

Ордена Трудового Красного Знамени
Академия коммунального хозяйства им. К.Д. Памфилова

Утверждаю
Директор
АКХ им. К.Д.Памфилова
В. Ф. П и в о в а р о в
21 сентября 1990 г.

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
ПО РАСЧЕТУ ВЫБРОСОВ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ
В АТМОСФЕРУ С ДЫМОВЫМИ ГАЗАМИ ОТОПИТЕЛЬНЫХ
И ОТОПИТЕЛЬНО-ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ КОТЕЛЬНЫХ

Сектор научно-технической информации АКХ
Москва 1991

Настоящие методические указания содержат перечень ингредиентов, формулы для расчета выбросов, практические рекомендации и вспомогательные таблицы, необходимые для проведения расчетов. В указаниях введены методы определения содержания в дымовых газах количества таких вредных веществ, как пятиокись ванадия, формальдегид, 3,4-бензпирен, сажа; преобразованы и упрощены используемые ранее формулы расчетных коэффициентов окиси углерода и окислов азота; изменены и введены новые расчетные графики и вспомогательные таблицы.

Настоящие методические указания выпускаются взамен разработанных в 1986 г. методических указаний по расчету выбросов загрязняющих веществ в атмосферу с дымовыми газами отопительных и отопительно-производственных котельных ЦКХ РСФСР (кандидаты техн. наук А.Л.Максимов, М.А.Плотников и Д.Л.Боршов), за основу которых ранее были приняты "Методические указания по расчету выбросов загрязняющих веществ при сжигании топлива в котлах производительностью до 30 т/ч" (1985) и "Методика определения валовых выбросов вредных веществ в атмосферу от котлов тепловых электростанций" (1984).

Разработаны отделом коммунальной энергетики АКХ им. К.Д.Памфилова (канд. техн. наук В.В.Пономарева). Согласованы Всесоюзным НИИ охраны природы и заповедного дела (ВНИИприроды, С.-Петербург, письмо № 374/33 от 7.06.90г.) и Госкомприроды СССР (письмо № 09-2-3/1206 от 31.08.90г.).

Предназначены для использования в теплоэнергетических предприятиях местных Советов, а также служб Госкомприроды СССР при проведении инвентаризации источников выбросов в атмосферу загрязняющих веществ.

Замечания и предложения по настоящим указаниям просьба направлять по адресу: 123371, Москва, Волоколамское шоссе, 115. АКХ им. К.Д.Памфилова, отдел коммунальной энергетики.

ОБЪЕМ ПОЛОЖЕНИЯ

Основным техническим процессом является нагревание теплоносителя (воды или пара) в котельной установке за счет теплоты сгорания топлива в топке.

Теплопроизводительность парогенераторов соответствует паропроизводительности по коэффициенту пересчета (прил. I).

Перечень вредных веществ, выбрасываемых с дымовыми газами, включает следующие ингредиенты: твердые частицы, окислы серы, окись углерода, окислы азота, пятиокись ванадия и некоторые продукты неполного сгорания топлива.

Предполагается отсутствие улетучивания твердых частиц из отвалов и складов.

Выбросы вредных веществ рассчитываются в массовых единицах за рассматриваемый период времени, например, т/год или г/с.

Необходимо учитывать периодичность работы котельной установки в рассматриваемый период времени и различные виды применяемых топлив. Для этого рассматриваемый период времени (год) делится на промежутки времени, в течение каждого из которых производилась работа на одном виде топлива. Рассматриваются выбросы в каждом промежутке времени и суммируется количество выбросов за год.

При использовании нескольких видов топлива в одной котельной установке одновременно, выбросы рассчитываются как сумма выбросов от раздельного использования этих топлив.

Текущие выбросы в рассматриваемый момент времени, как правило, измеряются в г/с.

Максимальные текущие выбросы соответствуют режиму номинальной (установленной) мощности.

Наиболее распространенный случай - работа котельной установки в режиме установленной мощности в течение отопительного периода в году на одном виде топлива. В этом случае выбросы за год равны выбросам за отопительный период года.

Основные условные обозначения

B - массовый расход натурального топлива за рассматриваемый период времени (т/год или г/с), масса - рабочая; Q_H^P - низшая теплота сгорания натурального топлива (в пересчете на рабочую массу), МДж/кг или ккал/кг; A^P - зольность топлива на рабочую массу, %; S^P - сернистость топлива на рабочую массу, %; q_3 - потери теплоты от химической неполноты сгорания, %; q_4 - потери теплоты от механической неполноты сгорания, %; M_i - массовое количество выбросов за рассматриваемый период времени ингредиента i ; λ - коэффициент избытка воздуха; Q - теплопроизводительность котельной установки (тепловая мощность), МВт или Гкал/ч или т пара/ч.

РАСЧЕТ РАСХОДА ТОПЛИВА

Расход топлива $B_{уст}$ (кг/ч) в режиме номинальной (установленной) тепловой мощности определяется по формуле

$$B_{уст} = (Q_{ном} / Q_H^P \eta) \times 10^6 \text{ кг/ч} \quad (1)$$

где η - КПД котельной установки, в долях; $[Q_{ном}] = [\text{Гкал/ч}]$; $[Q_H^P] = [\text{ккал/кг}]$.

