ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР
ПО ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИИ И КОНТРОЛЮ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

ПО РАСЧЕТУ ВЫБРОСОВ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ ПРИ СЖИГАНИИ ТОПЛИВА В КОТЛАХ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬЮ ДО 30 т/ч

МОСКВА, МОСКОВСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ ГИДРОМЕТЕОИЗДАТА — 1985

gost.e-ecolog.ru

РАЗРАБОТАНЫ Институтом горючих ископаемых Минуглепрома СССР

Всесоюзным теплотехническим институтом им. Ф.Э. Дзержинского Минэнерго СССР

Западно-Сибирским региональным институтом Госкомгидромета

Институтом санитарной техники и оборудования зданий и сооружений Минстройматериалов СССР

ИСПОЛНИТЕЛИ: А.П. Синягин, И.Х. Володарский, А.П. Кондратенко, Т.Г. Зайцев, С.Л. Титов, А.П. Быков, А.С. Чернобров, Т.С. Селегей, А.И. Сигал, С.Т. Евдокимова.

ПОДГОТОВЛЕНЫ К УТВЕРЖДЕНИЮ Управлением нормирования и надзора за выбросами в природную среду Госкомгидромета

И.о. начальника Управления В.П. Антонов

Старший эксперт С.Т. Евдокимова

УТВЕРЖДЕНЫ Государственным комитетом СССР по гидрометеорологии и контролю природной среды 5 августа 1985 г.

Заместитель Председателя
Государственного комитета В.Г. Соколовский

Тиражирование разрешается.

Замечания и дополнения к методическим указаниям просим направлять по адресу:

Западно-Сибирский региональный научно-исследовательский институт Госкомгидрометеорологии: 630099, Новосибирск, ул. Советская, 30.

М 1903040000 - 354
069(02) - 85 Б.О.

© Госкомгидромет, 1985 г.

Методика предназначена для расчета выбросов вредных веществ с газообразными продуктами сгорания при сжигании твердого топлива, мазута и газа в топках действующих промышленных и коммунальных котлоагрегатов и бытовых теплогенераторов (малометражные отопительные котлы, отопительно-варочные аппараты, печи).

I. Расчет выбросов твердых частиц летучей золы и недогоревшего топлива (т/год, г/с), выбрасываемых в атмосферу с дымовыми газами котлоагрегата в единицу времени при сжигании твердого топлива и мазута, выполняется по формуле

$$M_{тв} = B\, A^{r}\, f\, (1-\eta_{з}), \qquad (1)$$

где B – расход топлива, т/год, г/с;

A^{r} – зольность топлива на рабочую массу, %;

$\eta_{з}$ – доля твердых частиц, улавливаемых в золоуловителях;

$f = a_{ун}/(100 - Г_{ун})$;

$a_{ун}$ – доля золы топлива в уносе, %;

$Г_{ун}$ – содержание горючих в уносе, %.

Значения A^{r}, $Г_{ун}$, $a_{ун}$, $\eta_{з}$ принимаются по фактическим средним показателям; при отсутствии этих данных A^{r} определяется по характеристикам сжигаемого топлива (см. приложение I), $\eta_{з}$ – по техническим данным применяемых золоуловителей, а f – по табл. I.

2. Расчет выбросов окислов серы в пересчете на SO_2 (т/год, т/ч, г/с), выбрасываемых в атмосферу с дымовыми газами котлоагрегатов в единицу времени, выполняется по формуле

$$M_{SO_2} = 0{,}02\, B\, S^{r}\, (1-\eta'_{SO_2})(1-\eta''_{SO_2}), \qquad (2)$$

где B – расход, т/год, т/ч, г/с (твердого и жидкого топлива); тыс.$м^3$/год, тыс.$м^3$/ч, л/с (газообразного топлива;

S^{r} – содержание серы в топливе на рабочую массу, %, (для газообразного топлива в кг/100$м^3$);

η'_{SO_2} – доля окислов серы, связываемых летучей золой топлива, принимается при сжигании сланцев эстонских и ленинградских равной 0,8; остальных сланцев – 0,5; для углей Канско-Ачинского бассейна – 0,2 (для березовских – 0,5); для торфа – 0,15; экибастузских углей – 0,02; прочих углей – 0,1; мазута – 0,02; газа – 0,0;

η''_{SO_2} – доля окислов серы, улавливаемых в золоуловителе, принимается равной нулю для сухих золоуловителей, для мокрых – в зависимости от щелочности орошающей воды.

При наличии в топливе сероводорода расчет выбросов дополнительного количества окислов серы в пересчете на SO_2 ведется по формуле

$$M_{SO_2} = 1{,}88 \cdot 10^{-2} |H_2S|, \qquad (3)$$

где $|H_2S|$ – содержание сероводорода в топливе, %.

3. Расчет выбросов окиси углерода в единицу времени (т/год, г/с) выполняется по формуле

$$M_{CO} = 0{,}001\ C_{CO}\ B\ (1 - \frac{q_4}{100}), \qquad (4)$$

где B – расход топлива, т/год, тыс.м^3/год, г/с, л/с;

C_{CO} – выход окиси углерода при сжигании топлива, в кг на тонну или на тыс.м^3 топлива. Рассчитывается по формуле

$$C_{CO} = q_3\ R\ Q_i^r\ ; \qquad (5)$$

q_3 – потери тепла вследствие химической неполноты сгорания топлива, %;

R – коэффициент, учитывающий долю потери тепла вследствие химической неполноты сгорания топлива, обусловленную наличием в продуктах неполного сгорания окиси углерода, принимается для твердого топлива – 1,0; газа – 0,5; мазута – 0,65;

Q_i^r – низшая теплота сгорания натурального топлива, МДж/кг, МДж/м^3;

q_4 – потери тепла вследствие механической неполноты сгорания топлива, %.

