному топливу). Как правило, это малозольные сортированные угли с весьма высокой эффективностью утилизации. Поэтому при оценке энергетической ценности угля более корректным является учет полезной, а не общей теплоты сгорания. Для этого нами предложено использование так называемого коэффициента использования топлива (Кт). Физическая суть данного коэффициента дополняется, прежде всего, к учетам дополнительных (неэффективных) потерь конкретного топлива по сравнению с проектным. Так, при использовании рядовых углей, особенно низкокачественных, фактические КПД котлоагрегатов составляют 40-45%, что порой в 2 раза ниже предусмотренных в технических характеристиках предприятий-изготовителей. Механический недожог при этом достигает 30 % и более при допустимом (проектном) 5-10 %.

Коэффициент использования топлива может быть определен экспериментально применительно к различным типам топочных устройств или же путем статистической обработки имеющихся данных. Но последнее вряд ли возможно, так как на многих теплоснабжающих объектах жилищно-коммунального хозяйства, да и других предприятий практически отсутствует учет не только качества, но и количества используемого топлива. Поэтому, в данной работе для предварительной оценки коэффициента использования топлива целесообразно использовать ориентировочные его значения (табл. 1).

Введение коэффициента использования топлива позволяет осуществить переход к единому показателю - тепловому эквиваленту эффективному, который учитывает полезную

(эффективную) теплоту сгорания топлива и определяется по формуле

$$\mathcal{E}_T = \frac{Q_T^i \cdot K_T}{Q_{y.t.}}, \quad (1)$$

где: \mathcal{E}_T - тепловой эквивалент эффективный;

Q_T^i - низшая теплота сгорания конкретного топлива;

$Q_{y.t.}$ - теплота сгорания условного топлива, 7000 ккал/кг;

K_T - коэффициент использования топлива.

Таблица 1

Критерии для предварительной оценки коэффициентов использования топлива (K_T)

Коэффициент использования топлива	Тип угля, параметры качества	Визуальные признаки
0,7	Окисленные второй группы, шлам, промпродукт с зольностью >35%. Очень высокозольные угли марок Б-Д с зольностью $A^d > 40\%$; СС, Т с $A^d > 45\%$. Казахские юрские угли с $A^d > 40\%$.	Сильно переизмельчены, переувлажнены. Окисленные угли на вид землистые, бурого или буроватого цвета, частично растворяются в воде, окрашивая ее в коричневый цвет.
0,75	Окисленные первой группы, высокозольные, с зольностью >30%. Сильнозольные угли всех марок с зольностью > 35-40% с весьма неравномерным гранулометрическим составом. Шлам, промпродукт с A^d 30-35%. Казахские угли с A^d 35-40%.	Для окисленных углей характерно наличие пятен гидроокислов железа по стенкам трещин. Они окрашивают воду в коричневатый цвет. Свежие угли чаще слоистые за счет перемежаемости с пустыми породами, вязкие, крепкие, при ударе издают глухой звук.
0,8	Высокозольные угли с A^d 30-35%, с весьма неравномерным гранулометрическим составом. Окисленные угли первой группы, среднезольные, A^d 20-30%.	Соотношение крупных(+50) и мелких (-13) классов приблизительно равное, сильно штыбистые. Вязкие, крепкие, при ударе не «звонят».
0,85	Рядовые среднезольные A^d марок Б-Д, с A^d 20-25%, марок СС, Т с A^d 25-30%. Казахские угли с A^d до >25% и с относительно однородным грансоставом.	Преобладают крупные и средние классы (+25) или средние и мелкие (-25+6), малоштыбистые, хрупкие.
0,9	Рядовые угли марок Д, ДГ, СС, Т мало- и среднезольные, $A^d < 20\%$ и с относительно однородным грансоставом. Среднезольные сортированные казахские угли.	Преобладают средние и крупные классы. Малоштыбистые, легкие, хрупкие.
0,95	Сортовые малозольные казахские угли, кузнечные окисленные первой группы мало- и среднезольные. Рядовые угли марок СС, Т малозольные.	Для сортовых углей совмещенные классы, для рядовых относительно однородный грансостав, практическое отсутствие штыба.
1,0	Сортовые угли всех марок, малозольные.	Раздельные классы по грансоставу, штыб отсутствует.