Расход топлива за рассматриваемый период определяется по действующим нормам расхода на выработку теплоты или по формуле

$$B = K B_{уст} \quad (2)$$

где K - коэффициент нагрузки. В рассматриваемом распространенном частном случае для годового периода

$$K = \tau_{от} / 8766 \quad (3)$$

где $\bar{t}_{от}$ - отопительный период, ч/год.

Для определения весового расхода природного газа рекомендуется использовать формулы

$$V = V_p \quad (4); \quad Q_H^p = Q_{HV}^p / \rho. \quad (5)$$

где V - расход природного газа, м³/год; ρ - плотность природного газа, кг/м³ ($\rho = 0,76 - 0,85$); Q_{HV}^p - то же, что и Q_H^p , но в ккал/м³ или кДж/м³.

Расчет приземных концентраций проводится на резервный вид топлива. Плата за годовые выбросы рассчитывается по фактическому расходу топлива $V_{факт}$

РАСЧЕТ ВЫБРОСОВ В АТМОСФЕРУ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ

Расчет выбросов твердых частиц

Состав выбрасываемых твердых частиц включает: SiO₂ - 30-60%, Al₂O₃ - 15-28%, Fe₂O₃ - 2-10%, CaO, MgO, K₂O, Na₂O, TiO₂, MnO₂, P₂O₅, сахар, углеводороды.

Количество летучей золы и несгоревшего топлива $M_{п}$ (т/с, т/год, по размерности расхода топлива), выбрасываемое с дымовыми газами от каждой отдельной котельной установки в рассматриваемый период, определяется по формуле

$$M_{п} = V A^p \frac{a_{ун}}{100 - \Gamma_{ун}} (1 - \beta_3), \quad (6)$$

где β_3 - доля твердых частиц, улавливаемых в золоуловителях (ИД золоуловителя); $a_{ун}$ - доля уноса золы, %; $\Gamma_{ун}$ - содержание горючих в уносе, %.

Значения A^p , $\Gamma_{ун}$, $a_{ун}$, β_3 принимаются по фактическим средним показателям, при отсутствии этих данных определяют-

ся по характеристикам сжигаемого топлива (прил. 2). Значение показателя равного

$$= \frac{a_{\text{УН}}}{100 - \Gamma_{\text{УН}}} \quad (7)$$

можно принимать по табл. I.

При сжиге золоулавливанием блок-циклоны типа НИМОгаз имеют КПД $\eta_3 = 0,75-0,95$, батарейные циклоны ЦКТИ имеют КПД $\eta_3 = 0,8-0,9$.

В случае возврата уноса, применявшегося в стальных котлах производительность более 1,2 Гкал/ч (1,392 МВт), $a_{\text{УН}}$ должна быть уменьшена на 10% от первоначальной величины.

Величина $\Gamma_{\text{УН}}$ может быть определена при отсутствии экспериментальных данных по формуле

$$\Gamma_{\text{УН}} \leq \frac{q_4^{\text{УН}}}{a_{\text{УН}} + \frac{32680}{Q_{\text{Н}}^{\text{Р}}} A^2 a_{\text{УН}}} 100, \quad (8)$$

где $q_4^{\text{УН}}$ - потери теплоты от механической неполноты сгорания топлива в уносе, %. Для приближенного расчета $a_{\text{УН}} = 0,50$ % (см. прил.2); $Q_{\text{Н}}^{\text{Р}}$ - ккал/кг (см. табл. I прил. 3).

Т а б л и ц а I
Значение коэффициентов ζ и $K_{\text{СО}}$
в зависимости от типа топки и вида топлива

Тип топки	Вид топлива	ζ	$K_{\text{СО}}$ кг/ГДж
1	2	3	4
С неподвижной решеткой и ручным забросом топлива	Бурые и каменные угли	0,0023	1,9
	Антрациты:		
	АС и АМ	0,003	0,9
	АРШ	0,0078	0,8

Продолжение табл. I

I	2	3	4
С пневмомеханическими забрасывателями и неподвижной решеткой	Бурые и каменные угли: Антрациты:	0,0088	0,6
С цепной решеткой прямого хода	АРС	0,0088	0,6
	АС и АМ	0,002	0,1
С забрасывателями и цепной решеткой	Бурые и каменные угли:	0,0033	0,7
Шахтная	Твердое топливо	0,0013	2
Шахтно-цепная	Торф кусковой	0,0019	1
Наклонно-переталкивающая	Бстонские сланцы	0,0025	2,9
Слоевые топки бытовых теплогенераторов	Дрова	0,005	14
	Бурые угли	0,0011	16
	Каменные угли	0,0011	7
	Антрацит, тощие угли	0,0011	3
Камерные топки	Мазут	0,01	0,32
Топки паровых и водогрейных котлов	Газ природный, попутный и коксовый	-	0,25
Топки бытовых теплогенераторов	Газ природный	-	0,08
	Легкое жидкое (печное) топливо	0,01	0,16

Расчет выбросов пятиоксида ванадия

При использовании жидкого топлива (мазута) количество оксидов ванадия $M_{V_2O_5}$, г/с (т/год) (по размерности расхода топлива), рассчитывают по формуле

$$M_{V_2O_5} = 3,57 \cdot 10^{-6} G_V B \text{ г/с (т/год)}. \quad (9)$$

или в пересчете на пятиоксид ванадия (аэрозоль)

$$M_{V_2O_5} = 10^{-6} G_{V_2O_5} B \text{ г/с (т/год)}.$$

где C_V - содержание ванадия (для $G_{V_2O_5}$ - в пересчете

на плотность ванадия) в жидком топливе, г/т; В - массовый расход натурального топлива за рассматриваемый промежуток времени, (г/с) т/год.