При отсутствии эксплуатационных данных значения q_3, q_4 принимаются по табл.2.

Ориентировочная оценка выброса окиси углерода M_{CO} (т/год, г/с) может проводиться по формуле

$$M_{CO} = 0{,}001\ B\ Q_i^r\ K_{CO}\ (1 - \frac{q_4}{100}), \qquad (6)$$

где K_{CO} – количество окиси углерода, образующееся на единицу тепла, выделяющегося при горении топлива, кг/ГДж; принимается по табл. I.

4. Расчет выбросов окислов азота.

Количество окислов азота (в пересчете на NO_2),выбрасываемых в единицу времени (т/год, г/с),рассчитывается по формуле

$$M_{NO_2}=0{,}001\ B\ Q_i^r\ K_{NO_2}\ (1-\beta), \qquad (7)$$

где B - расход натурального топлива за рассматриваемый период времени, т/год, тыс.м^3/год, г/с, л/с;

Q_i^r - теплота сгорания натурального топлива, МДж/кг, МДж/м^3;

K_{NO_2} - параметр, характеризующий количество окислов азота, образующихся на 1 ГДж тепла, кг/ГДж;

β - коэффициент, учитывающий степень снижения выбросов окислов азота в результате применения технических решений.

Значение K_{NO_2} определяется по графикам рис.1 и 2 для различных видов топлива в зависимости от номинальной нагрузки котлоагрегатов. При нагрузке котла, отличающейся от номинальной, K_{NO_2} следует умножить на $(Q_ф/Q_н)^{0,25}$ или на $(D_ф/D_н)^{0,25}$,

где $Q_н, Q_ф$ - соответственно номинальная и фактическая теплопроизводительность, кВт, Гкал;

$D_н, D_ф$ - соответственно номинальная и фактическая паропроизводительность, т/ч.

Если имеются данные по содержанию окислов азота в дымовых газах(%),то выброс(кг/год)вычисляется по формуле

$$M_{NO_x}=20{,}4\ C_{NO_x}\ V\ B\ (1-\frac{q_4}{100}), \qquad (8)$$

где C_{NO_x} - известное содержание окислов азота в дымовых газах, об. %.

Значения C_{NO_x}(мг/м^3)для маломощных котлов приведены в табл. 3.

V - объем продуктов сгорания топлива при $\alpha_{ух}$, м^3/кг;

$V = V_г^o\ \alpha_{ух}$; значения $V_г^o$ для некоторых топлив даны в приложении 1. Для газообразного топлива $V_г^o$ определяется по данным Приложения 2.

B - расход топлива, т/год, тыс.м^3/год.

Для расчета содержания окислов азота при сжигании мазута и газа на стадии проектных разработок рекомендуется следующий метод.

Необходимыми исходными данными для расчета содержания окислов азота являются:

$B^г$ - расход топлива на горелку, кг/с для мазута, м^3/с для газа. Если расход на горелку известен в т/ч или в 1000 м^3/ч, то эта величина делится на 3,6;

$d_г$ – диаметр амбразуры горелки (свободное сечение), м;

$\alpha_г$ – коэффициент избытка воздуха в горелке;

а также информация о наличии или отсутствии подогрева воздуха, подаваемого на горение.

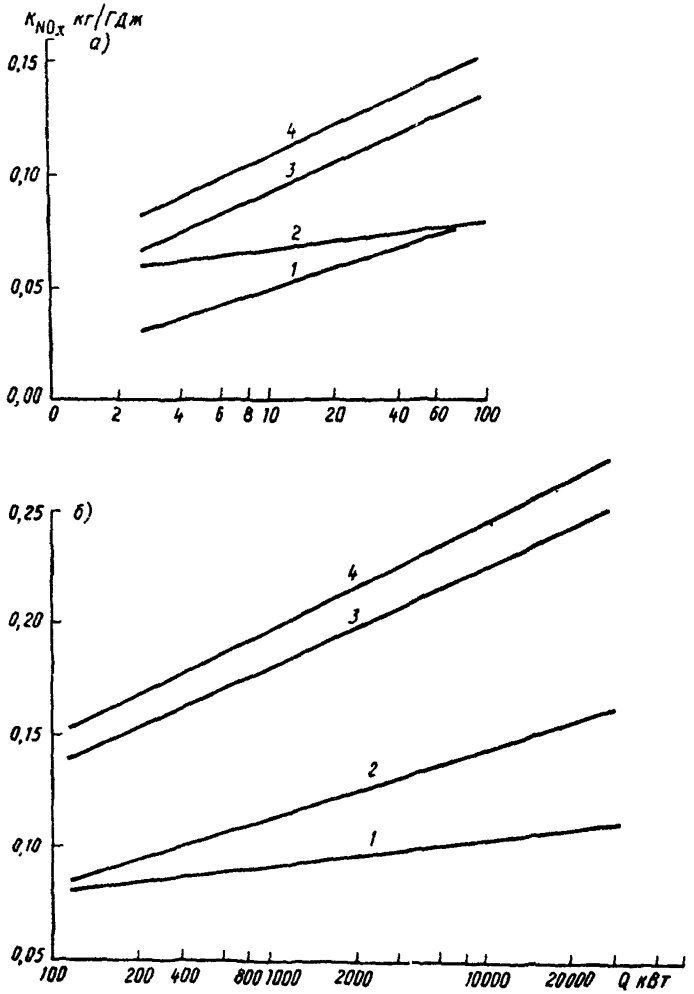

Рис. I. Зависимость K_{NO_x} от тепловой мощности котлоагрегата для различных топлив при Q от 0 до 100 кВт (а) и Q от 100 кВт и более (б):