Для приблизительного определения теплового эквивалента эффективного можно использовать нижеприведенную номограмму (рис. 1). Совершенно очевидно, что потребительские свойства любого товара и его цена должны соответствовать друг другу. Целесообразней всего в нашем случае привести эти показатели к определенному эталону, в качестве которого можно и нужно рассматривать

тепловой эквивалент эффективный - т.е. перейти к определению потребительской стоимости угля (стоимости тепла, получаемого при его сжигании). Зависимость между ценой и потребительской стоимостью при этом можно выразить уравнением:

$$C = \frac{Ц}{\mathcal{E}_T} \quad (2)$$

АНАЛИЗ ПОТРЕБИТЕЛЬСКОЙ ЦЕННОСТИ И СТОИМОСТИ УГЛЯ, ИСПОЛЬЗУЕМОГО В "МАЛОЙ ЭНЕРГЕТИКЕ"

где С - потребительская стоимость угля к условному топливу (Q=700 ккал/кг);

Ц - цена 1 т угля при фактических параметрах его качества;

Эт - тепловой эквивалент эффективный.

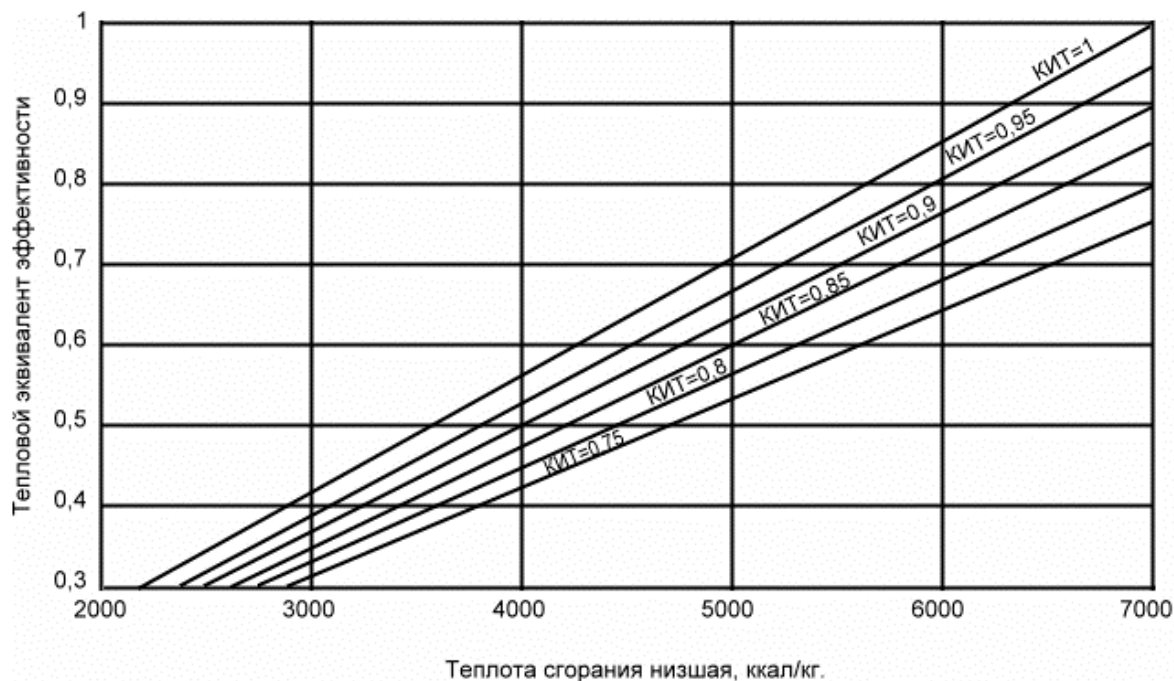


Рис. 1. График зависимости теплового эквивалента эффективного от низшей теплоты сгорания и коэффициента использования топлива