По эмпирической формуле ВТИ им. П.Э.Дзержинского $G_{V_2O_5}$ (г/т) равен

$$G_{V_2O_5} = 95,4 S^P - 31,6 \text{ г/т}, \quad (I0)$$

где S^P - содержание серы в изюте на рабочую массу, % ($S^P > 0,4\%$).

Расчет выбросов окислов серы

Количество окислов серы M_{SO_2} , г/с (т/год) (по размерности расхода топлива), в пересчете на SO_2 вычисляется по формуле

$$M_{SO_2} = 0,02 B S_p (1 - \gamma'_{SO_2}) (1 - \gamma''_{SO_2}) \text{ г/с (т/год)}, \quad (II)$$

где γ'_{SO_2} - доля окислов серы, связываемых летучей золой топлива (см. ниже); γ''_{SO_2} - доля окислов серы, улавливаемых в золоуловителях попутно с улавливанием твердых частиц. Для сухих золоуловителей принимается равной нулю. В мокрых золоуловителях она зависит от приведенной сернистости топлива $S_{пл} = S^P / \alpha_H^P$, (% кг)/МДж, и от расхода и общей щелочности орошаемой воды (рис. 1).

Ориентировочные значения γ'_{SO_2} при факельном сжигании различных видов топлив [6]

Торф	0,15
Сланцы эстонские и ленинградские	0,8
Остальные сланцы	0,5
Экибастузский уголь	0,02
Березовские угли Канско-Ачинского (КА) бассейна для топок с твердым шлакоудалением	0,5
Остальные угли КА бассейна для топок с твердым шлакоудалением	0,2
Прочие угли	0,1
Мазут	0,02
Газ	0

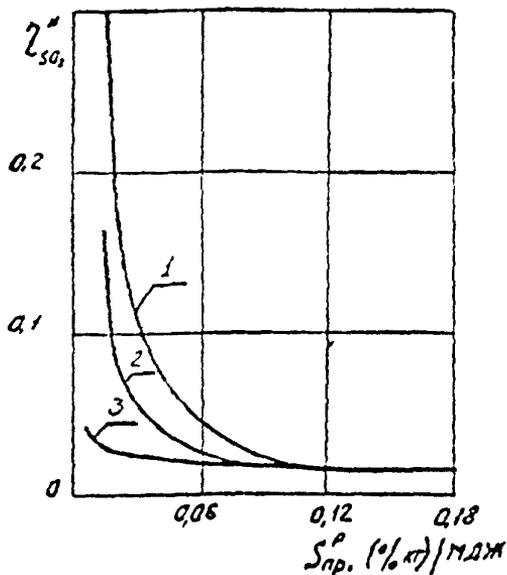


Рис. 1. Степень улавливания окислов серы в
мокрых золоуловителях $Z_{SO_2}^a$ при щелочности
орошаемой воды:
1 - 10 мг-экв/дм³; 2 - 5 мг-экв/дм³; 3 - 0 мг-экв/дм³

Расчет выбросов окиси углерода

Количество окиси углерода M_{CO} , г/с (т/год) (по размерности расхода топлива), вычисляется по формуле

$$M_{CO} = 0,001 C_{CO} B \left(1 - \frac{q_v}{100}\right) \text{ г/с (т/год)}, \quad (12)$$

где C_{CO} - выход окиси углерода при сжигании 1 т топлива (кг/т), определяется по формуле

$$C_{CO} = \frac{q_3 R Q_H^D}{100 Q_{CO_2}} \text{ кг/т.} \quad (13)$$

где размерность Q_H^D выражается в кДж/кг; $Q_{CO_2} = 10,13$ МДж/кг; q_3 - для мазута и газа при отсутствии системы автоматического регулирования горения равно 0,5 ($q_3 = 0,5\%$), при отлаженной системе q_3 равно 0,15 ($q_3 = 0,15\%$); R - безразмерная доля q_3 , обусловленная наличием продукта неполного сгорания окиси углерода. Для твердого топлива $R = 1$; газа $R = 0,5$; для мазута $R = 0,65$. Величина q_4 равна для мазута и газа 0,5 ($q_4 = 0,5\%$). Значения q_3 и q_4 для угля см. в прил. 2. C_{CO} можно определить также по данным табл. I, используя формулу $C_{CO} = K_{CO} Q_H^D$, где $[K_{CO}] = [\text{кг/ГДж}]$, а $[Q_H^D] = [\text{МДж/кг}]$; $[C_{CO}] = [\text{кг/т}]$.

Формула для расчета выражения (12) может быть упрощена с учетом выражений (1), (13) и численных значений q_3 , q_4 и R .