I – природный газ, мазут; 2 – антрацит; 3 – бурый уголь, 4 – каменный уголь

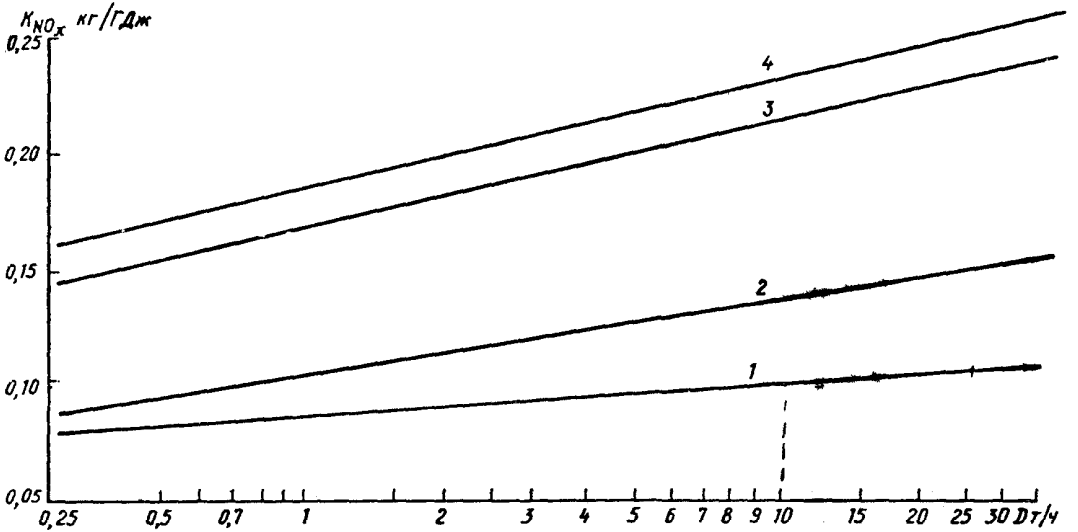

Рис. 2. Зависимость K_{NO_x} от паропроизводительности котлоагрегата для различных топлив: I – природный газ, мазут, 2 – антрацит, 3 – бурый уголь, 4 – каменный уголь

Расчет содержания окислов азота в дымовых газах проводится в следующем порядке:

I. На диаграмме рис. 3 на шкале, обозначенной как $d_г$ диаметр горелки), берется точка, соответствующая диаметру амбразуры горелки (м), и из нее проводится вертикальная линия (на рис.3 она показана стрелкой I).

2. После этого на шкале, обозначенной $B^г$ (расход газа или мазута на горелку), берется точка, соответствующая расходу топлива на горелку в кг/с для мазута или в $м^3/с$ для газа, и проводится кривая, параллельная нарисованным, до пересечения с прямой I (на рис.3 эта кривая показана стрелкой 2).

3. Из точки пересечения первой и второй линий проводится горизонтальная прямая (на рис.3 она показана стрелкой 3) до пересечения с той кривой, которая соответствует имеющимся условиям. Возможны варианты сжигания газа в смеси с холодным воздухом, сжигание газа при наличии подогрева воздуха, сжигание мазута с холодным воздухом и сжигание мазута с подогретым воздухом. (На рис.3 стрелка 3 проведена до прямой, отвечающей сжиганию газа с холодным воздухом.) Из точки пересечения прямой 3 с кривой опускается вертикаль до шкалы NO (концентрация окислов азота в об. % при $\alpha_г = I$). На рис. 3 – прямая 4.

В случае, если коэффициент избытка воздуха в горелках $\alpha_г \neq 1$, то проводится пересчет полученной концентрации окислов азота по формуле

$$|NO_x|' = |NO_x| \; K_\alpha \;, \qquad (9)$$

где $|NO_x|'$ – концентрация окислов азота при $\alpha_г \neq I$, об. %;
$|NO_x|$ – концентрация окислов азота при $\alpha_г = I$, об. %;
K_α – поправочный коэффициент, определяемый по графику рис.4.

Значения $|NO_x|'$ могут быть пересчитаны в единицы $г/м^3$ продуктов сгорания топлива и в кг/ ГДж по формулам

$$C_{NO_2} = 20{,}4 \; |NO_x|' \; г/м^3, \qquad (10)$$

$$K_{NO_2} = 20{,}4 \; |NO_x|' \; \frac{V}{Q_г^г} \; кг/ГДж, \qquad (11)$$

где V – объем продуктов сгорания единицы топлива при имеющихся условиях $\alpha_г$, $м^3/кг$.

Рассмотрим пример расчета концентрации окислов азота в дымовых газах котла ДКВР-I0-I3, работающего на природном газе. Исходные данные: топливо – природный газ. Расход топлива на горелку $B^г = 0{,}I7$ $м^3/с$. Объем продуктов сгорания при $\alpha_г = I$, $V^г = I0{,}73$ $м^3/м^3$.