Полная стоимость угля складывается из его цены у первичного поставщика: производителя или, как в нашем случае, у фирмы - посредника, назовем ее базовой (Ц_б), и дополнительных затрат (Д_з), к которым относятся: стоимость перевозки по железной дороге (железнодорожный тариф); стоимость погрузо-разгрузочных и складских работ на угольных тупиках; оплата автотранспортных услуг по доставке топлива к объекту его использования или хранения, а также экологические платы, расходы на внутрихозяйственные перевозки, уборку и подбуртовку золо-шлаковых отходов и другие затраты, связанные с использованием угля.

Тогда потребительская стоимость топлива непосредственно у конкретного угледобывателя может быть определена согласно следующему уравнению:

$$\sum C = \frac{C_b}{\varepsilon_T} + \frac{D_z}{\varepsilon_T} \text{ или } \sum C = \frac{C_b + D_z}{\varepsilon_T},$$

где Ц_б - базовая цена 1 т угля (на угледобывающем предприятии или на угольном тупике поставщика);

Д_з - дополнительные затраты на 1 т угля;
∑ С - суммарная потребительская стоимость (стоимость тонны условного топлива у непосредственного потребителя).

Таким образом, потребительская стоимость угля зависит не только от базовой цены, но и от дополнительных затрат, которые оплачиваются по фактическому количеству топлива, без учета его качества, причем доля дополнительных затрат составляет от 28 до 40 % (табл. 2). Следовательно, суммарная потребительская стоимость будет изменяться пропорционально обоим показателям. Эта зависимость наглядно показана на рис. 2, согласно которому следует, что поставлять качественные угли даже на короткие расстояния всегда выгодней, конечно, при соответствии базовых цен потребительским свойствам. Определив потребительскую стоимость угля, можно оценить уровень оптимальной (максимальной) цены угля соответствующего качества на любом отрезке цепочки поставщик-потребитель

$$C = \sum C \cdot \varepsilon_T - D_z.$$

Таблица 2

Расчет потребительской стоимости угля по отдельным субъектам Алтайского края (руб.)

№ п/п	Потребители	Франкостанция	Ж.Д тариф	Цена на франкостанции	Расстояние автоперевозки	Дополнительные затраты				Всего, стоимость	Потребительская стоимость при ЭТ-0,62	Дополн. затраты с ж.д тарифом (%)
						Всего	В том числе					
							Переработка	Автоперевозки	Внутрихоз. перевозки			
	Районы											
1	Алейский	Алейск	91	471	20	80	40	30	10	551	890	31
2	Алтайский	Бийск	96	476	110	215	40	165	10	691	1115	49
3	Баевский	Гилевка	104	484	40	110	40	60	10	594	958	36
4	Бийский	Бийск	96	476	20	80	40	30	10	556	897	32
5	Благовещенский	Благовещенск	112	492	20	80	40	30	10	572	923	33
6	Бурлинский	Бурла	138	518	-	60	40	-	20	578	932	34
7	Быстроистокский	Бийск	96	476	115	225	40	175	10	701	1130	46
8	Волчихинский	Рубцовск	116	496	110	215	40	165	10	711	1147	46
	- -	Михайловка	138	518	65	150	40	100	10	668	1077	43
9	Егорьевский	Рубцовск	116	496	50	125	40	75	10	621	1001	39
10	Ельцовский	Кузбасс	-	350	150	225	-	225	-	575	927	39
11	Завьяловский	Гилевка	104	484	20	80	40	30	10	564	910	33
12	Залесовский	Заринск	56	436	45	130	40	70	20	566	912	33
	- -	Кузбасс	-	350	120	180	-	180	-	530	855	34
13	Заринский	- -	56	436	20	80	40	30	10	516	832	26
14	Змеиногорский	Поспелиха	104	484	110	215	40	165	10	669	1126	47
	- -	Рубцовск	116	496	100	200	40	150	10	696	1122	47
	- -	Третьяково	167	547	50	125	40	75	10	672	1084	43
15	Зональный	Зональная	91	471	-	60	40	-	20	531	856	28
16	Калманский	Калманка	83	463	20	80	40	30	10	543	876	30
17	Каменский	Камень –на -Оби	100	480	-	60	40	-	20	540	871	30
18	Ключевский	Ключи	128	508	-	60	40	-	20	568	916	33
19	Косихинский	Косиха	83	463	20	80	40	30	10	543	876	30
20	Красногорский	Бийск	96	476	90	195	40	135	10	671	1082	43
21	Краснощевковский	Поспелиха	104	484	105	220	40	160	20	704	1135	46
22	Крутихинский	Камень	100	480	25	90	40	40	10	570	919	33
23	Кулундинский	Кулунда	121	501	-	60	40	-	20	561	904	32
24	Курьинский	Поспелиха	104	484	60	140	40	90	10	624	1006	39
25	Кытмановский	Заринск	62	442	70	155	40	105	10	597	963	36