При размерности $Q_{ном}$ в Гкал/ч $Q_{CO_2} = 2420$ ккал/кг, расчетное секундное количество выбросов $M_{CO}^{расч}$ (г/с) равно

$$M_{CO}^{расч} = \frac{q_3 R (1 - q_4/100) Q_{ном} \times 10^6 \times 10^3}{100 \times 2420 \times 3600} = 1,148 q_3 R (1 - q_4/100) \frac{Q_{ном}}{2} \text{ г/с.} \quad (14)$$

в том числе для газа $M_{CO}^{расч}$, г/с, равно без системы автоматики $M_{CO}^{расч} = 0,29 \frac{Q_{ном}}{2}$ г/с; при отлаженной работе системы ($q_3 = 0,15\%$)

$$M_{CO}^{расч} = 1,148 \times 0,15 \times 0,5 \times 0,995 \frac{Q_{ном}}{2} = 0,0857 \frac{Q_{ном}}{2} \text{ г/с,} \quad (15)$$

для мазута $M_{CO}^{расч}$ - без системы автоматики $M_{CO} = 0,37 \frac{Q_{ном}}{2}$ г/с,
с автоматикой - $M_{CO}^M = 0,111 \frac{Q_{ном}}{2}$ г/с, (16)

для каменного угля

$$M_{CO}^{ку} = 3,2 \frac{Q_{н.окм}}{2} \text{ г/с при } q_{н} = 7\%; \quad q_{з} = 3\%; \quad (17)$$

для бурого угля

$$M_{CO}^{бу} = 3,134 \frac{Q_{н.окм}}{2} \text{ г/с при } q_{н} = 9\% \quad q_{з} = 3\%. \quad (18)$$

Валовое количество выбросов M_{CO} (т/год) при работе котельной $T_{см}$ (ч/год) с учетом (2) и (3) равно

$$M_{CO} [\text{т/год}] = M_{CO} [\text{г/с}] T_{от} 3,6 \times 10^{-3} \frac{V_{факт}}{V_{уст}}. \quad (19)$$

Расчет выбросов окислов азота

Количество окислов азота M_{NO_2} , г/с (т/год) (по размерности расхода топлива), в пересчете на NO_2 вычисляется по формуле

$$M_{NO_2} = 0,001 B Q_H^{\Gamma} K_{NO_2} (1-\beta) (1-q_{н}/100) \text{ г/с (т/год)}, \quad (20)$$

где B - расход топлива, г/с (т/год);

$$[0,001] = [\text{ГДж/МДж}] \quad [M] = \frac{\text{ГДж}}{\text{МДж}} \cdot \frac{\text{МДж}}{\text{кг}} \cdot \frac{\text{кг}}{\text{ГДж}} B = [B],$$

где Q_H^{Γ} - низшая теплотворная способность топлива, МДж/кг [для газа - МДж/м³]; K_{NO_2} - количество окислов азота, образующихся на 1 ГДж тепла, кг/ГДж, в зависимости от вида сжигаемого топлива и номинальной производительности котельной установки, определяется по графику на рис. 2.

При нагрузке, отличающейся по номинальной, на значение K_{NO_2} следует вводить поправку, равную $(\frac{Q_{факт}}{Q_{ном}})^{0,25}$, где $Q_{ном}$ и $Q_{факт}$ - соответственно номинальная и фактическая производительность котельного агрегата; β - коэффициент, учитывающий степень снижения выбросов окислов азота в резуль-

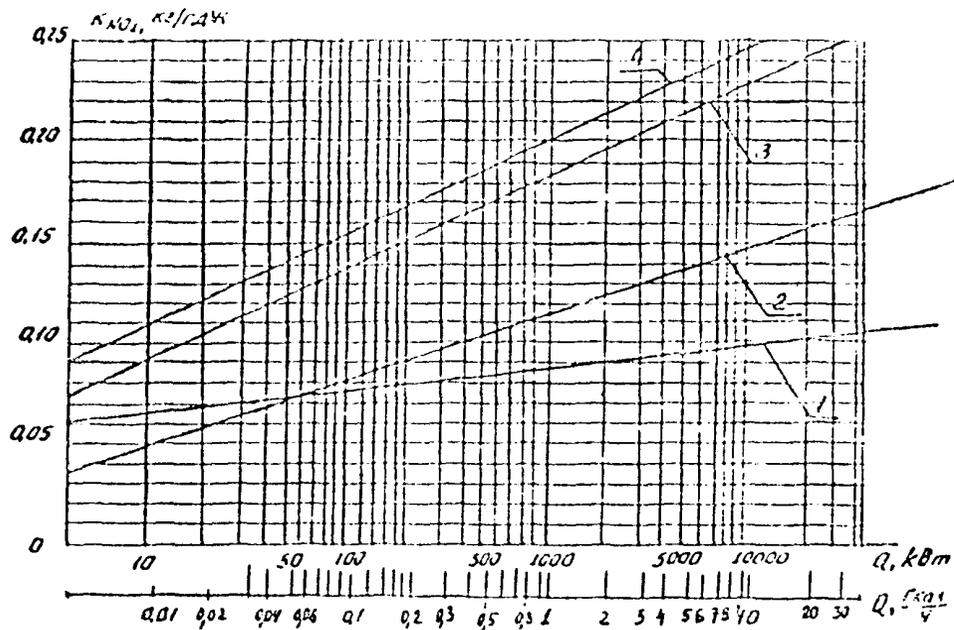


Рис. 2. Зависимость K_{NO_2} от тепловой мощности котельной установки для различных видов топлив:

1 - природный газ, мазут; 2 - антрацит; 3 - бурый уголь; 4 - каменный уголь

тате применения технических решений. В настоящее время для малых котлов $\beta = 0$.