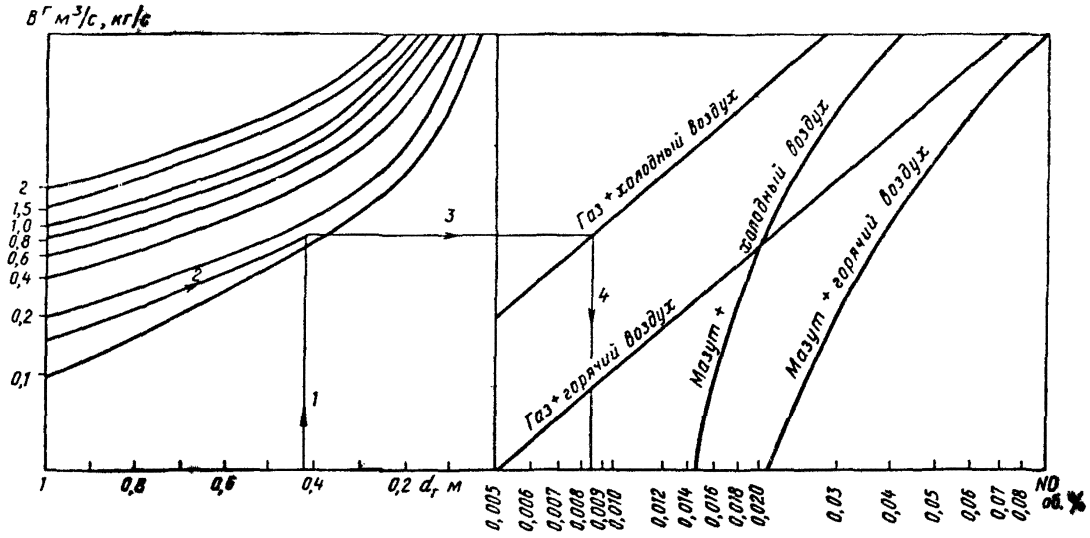

Рис. 3. Диаграмма для определения концентрации окислов азота в продуктах сгорания жидкого и газообразного топлива

Диаметр горелки $d_г$ = 0,42 м. Коэффициент избытка воздуха в горелке $\alpha_г$ = I,05. Подогрева воздуха нет. Ход определения концентрации окислов азота в продуктах сгорания газа показан на рис.3 именно для этого случая. $[NO]$ =0,0085 об.%. По рис.4 определяем соответствующий $\alpha_г$ = I,05 коэффициент K_α = I,07.

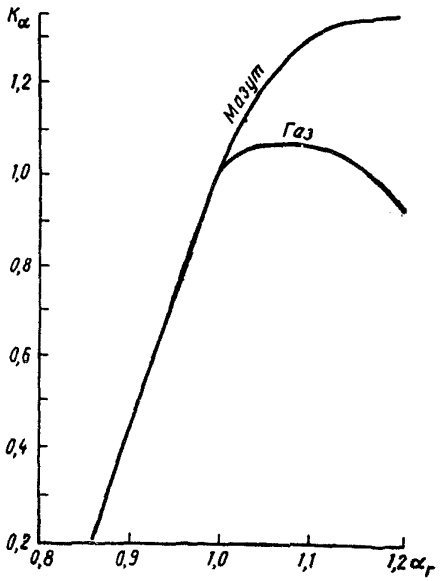

Рис.4. Поправочный коэффициент K_α

Соответствующая концентрация окислов азота будет равна

$$C_{NO_2} = 0,0085 \cdot I,07 \cdot 20,4 = 0,I85 \text{ г/м}^3.$$

Учитывая, что на котле установлены 2 горелки, получаем количество дымовых газов

$$I0,73 \cdot 2 \cdot 0,I7 \cdot 3600 = I3\,700 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Общий выброс окислов азота составит

$$I3\,700 \cdot 0,I85 = 2,54 \text{ кг/ч}.$$

Таблица I

Значения коэффициентов f и K_{CO} в зависимости от типа топки и вида топлива

Тип топки	Вид топлива	f	K_{CO} кг/ГДж
С неподвижной решеткой и ручным забросом топлива	Бурые и каменные угли	0,0023	I,9
	Антрациты:		
	АС и АМ	0,0030	0,9
	АРШ	0,0076	0,8
С пневмомеханическими забрасывателями и неподвижной решеткой	Бурые и каменные угли	0,0026	0,7
	Антрацит АРШ	0,0088	0,6
С цепной решеткой прямого хода	Антрацит АС и АМ	0,0020	0,4
С забрасывателями и цепной решеткой	Бурые и каменные угли	0,0035	0,7
Шахтная	Твердое топливо	0,0019	2,0
Шахтно-цепная	Торф кусковой	0,0019	I,0
Наклонно-переталкивающая	Эстонские сланцы	0,0025	2,9
Слоевые топки бытовых теплогенераторов	Дрова	0,0050	I4,0
	Бурые угли	0,0011	I6,0
	Каменные угли	0,0011	7,0
	Антрацит, тощие угли	0,0011	3,0
Камерные топки	Мазут	0,010	0,32
Паровые и водогрейные котлы	Газ природный, попутный и коксовый	-	0,25
Бытовые теплогенераторы	Газ природный	-	0,08
	Легкое жидкое (печное) топливо	0,010	0,I6