АНАЛИЗ ПОТРЕБИТЕЛЬСКОЙ ЦЕННОСТИ И СТОИМОСТИ УГЛЯ,
ИСПОЛЬЗУЕМОГО В "МАЛОЙ ЭНЕРГЕТИКЕ"

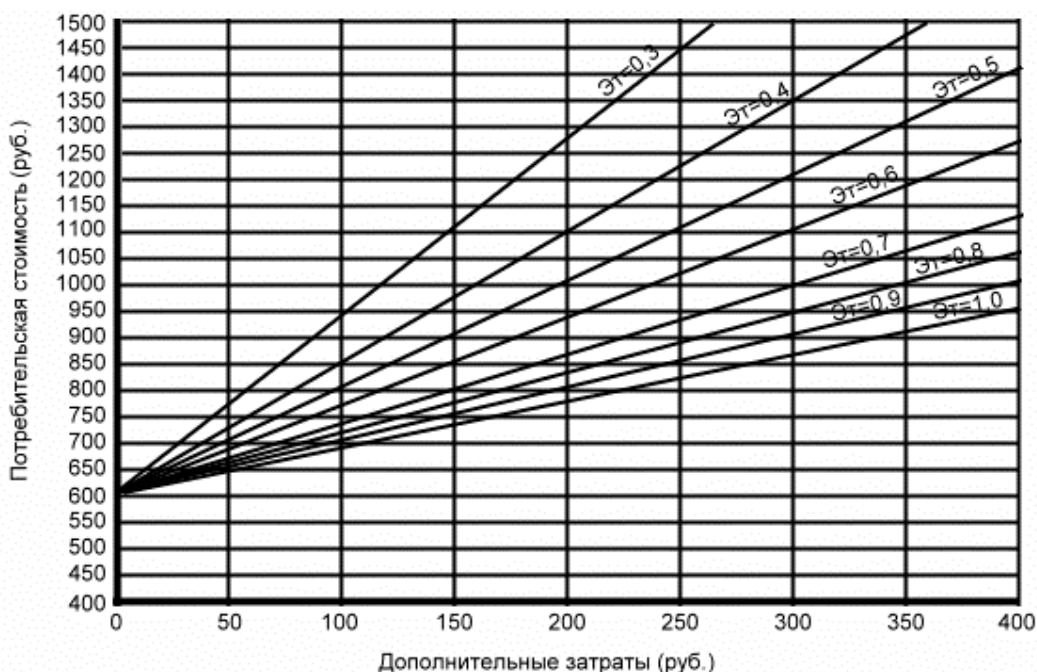


Рис. 2. Зависимость потребительской стоимости угля от величины дополнительных затрат

Имея эти контрольные данные можно уже не на качественном (лучше-хуже), а на количественном уровне анализировать потребительский рынок и выбирать наиболее оптимальные варианты углеснабжения.