При размерности $Q_{НСМ}^2$ в ккал/кг (ккал/м³)

$$M_{NO_2} = 4,187 \times 10^{-6} Q_{НСМ}^2 K_{NO_2} B (1 - \beta) \left(1 - \frac{q_{ч}}{100}\right), \quad (21)$$

где $[M] = [B]$, $[4,187 \times 10^{-6}] = [\text{ГДж/ккал}]$.

Если размерность $[Q_{НСМ}]$ в $[\text{Гкал/ч}]$, то формула для расчета $M_{NO_2}^{\text{расч}}$ (г/с) с учетом выражения (1) и $\beta = 0$ приобретает вид

$$M_{NO_2}^{\text{расч}} = 1,163 Q_{НСМ} / 2 K_{NO_2} (1 - q_{100}), \quad (22)$$

где K_{NO_2} , кг/ГДж - по графику на рис. 2.

С учетом изложенного расчетное количество выбросов диоксида азота M_{NO_2} (г/с) при сжигании газа и мазута ($q_{ч} = 0,5\%$)

$$M_{NO_2}^{\text{ГМ}} = 1,157 \frac{Q_{НСМ}}{2} K_{NO_2}^{\text{ГМ}}, \quad (23)$$

каменного угля ($q_{ч} = 7\%$)

$$M_{NO_2}^{\text{КУ}} = 1,08 \frac{Q_{НОМ}}{2} K_{NO_2}^{\text{КУ}}, \quad (24)$$

бурого угля ($q_{ч} = 9\%$)

$$M_{NO_2}^{\text{БУ}} = 1,06 \frac{Q_{НОМ}}{2} K_{NO_2}^{\text{БУ}}, \quad (25)$$

Валовое количество выбросов окислов азота M_{NO_2} (т/год) для котельных, работавших в отопительный период $\tau_{от}$ (ч/год), равно

$$M_{NO_2} [\text{т/год}] = M_{NO_2} [\text{г/с}] \tau_{от} 3,6 \times 10^{-3} \frac{B_{\text{факт}}}{B_{\text{уст}}}. \quad (26)$$

Семантиформачное снижение выбросов
некоторых продуктов неполного сгорания топлива

Вместе с окисью углерода от котельных агрегатов атмосфере поступают формальдегид HCHO , сажа и 3,4-бензпирен [2,3,8]. Диапазон изменения содержания формальдегида может отличаться на порядок в зависимости от режимных и конструктивных особенностей топок. Содержание его колеблется от 0 до 70 мг/м^3 . При коэффициенте избытка воздуха $\lambda = 1,1-1,7$ (прил. 4) в котлах ДКВР-10-13 с горелками ГТ наблюдалось количество формальдегида, равное $0,2-0,5 \text{ мг/м}^3$, с горелками ГА-110-0,7-1 мг/м^3 [8]. Рекомендуемая для ориентировочных расчетов концентрация (в уходящих газах) для котлов $\text{С} < \text{IСт} 4-17,35 \text{ мг/м}^3$.

По данным литературы [8], наиболее вероятные значения количества формальдегида за котлами производительности менее 10 т/ч составляют $3,7-31 \text{ мг/м}^3$ продуктов сгорания.

Сажеобразование в газоходах котла до 90 мг/м^3 наблюдается в осенний и весенний период, особенно за малогабаритными топками секционных отопительных котлов МТ-2, МТ-2Г, "Универсал" при диффузионных подовых горелках (рис. 3-5) [3] и отсутствии автоматики горения. При отлаженной работе системы автоматики горения концентрация как сажи, так и других продуктов неполного сгорания меньше в 3,33 раза ($q_3 = 0,15$).

В саже и дымовых газах содержатся канцерогенные вещества - полициклические углеводороды, такие, например, как 3,4-бензпирен ($\text{C}_{20}\text{H}_{12}$). Максимальное содержание характерно для топок с неподвижной решеткой. Количественные характеристики приведены в табл. 2 [2]. При сжигании природного газа 3,4-бензпирен содержится в следящих случаях.

При сжигании Донецких углей в котлах ПТ-230 и Львовско-Вольских в ПТ-100 количество бенз(а)пирена без очистки газов составляло $0,8-16,5 \text{ мкг/м}^3$.

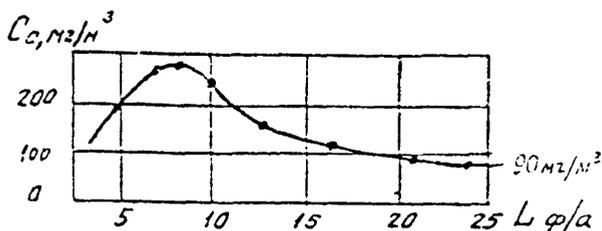


Рис. 3. Изменение концентрации сажи C_c по высоте факела $L_{\phi/a}$ полой диффузионной горелки при сжигании природного газа в котле "Тула-3" (без автоматич. горения)

При камерном сжигании пылевидного топлива бензпирен отсутствует. При сжигании твердого топлива в слое на ручной и механической топках бензпирен содержится в большом количестве - 2,2-379 г/т сжигаемого угля [13].