Таблица 2

Характеристика топок котлов малой мощности

Вид топок и котлов	Топливо	$\alpha_т$	q_3 %	q_4 %	Примечание
Топки с цепной решеткой	Донецкий антрацит	I,5–I,6	0,5	I3,5/I0	$\alpha_т$ – коэффициент избытка воздуха; меньшие значения – для парогенераторов $D >$ I0 т/ч q_4 – бо́льшие значения – при отсутствии средств уменьшения уноса; меньшие – при остром дутье и наличии возврата уноса, а также для котлов производительностью 25, 35 т/ч
Шахтно-цепные топки	Торф кусковой	I,3	I,0	2,0	
Топки с пневмомеханическим забрасывателем и цепной решеткой прямого хода	Угли типа кузнецких	I,3–I,4	0,5–I	5,5/3	
	Угли типа донецкого	I,3–I,4	0,5–I	6/3,5	
	Бурые угли	I,3–I,4	0,5–I	5,5/4	
Топки с пневмомеханическими забрасывателями и цепной решеткой обратного хода	Каменные угли	I,3–I,4	0,5–I	5,5/3	
	Бурые угли	I,3–I,4	0,5–I	6,5/4,5	
Топки с пневмомеханическими забрасывателями и неподвижной решеткой	Донецкий антрацит	I,6–I,7	0,5–I	I3,5/I0	
	Бурые угли типа подмосковных	I,4–I,5	0,5–I	9/7,5	
	бородинских	I,4–I,5	0,5–I	6/3	
	Угли типа кузнецких	I,4–I,5	0,5–I	5,5/3	
Шахтные топки с наклонной решеткой	Дрова, дробленые отходы, опилки, торф кусковой	I,4	2	2	
Топки скоростного горения	Дрова, щепа, опилки	I,3	I	4/2	

Слоевые топки котлов паропроизводительностью более 2 т/ч	Эстонские сланцы	1,4	3	3	
Камерные топки с твердым шлакоудалением	Каменные угли	1,2	0,5	5/3	
	Бурые угли	1,2	0,5	3/1,5	
	Фрезерный торф	1,2	0,5	3/1,5	
Камерные топки	Мазут	1,1	0,5	0,5	
	Газ (природный, попутный)	1,1	0,5	0,5	
	Доменный газ	1,1	1,5	0,5	

Таблица 3.

Образование токсичных веществ в процессе выгорания топлив в отопительных котлах мощностью до 85 кВт

Тип котла	Топливо	Режим горения	Количество образующегося вещества			
			$C_{20}H_{12}$ мкг/100м^3	NO_2 мг/м^3	NO мг/м^3	CO %
1	2	3	4	5	6	7
КС-2	Каменный уголь	Начало выгорания	8,97	5	205	-
	То же	Основной период горения	33,55	25	180	-

Продолжение табл.3

1	2	3	4	5	6	7
КЧМ-3 (7 секций)	Антрацит	Розжиг дров	III,2	6-8	II0	-
	"	Догорание дров	346,I	30-40	70-80	
	"	Начало погрузки угля	I3,6	I0	I20	0,II
	"	Конец погрузки	53,6	20	II0	0,28
	"	Основной период горения	I7,2+I3,4	30	I00	0,08
КС-2	Дрова	Разгорание дров	97,4	8-I0	90-II0	
	"	Догорание дров	2I4,6	25-45	60-80	
КЧМ-3 (7 секций)	Природный газ	α = I,20	8+2	25	I40	0,008
	То же	α = I,40	0	35	I50	0
	"	α = I,80	0	50	I50	0
КЧМ-3 (7 секций)	Природный газ	α = 2,20	0	60	I60	0
	То же	α = 2,8	0	80	I80	0,065
КС-3	ТПБ	α = I,25	60	25	250	0,07
	Легкое жидкое топливо, B=5 кг/ч	α = I,40	350	80	I40	0,02

Приложение I

Характеристика твердых топлив *

Бассейн, месторождение, топливо	Марка угля	W^r %	A^r %	S^r %	Q_i^r ккал/кг	V_r^o м³/кг **
1	2	3	4	5	6	7
		У р а л				
Кизеловский бассейн	ГР,ГМСШ	6,0	3I,0	6,I	4680	5,6I
Челябинский бассейн	БЗ	I7,0	29,9	I,0	3380	4,07
Буланашское месторождение	ГБР	9,0	22,8	0,8	4970	5,83
Дальне-Буланашское месторождение	ГР	8,5	I8,3	I,7	5370	6,3I
Веселовское-Богословское	БЗР	22,0	28,9	0,2	2630	3,3I
Волчанское	БЗР	22,0	3I,2	0,2	2540	3,I2
Егоршинское	ТР	8,0	26,I	I,9	49I0	5,83
Южно-Уральский бассейн	БГР	56,0	6,6	0,7	2I70	2,93
	К а з а х с к а я С С Р					
Карагандинский бассейн	КР, К2Р	8,0	27,6	0,8	5030	5,83
	КСШ, К2СШ	8,0	29,4	0,8	4820	5,63
	К, К2	I0,0	20,7	0,8	5470	6,44
Куучекинское месторождение	К2Р	7,0	40,9	0,7	3960	4,83
Экибастузский бассейн	ССР	7,0	32,6	0,7	45I0	5,25
Ленгерское месторождение	БЗР, БЗСШ	29,0	I4,2	I,8	3650	4,49
Тургайский бассейн						
Кушмурунское месторождение	Б2	37,0	II,3	I,6	3I40	3,93
Приозерное	Б2	36,0	II,5	0,5	3I50	3,90