Для большей наглядности и информативности можно использовать, так называемый коэффициент выгодности (или рентабельности) - K_p определяемый как отношение расчетной (оптимальной) цены - C_p к предлагаемой поставщиком - C_ϕ

$$K_p = \frac{C_p}{C_\phi}$$

Использование данного показателя удобно еще и тем, что одновременно можно проводить анализ уровня цен как по отношению к предложениям конкретных поставщиков, так и к какой-то контрольной цене. В нашей ситуации в качестве последней.

Таблица 3

Потребное количество и суммарная стоимость угля различного качества по регионам с разными условиями углеснабжения

Показатели, условия углеснабжения	Потребительские свойства (топливный эквивалент эффективный)								
	0,3	0,4	0,5	0,62	0,7	0,8	0,9	1,0	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Благоприятные районы (коэффициент дополнительных затрат - 30 %):									
Кол-во, тыс. т	508	381	304,8	245,8	217,7	190,5	169,3	152,4	
Ст-сть, млн. руб.	179,8	158,1	145,0	135,1	130,4	125,7	122,2	119,3	
Города:									
Кол-во, тыс. т	429	321,8	257,4	207,6	183,9	160,9	143	128,7	
Ст-сть, млн. руб.	147,5	130,3	119,9	112,1	108,3	104,5	101,8	99,4	
Итого, благоприятные									
Кол-во, тыс. т	937	702,8	562,2	453,4	401,6	351,4	312,3	281,1	
Ст-сть, млн. руб.	327,4	288,4	265,0	247,2	238,7	230,3	224,0	218,8	

С.А. ТУЗОВСКАЯ, В.И. ПЕРЕЯСЛОВСКАЯ

Менее благоприятные районы (коэффициент дополнительных затрат - 34 %):								
Кол-во, тыс. т	960,2	720,1	576,1	464,6	411,5	360,1	320,1	288,1
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Ст-сть, млн. руб.	371,5	320,4	293,2	270,8	260,0	249,5	241,6	235,0
Города:								
Кол-во, тыс. т	409,4	307,1	245,6	198,1	175,5	153,5	136,5	122,8
Ст-сть, млн. руб.	148,2	129,9	118,8	110,5	106,5	102,5	99,6	97,1
Итого, менее благоприятные								
Кол-во, тыс. т	1370	1027	821,7	662,7	587	513,6	456,6	410,9
Ст-сть, млн. руб.	519,8	450,3	412,1	381,4	366,5	352,0	341,3	332,2
Неблагоприятные (коэффициент дополнительных затрат - 41 %)								
Кол-во, тыс. т	359,1	269,3	215,5	173,8	153,9	134,7	119,7	107,7
Ст-сть, млн. руб.	164,4	139,7	124,9	113,6	108,1	102,9	98,7	95,3
Весьма неблагоприятные (коэффициент дополнительных затрат - 48 %)								
Кол-во, тыс. т	235,4	176,5	141,2	113,9	100,9	88,3	78,5	70,6
Ст-сть, млн. руб.	120,9	101,4	89,8	80,8	76,5	72,4	69,2	66,5
Всего								
Кол-во, тыс. т	2901	2175	1740	1403	1243	1087	967	870
Ст-сть, млн. руб.	1132	980	891	823	790	757	733	713
Ср. цена, руб./т.	390	451	512	587	636	696	758	820

Как следует из таблицы 3, затраты на теплоснабжение могли быть значительно снижены (в отдельных случаях почти наполовину) за счет организации поставок качест-

венного топлива улучшения его потребительских свойств посредством сортировки и предварительного обогащения.