При сжигании мазута в котлах ТПМ-314А и ПК-19, оборудованных горелками ХС ЦКБ-ВТИ, был обнаружен бензпирен в концентрации 0,02-0,5 мкг/м³ [12].

Количество выбросов рассмотренных продуктов неполного сгорания топлива M (г/с) определяется по формуле

$$M = C V_{\Gamma} \text{ г/с,}$$

где C - концентрация вредного вещества в уходящих газах, г/м³; V_{Γ} - объем уходящих газов, м³/с.

Валовое количество выбросов M (т/год) равно

$$M \text{ [т/год]} = M \text{ [г/с]} \times 3,6 \times 10^{-3} \tau \frac{V_{\text{факт}}}{V_{\text{уст}}} \text{ т/год.}$$

Продолжение прил. 2

1	2	3	4	5	6	7	8
Каменные угли	СС и СС	1,4-1,5	0,5-1	6	0,16	30	3
	Т	1,4-1,5	0,5-1	6	0,16	30	2,5
Бурые угли	Ирша-Бородинский	1,4-1,5	0,5-1	7	0,22	20	1,6
	Артемовский	1,4-1,5	0,5-1	7	0,15	20	1,2
	Челябинский	1,4-1,5	0,5-1	7	0,22	20	6,5
	Подмосковный	1,4-1,5	0,5-1	9	0,21	20	8,9
Точки типа ТЛМ и ТЧЗ							
Антрациты	АС	1,6	0,5-1	13	0,25	50	2
Каменные угли	Д	1,3-1,4	0,5-1	6-7	0,2-0,27	30	3,5
	СС и СС	1,3-1,4	0,5-1	6-7	0,2-0,27	30	3
	Т	1,3-1,4	0,5-1	6-7	0,2-0,27	30	2,5
	Ирша-Бородинский	1,3-1,4	0,5-1	6	0,25	20	1,6
	Челябинский	1,3-1,4	0,5-1	6	0,25	20	6,5
	Подмосковный	1,3-1,4	0,5-1	7,5	0,19	20	8,9

Примечания: 1. $A_{\text{пр}}^{\text{Р}}$ - приведенная зольность топлива, $A_{\text{пр}}^{\text{Р}} = \frac{A^{\text{Р}}}{q_{\text{Р}}} \times 10^3 (\% \text{ кг}) / \text{ккал}$.

2. При отсутствии в гр. 2 марки сжигаемого топлива значения показателей рекомендуется выбрать по приведенной зольности $A_{\text{пр}}^{\text{Р}}$, интерполируя в пределах "Вид топлива".

3. Точки типа: механическая цепная $q_3 = 0,1-0,15\%$; камерная с сухим шлакоудалением $q_3 = 0,05-0,1\%$; с жидким шлакоудалением $q_3 = 0$ (см. прил. 4).

Приложение 3
Расчетные характеристики твердых, жидких и газообразных топлив

Таблица I
Расчетные характеристики твердых и жидких топлив [9]

Республика, край, область	Бассейн, месторождение	Марка топлива	Зольность $A^f, \%$	Серосодержание топлива, %		Объем воздуха и продуктов сгорания при $d = 1$, $\text{нм}^3/\text{кг}$					Низшая теплота сгорания Q_p^0 , $\frac{\text{ккал}}{\text{кг}}$	Полный объем продуктов сгорания при $d = 1$, $\text{нм}^3/\text{кг}$ $V_p = V_r^0 + V^0 K (d-1)$, где $K = 1,0161$
				S_p^k	S_p^{np}	V^0	V_{RO_2}	$V_{N_2}^0$	$V_{H_2O}^0$	V_r^0		
I	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
<u>Угли</u>												
УССР, Донецкая, Луганская обл. и РСФСР, Ростовская обл.	Донецкий	Д	21,8	1,5	1,5	5,16	0,94	4,08	0,64	5,67	4680	$5,67+5,24(d-1)$
		Г	25,8	2,5	1,4	4,78	0,86	3,78	0,63	5,27	4240	$5,27+4,86(d-1)$
		Г	23,3	2,2	1,2	5,83	1,05	4,61	0,61	6,28	5260	$6,28+5,92(d-1)$
		Г	26,7	1,9	1,2	5,19	0,94	4,11	0,6	5,65	4730	$5,65+5,27(d-1)$
		Г	34,6	3,2	3,2	4,66	0,84	3,69	0,53	5,06	4190	$5,06+4,73(d-1)$
		Т	23,8	2	0,8	6,43	1,19	5,09	0,51	6,79	5780	$6,79+6,53(d-1)$
		А	22,9	1	0,7	6,04	1,20	4,78	0,34	6,32	5390	$6,32+6,14(d-1)$
РСФСР, Кемеровская обл.	Кузнецкий	ПА	20,9	1,7	0,7	6,64	1,26	5,25	0,46	6,97	6030	$6,97+6,75(d-1)$
		Е.К. ОС	35,5	1,9	0,5	4,77	0,87	3,78	0,51	5,16	4300	$5,16+4,85(d-1)$
РСФСР, Кемеровская обл.	Кузнецкий	Д	13,2	0,3	0,3	6,02	1,1	4,77	0,71	6,58	5450	$6,58+6,12(d-1)$
		Г	11	0,5	0,5	6,88	1,24	5,45	0,74	7,42	6240	$7,42+6,99(d-1)$
		ИСС	10,2	0,3	0,3	6,26	1,15	4,96	0,62	6,73	5700	$6,73+6,36(d-1)$
		ЗСС	10,2	0,4	0,4	6,52	1,2	5,16	0,6	6,97	5870	$6,97+6,62(d-1)$
		Т	16,8	0,4	0,4	6,83	1,28	5,41	0,53	7,22	6250	$7,22+6,94(d-1)$
		К. ОС	30,7	0,7	0,7	4,75	1	3,77	0,2	4,97	5000	$4,97+4,83(d-1)$