1	2	3	4	5	6	7
Кузнецкий бассейн	ДР, ДСШ	I2,0	I3,2	0,4	5460	6,42
	ГР, ГМ, ГСШ.	8,0	I4,3	0,5	6030	7,00
	Г промпрод.	I2,0	23,8	0,5	4780	5,73
	ССР	6,0	I4,I	0,6	6550	7,66
	ОС, промпрод.	7,0	27,9	0,8	5200	6,30
	ОС, шлам	2I,0	I6,6	0,4	50I0	5,97
	СС2ССМ	9,0	I8,2	0,4	5900	6,85
	ТОМСШ	7,0	I8,6	0,6	6000	6,94
	ССIССМ	9,0	I8,2	0,3	5630	6,58
Горловский бассейн	АР	I0,0	II,7	0,4	6220	7,04
Инское шахтоуправление	ДКО	8,5	7,3	0,3	6200	7,28
	ДМ	I0,0	I0,8	0,3	5820	6,86
	ДСШ, ДР	II,0	I0,7	0,3	57I0	6,88
Шахта им. Ярославского	ДСШ	I2,0	I3,2	0,4	5470	6,44
Кольчугинское шахтоуправление	ДР, ДСШ	I0,0	I3,5	0,4	5580	6,54
Шахты: Полысаевская	ГКОМ	6,0	7,6	0,4	6630	7,79
	ГМ, ГСШ	8,0	I4,7	0,5	5960	6,88
Октябрьская	ГР, ГМ, ГСШ	8,0	II,0	0,4	6I60	7,I7
Кузнецкая	ГМ, ГСШ	8,0	I0,6	0,4	6I60	7,I8
	ГР	9,0	I3,6	0,3	5760	6,77
"Пионерка"	ГР	7,5	22,7	0,4	54I0	6,23
Распадская	ГР	6,5	25,4	0,6	6230	7,74
Байдаевская	ГР	7,0	I2,I	0,5	6240	7,39

Зыряновская	ГР	9,5	I3,6	0,4	5930	6,98
Новокузнецкая	ГР	7,5	I0,6	0,4	64I0	7,48
ОФ "Комсомолец"	ГР	7,5	I5,7	0,6	5980	7,00
ОФ им.С.М.Кирова	ГР+Г, промпр.	I0,0	I7,I	0,7	5550	6,60
ЦОФ Беловская	Ж, промпр.	8,0	35,0	0,7	4500	5,43
ГОФ Чертинская	Ж, промпр.	8,0	34,0	0,6	4580	5,48
ГОФ Красногорская	КЖ, промпр.	7,0	27,0	0,5	5I60	6,09
ЦОФ Зимнинка	КЖ, промпр.	8,0	24,8	0,4	5270	6,23
ГОФ Коксовая	К2, промпр.	9,0	28,2	0,3	4860	5,90
ГОФ Северная	К2, промпр.	7,0	30,7	0,3	48I0	6,02
ОФ Тайбинская	К2, промпр.	7,0	32,I	0,3	4950	5,86
ЦОФ Киселёвская	К, промпр..	8,0	32,7	0,3	4760	5,65
ГОФ Судженская	К2, промпр.	7,5	27,8	I,0	5250	6,26
ОФ Томусинская	Ж, промпр.	9,0	33,7	0,3	4440	5,25
Шахта Судженская	ССР	6,0	I4,I	0,6	6550	7,65
ГОФ Анжерская	ОС промпр.	7,0	24,6	I,I	5570	6,6I
Шахты: Бутовская	ОС, 2ССР	8,0	24,8	0,4	5440	6,36
Ягуновская	СС2ССКО	6,0	8,5	0,4	70I0	8,05
	СС2ССМ	6,0	II,3	0,4	6770	7,80
	СС2ССШ	8,0	I3,8	0,4	6360	7,37
	ТР	7,0	I5,8	0,5	6240	7,33
Краснокаменская	СС2ССШ	5,5	I2,3	0,4	3650	7,69
	ССIССРОКI	I0,0	II,7	0,4	5580	6,56
	ССIССРОКII	I9,0	I6,2	0,3	4I00	4,66
им. Б.И.Ленина	СС2 ССР	8,0	I4,7	0,4	6270	7,34
	ССIССРОКI	II,0	I6,0	0,4	5670	6,68
им. Шевякова	СС2ССР	I0,0	24,3	0,3	5I80	6,II

1	2	3	4	5	6	7
им. Вахрушева	СС2СОР	6,0	I4,I	0,3	65I0	7,5I
Киселёвская	ССІСОР	8,0	I5,6	0,4	56I0	6,73
Северная	ССІСОР	9,0	I4,6	0,3	6060	7,06
Южная	ССІССМ	7,0	I3,0	0,3	6230	7,25
	ССІСССШ	9,0	I5,5	0,3	5850	6,79
им. Волкова	ССІСОР	9,0	I9,I	0,3	5580	6,48
Щултулепская	ТОМСШ	8,0	I8,4	0,6	5950	6,88
им. Орджоникидзе	ТОМСШ	7,0	I9,5	0,6	5930	6,82
им. Дмитрова	ТОМСШ	6,0	22,6	0,7	5730	6,69
Бунгурское шахтоуправление						
Шахты: Листвянская	ТОМСШ	5,5	I3,2	0,5	6560	7,54
Бунгурская	ТОМСШ	5,5	22,7	0,7	5670	6,53
Михайловский участок	ТРОКТ	I0,0	I5,3	0,4	5650	6,56
Редаково	ТР	6,0	I9,7	0,5	6020	6,93
"Красный углекоп"	ТМСШ	6,0	I4,I	0,5	6400	7,44
Маганак	ТМСШ	5,0	II,4	0,4	6790	7,88
Кузнецкий бассейн (открытая добыча)	ДРОКІ	I5,0	II,0	0,4	5II0	6,03
	ДРОКІІ	I8,0	I0,7	0,3	4550	5,43
	ГР, ГСШ	I0,0	I3,5	0,4	5800	6,88
	ГРОКІ	II,0	I3,4	0,4	5480	6,45
	ГРОКІІ	I7,0	I6,6	0,3	4450	5,30
	КР	6,0	I4,I	0,3	6530	7,58

	ССІССР	I0,0	II,7	0,4	6I40	7,I2
	ССІССРОКІ	I2,0	II,4	0,4	5730	6,77
	ССІССРОКІІ	I9,0	I4,6	0,3	4350	5,20
	ССІССР	8,0	I5,6	0,4	6I60	7,I5
	СС2ССМСШ	8,0	I3,8	0,4	6I90	7,22
	СС2ССРОКІ	I0,0	I5,3	0,3	5720	6,69
	ТМСШ,ІР	8,0	I3,8	0,4	6340	7,28
	ТРОКІ	9,0	I5,5	0,4	5900	6,85
	ТРОКІІ	I5,0	I8,7	0,3	4550	5,29
Месторождения :						
Уропское	Д	I6,6	8,3	0,2	5260	6,I8
Караканское	Д	I7,3	II,2	0,2	4880	5,83
Новоказанское	Д	I3,0	I0,4	0,3	5430	6,4I
	Г, ГЖ	I0,5	I0,7	0,4	6000	6,87
Талдинское	Г, ГЖ	8,0	8,3	0,4	63I0	7,45
Ерунаковское	Г	8,0	9,7	0,5	6330	7,40
Сибиргинское	Т, А	8,0	20,7	0,3	56I0	6,50
Чулымское	Т, А	6,0	I2,7	0,5	6620	7,56
Разрезы: Моховский	ІРОКІ	II,0	II,I	0,4	56I0	6,62
	ІРОКІІ	I8,0	I2,3	0,3	4580	5,47
	ДРОКІ	I2,0	I0,6	0,4	5420	6,38
	ДРОКІІ	I8,0	I0,7	0,3	4550	5,43
Колмогоровский	ІР	8,0	I2,0	0,5	6080	7,I2
	ДРОКІ	I8,0	I0,7	0,5	4680	5,78
Байдаевский	ІР	8,0	9,2	0,4	6350	7,39
	ІРОКІ	I0,5	9,0	0,4	5800	6,89
	ІРОКІІ	I5,0	I7,0	0,3	4660	5,5I

1	2	3	4	5	6	7
Грамотеинский	ГР, ГСШ	I0,0	I3,5	0,3	5000	6,8I
Новосергиевский	ССІССР	8,0	I3,8	0,5	6I50	7,II
	ССІССРОКІ	I0,0	I3,5	0,4	57I0	6,66
	СС2ССР	6,0	7,4	0,3	6080	7,94
Проксньевский	ССІССР	I0,0	9,0	0,4	6360	7,38
	ССІССРОКІІ	23,0	II,6	0,3	4220	5,I0
им. Бахрушева	ССІССР	I2,0	8,8	0,4	6090	7,05
Киселёвский	ССІССР	8,0	7,4	0,4	6580	7,58
	ССІССРОКІ	I0,0	9,0	0,4	6040	6,99
	ССІССРОКІІ	20,0	8,0	0,3	4620	5,47
Черниговский	ССІССР	I0,0	I7,I	0,4	5640	6,59
	СС2ССР	9,0	I3,6	0,4	6I40	7,I4
	СС2ССМСШОКІ	I0,0	I3,5	0,4	5920	6,95
	ССІССРОКІІ	20,0	I4,4	0,4	4330	5,I4
	СС2ССМСШ	8,0	I3,8	0,3	6260	7,28
	СС2ССРОКІ	I2,0	I3,2	0,3	57I0	6,67
	ССІССРОКІІ	20,0	I2,8	0,2	4380	5,2I
им. 50 лет Октября	КР	6,0	9,4	0,4	6900	7,95
	ССІССР	8,0	I2,9	0,4	6370	7,34
	СС2ССР	8,0	5,5	0,4	6040	7,98
	СС2ССМСШ	8,0	7,4	0,4	6780	7,79
	СС2ССМСШОКІ	II,0	7,I	0,4	6440	7,43
	ССІССРОКІІ	22,0	II,7	0,3	4360	5,22

Томусинский	IP, IPOKI	9,0	I4,6	0,5	58I0	7,07
	KP	5,0	I4,2	0,3	66I0	7,65
	CC2CCP	I0,0	I4,4	0,4	6060	7,02
	CCICCPOKII	20,0	I6,0	0,2	4I00	5,0I
	KP	6,0	I5,0	0,3	6470	7,48
Междуреченский	CC2CCP	8,0	I5,6	0,3	6I60	7,2I
	CC2CCPOKI	I0,0	I5,3	0,3	5800	6,83
	CC2CCШ	I0,0	I8,0	0,3	5740	6,73
	CCICCPOKII	I5,0	I7,0	0,3	4640	5,59
Сибиргинский	CC2CCP	6,5	I6,8	0,3	6I20	7,I7
	CC2CCPOKI	I0,0	I6,2	0,3	5660	6,56
	CCICCPOKII	I8,0	I6,4	0,2	4460	5,40
Листвянский	TPOKI	8,0	I8,4	0,5	5820	6,68
	TPOKII	I5,0	I8,7	0,4	4420	5,03
	TP, TMCШ	8,0	I7,5	0,3	6050	6,94
Красногорский	TPOKI	I0,0	I7,I	0,3	5720	6,67
	TPOKII	I3,0	I8,3	0,3	4870	5,95
Краснобродский	TP, TM, TCШ	7,0	9,3	0,4	6790	7,83
	TPOKI	8,0	9,2	0,4	6390	7,43
Канско-Ачинский бассейн						
Ирша-Бородинский разрез	B2P	33,0	6,7	0,2	3700	4,53
Назаровский разрез	B2P	39,0	7,3	0,4	3II0	3,92
Берёзовское месторождение	B2	33,0	4,7	0,2	3740	4,62
Барандатское	B2	37,0	4,4	0,2	3540	4,38
Итатское	BI	40,5	6,8	0,4	3060	3,83
Боготольское	BI	44,0	6,7	0,5	2820	3,59

Продолжение приложения I.