Продолжение табл. I

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Комм. АССР	Печорский; Боркутинское		23,6	0,8	0,8	6,15	1,12	4,87	0,59	6,58	5650	6,58+6,25(Δ-I)
	Итинское	Д	25,4	2	0,6	4,88	0,91	3,87	0,57	5,35	4370	5,35+4,96(Δ-I)
УССР, Львовская и Волынская обл.	Львовское; Волынский; Волынский	Г	19,8	1,2	0,8	5,75	1,05	4,55	0,63	6,23	5250	6,23+5,84(Δ-I)
	Мезриченское	Г	25,8	2,3	0,3	5,66	1,02	4,48	0,59	6,09	5150	6,09+5,75(Δ-I)
Башкирская АССР	Бабаевское	Б1	7	0,5	0,5	2,65	0,48	2,09	1,01	3,58	2090	3,58+2,69(Δ-I)
РСФСР, Пермская обл.	Кизеловский	ГР, ГМСИ	31	6,1	6,1	5,33	0,95	4,22	0,56	5,73	4700	5,73+5,42(Δ-I)
		Г	39	6,8	1,6	4,21	0,76	3,33	0,47	4,58	3810	4,58+4,28(Δ-I)
РСФСР, Челябинская обл.	Челябинский	БЗ	29,5	1,0	1,0	3,74	0,7	2,96	0,59	4,26	3360	4,26+3,8(Δ-I)

Продолжение табл. I

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
РСФСР, Сверд- лов- ская обл.	Егоршин- ское	ПА	23,9	0,4	0,4	5,9	1,13	4,67	0,47	6,27	5350	6,27+5,99(Δ -I)
	Волчан- ское	БЭр	33,2	0,2	0,2	2,73	0,54	2,16	0,57	3,27	2380	3,27+2,77(Δ -I)
	Веселов- ское, Бого- слов- ское	БЭ	30,4	0,4	0,4	2,86	0,56	2,27	0,6	3,43	2480	3,43+2,91(Δ -I)
Грузин- ская ССР	Тквар- чель- ское		35	0,9	0,4	4,48	0,8	3,55	0,57	4,92	4000	4,92+4,55(Δ -I)
	Ткибуль- ское	Г	27	0,7	0,6	4,71	0,86	3,73	0,63	5,22	4280	5,22+4,79(Δ -I)
Узбек- ская ССР	Ангрен- ское	БЭ	13,1	1,3	1,3	3,81	0,75	3,01	0,71	4,47	3300	4,47+3,87(Δ -I)
Киргиз- ская ССР	Кок-Ян- Гак	Д	17,9	1,7	1,7	5,67	1,05	4,49	0,63	6,17	5140	6,17+5,76(Δ -I)
	Таш-Ку- мир	Д	21,4	1,2	1,2	4,87	0,91	3,85	0,62	5,39	4380	5,39+4,95(Δ -I)
	Сулжта	БЭ	13,3	0,2	0,3	4,79	0,94	3,79	0,64	5,37	4270	5,37+4,87(Δ -I)
	Кызыл- Кля	БЭ	14,4	0,6	0,3	4,3	0,83	3,4	0,68	4,92	3770	4,92+4,37(Δ -I)
12	Кара-Ки- че	БЭ	8,1	0,7	0,7	5,28	1,03	4,18	0,66	5,87	4730	5,87+5,36(Δ -I)

Продолжение табл. I

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Таджи- ская ССР	Шураб шахта № 8	Б2	9,2	0,6	0,4	4,47	0,89	3,53	0,68	5,1	3870	5,10+4,51(d-I)
	Шураб, шахта № 1/2	Б3	14,1	0,8	0,4	4,63	0,89	3,66	0,67	5,22	4120	5,22+4,7(d-I)
РСФСР, Красно- ярский край	Канско- Ачин- ский, Ирша- Боро- дин- ское	Б2	6	0,2	0,2	4,24	0,82	3,35	0,81	4,98	3740	4,98+4,31(d-I)
	Назаров- ское	Б2	7,3	0,4	0,4	3,62	0,7	2,86	0,83	4,99	3110	4,39+3,68(d-I)
	Березов- ское	Б2	4,7	0,2	0,2	4,26	0,83	3,37	0,81	5,01	3740	5,01+4,33(d-I)
	Бого- толь- ское	Б1	6,7	0,5	0,5	3,31	0,64	2,62	0,87	4,13	2820	4,13+3,36(d-I)
	Абан- ское	Б2	8	0,4	0,4	4,03	0,78	3,19	0,8	4,77	3520	4,77+4,09(d-I)
	Минусин- ский, Черно- горское	Д	15,5	0,5	0,5	5,54	1,03	4,39	0,67	6,09	5030	6,09+5,63(d-I)