I	2	3	4	5	6	7
Абанское месторождение	Б2	33,5	8,0	0,3	3520	4,35
Большесырское	Б3	24,0	6,I	0,2	4550	5,50
Минусинский бассейн	ДР, ДМСШ	I4,0	I7,2	0,5	4800	5,68
Черногорский разрез	ДР	I4,0	I4,6	0,5	4910	5,8I
Изыхское месторождение	ДР	I4,0	I7,2	0,5	4800	5,78
Аскизское	Д	9,0	I7,9	0,6	5500	6,53
Бейское	Д	I4,0	I2,9	0,5	5360	6,35
Иркутский бассейн						
Черемховское месторождение	ДР, ДМСШ	I3,0	27,0	I,0	4270	5,07
Забитуйское	ДР	8,0	23,0	4,I	4980	5,98
Азейский разрез	БЗР	25,0	I4,2	0,4	4040	4,82
Тулунский	БЗР	26,0	I2,6	0,4	3900	4,77
Мугунское месторождение	Б3	22,0	I4,8	0,9	4I80	5,I4
Каохемское	ГР	5,0	I2,4	0,4	6300	7,40
Элегестинское	Ж	7,0	8,4	0,6	7080	8,22
		Б у р я т с к а я С С Р				
Гусиноозерское месторождение	БЗР	23,0	I6,9	0,7	4020	4,87
Холбольджинский разрез	БЗР	26,0	II,8	0,3	3830	4,64
Баянгольское месторождение	Б3	23,0	I5,4	0,5	43I0	5,I6
Никольское	Д, ДГ	6,0	I8,2	0,4	5490	6,47
Месторождения Северо-Восточных районов:						
Сангарское	ДР	I0,0	I3,5	0,3	5790	6,80
Джебарики-Хая	ДР	II,0	II,I	0,3	5500	6,50

Аркагалинское	ДР	I9,0	I2,2	0,2	4560	5,46
Верхне-Аркагалинское	Д	20,0	I0,4	0,3	4620	5,54
Эрозионное	Г	9,0	I2,7	0,4	5560	6,59
Буор-Кемюсское	Т	8,0	II,0	0,3	65I0	7,53
Бухта Угольная	ГР	I0,0	I5,3	I,4	5770	6,73
Нерюнгринское	ССР	7,0	I6,7	0,2	5860	6,8I
Анадырское	БЗР	22,0	I3,3	0,6	4280	5,3I
Кангаласское	Б2Р	32,5	I0,I	0,2	3460	4,32
Согинское	БТ	4I,0	3,0	0,2	3340	4,I4
Куларское	БТ	5I,0	I2,2	0,I	I830	2,58
Ланковское	БТ	5I,0	5,9	0,I	2200	2,98
Уяндинское	БТ	50,0	I2,0	0,I	I880	2,6I
Дрова		40,0	0,6	-	2440	3,75
Мазут	Малосерн.	3,0	0,I	0,5	9620	II,48
"	Сернист.	3,0	0,I	I,9	9490	II,28
"	Высокосерн.	3,0	0,I	4,I	9260	I0,99
Стабилизир.мазут	-		0,I	2,9	9500	II,35
Дизельное топливо	-	-	0,025	0,3	I0I80	-
Солярное масло	-	-	0,02	0,3	I0II0	-
Моторное топливо	-	-	0,05	0,4	9880	-

[*] По данным ЗапСибНИИ. См.также: Энергетическое топливо СССР (ископаемые угли, горючие сланцы, торф, мазут, горючий природный газ). Справочник. -М.:Энергия, I979.

[**] При нормальных условиях.

Состав природных газов некоторых газопроводов

Газопровод	Состав газа по объему, %													Q_i^z сухого газа ккал/м³	ρ, кг/м³
	CH_4 метан	C_2H_6 этан	C_3H_8 пропан	C_4H_{10} бутан	C_5H_{12} пентан и более тяжелые	N_2 азот	CO_2	H_2S	SO_2	CO	H_2	Непредельные углеводороды			
Природный газ															
Кумертау – Ишимбай – Магнитогорск	81,7	5,3	2,9	0,9	0,3	8,8	0,1	–	–	–	–	–		8790	0,858
Бухара-Урал	94,9	3,2	0,4	0,1	0,1	0,9	0,4	–	–	–	–	–		8770	0,758
Игрим-Пунга-Серов-Нижний Тагил	95,7	1,9	0,5	0,3	0,1	1,3	–	–	–	–	–	0,2		8710	0,741
Оренбург-Совхозное	91,4	4,1	1,9	0,6	–	0,2	0,7	–	–	–	–	1,1		9080	0,883
Попутные газы															
Каменный Лог-Пермь	38,7	22,6	10,7	2,7	0,7	23,8	–	0,8	–	–	–	–		10120	1,196
Ярино-Пермь	38,0	25,1	12,5	3,3	1,3	18,7	1,1	1,1	–	–	–	–		11200	1,196
Тюменское месторождение	88–92	0,8–2,5	2,5–3,5	1,5–3,5	0,2–0,6	2,5–5,8	0,1–0,5	–	–	0,2–0,6	–	–		8400–9200	–
Промышленные газы															
Газ доменных печей, работающих на коксе с добавлением природного газа	0,3	–	–	–	–	55,0	12,5	–	0,2	27,0	5,0	–		903	1,194
Газ коксовых печей	25,5	–	–	–	–	3,0	2,4	–	0,5	6,5	59,8	2,3		4050	0,424

gost.e-ecolog.ru