Продолжение табл. I

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
РСФСР, Красно- ярский край	Итат- ское	Б1	6,8	0,4	0,4	3,53	0,69	2,79	0,85	4,33	3060	4,33+3,59(Δ-I)
	Баран- дат- ское	Б2	4,4	0,2	0,2	4,06	0,78	3,21	0,85	4,84	3540	4,84+4,12(Δ-I)
РСФСР, Иркут- ская обл.	Черем- тов- ское, Забя- туй- ское	Д	27	1,1	1,1	4,72	0,86	3,74	0,61	5,21	4270	5,21+4,8(Δ-I)
	Азей- ское	Б3	12,8	0,4	0,4	4,59	0,86	3,63	0,75	5,25	4140	5,25+4,66(Δ-I)
	Шугун- ское	Б3	14,8	0,9	0,9	4,78	0,88	3,79	0,76	5,43	4190	5,43+4,86(Δ-I)
Бурят- ская МССР	Гусино- вер- ское	Б3	16,8	0,5	0,5	4,39	0,82	3,47	0,72	5,01	3910	5,01+4,46(Δ-I)
	Хон- Сольд- жин- ское	Б3	12,5	0,3	0,3	4,53	0,87	3,58	0,71	5,16	3950	5,16+4,6(Δ-I)
	Бали- Гол- ское	Д	15,4	0,5	0,5	4,83	0,89	3,82	0,74	5,45	4310	5,45+4,91(Δ-I)
РСФСР, Читин- ская обл.	Букача- чин- ский	Г	9,2	0,6	0,6	7,01	1,27	5,54	0,73	7,54	6380	7,54+7,12(Δ-I)

Продолжение табл. I

I	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
РСФСР, Читин- ская обл.	Чер- нов- ское	Б2	9,6	0,5	0,5	4,22	0,8	3,34	0,79	4,94	3460	4,94+4,29(d-I)
	Тагаур- ское	Б2	10	0,2	0,2	4,06	0,78	3,21	0,79	4,78	3550	4,78+4,12(d-I)
	Хара- нор- ское	Б1	8,6	0,3	0,3	3,48	0,68	2,75	0,81	4,24	2980	4,24+3,54(d-I)
РСФСР, Хаба- ров- ский край	Раичи- хин- ское	Б2	9,4	0,3	0,3	3,56	0,71	2,82	0,78	4,3	3040	4,3+3,62(d-I)
	Ураль- ское	Г	29,6	0,4	0,4	5,25	0,95	4,15	0,58	5,68	4790	5,68+5,33(d-I)
	Липо- вец- кое	Д	33,8	0,4	0,4	4,75	0,86	3,75	0,55	5,17	4360	5,17+4,83(d-I)
РСФСР, Примо- рский край	Суган- ский	Г6	34	0,4	0,4	5,08	0,93	4,02	0,5	5,46	4650	5,46+5,16(d-I)
		Ж6	32,1	0,4	0,4	5,37	0,99	4,24	0,51	5,74	4900	5,74+5,46(d-I)
		Г	22,8	0,5	0,5	6,41	1,21	5,07	0,49	6,77	5790	6,77+6,51(d-I)
	Подго- роднен- ское	Г	40,3	0,4	0,4	4,91	0,91	3,88	0,42	5,21	4390	5,21+4,99(d-I)
	Арте- нов- ское	Б3	24,3	0,3	0,3	3,55	0,67	2,81	0,68	4,15	3180	4,15+3,61(d-I)

Продолжение табл. I

I	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
РСФСР, Примор- ский край	Таври- чай- ское	БЗ	24,9	0,4	0,4	4,53	0,83	3,59	0,63	5,06	4080	5,06+4,60(д -I)
	Ретти- хов- ское	Б1	17,3	0,2	0,2	2,71	0,51	2,14	0,83	3,48	2400	3,48+2,75(д -I)
	Чихез- ское	Б1	12,5	0,2	0,2	2,99	0,57	2,37	0,86	3,8	2560	3,8+3,04(д -I)
Якут- ская АССР	Бикин- ское	Б2	22,1	0,3	0,3	2,64	0,5	2,09	0,76	3,35	2160	3,35+2,68(д -I)
	Джаба- рики- лая	Д	11,1	0,2	0,2	6,08	1,13	4,81	0,7	6,64	5500	6,64+6,18(д -I)
	Нерюн- гин- ское	СС	12,7	0,2	0,2	6,51	1,23	5,15	0,59	6,97	5895	6,97+6,61(д -I)
	Сангар- ское	Д	13,5	0,2	0,2	6,37	1,14	5,04	0,75	6,93	5790	6,93+6,47(д -I)
РСФСР, Мага- дан- ская обл.	Чульма- кан- ское	Ж	23,1	0,3	0,3	6,17	1,1	4,89	0,65	6,64	5550	6,64+6,27(д -I)
	Нижне- Арка- галин- ское	Д	9,2	0,3	0,3	6,02	1,1	4,77	0,76	6,63	5480	6,63+6,11(д -I)
	Верхне- Аркага- линское	Д	13	0,1	0,1	4,9	0,94	3,88	0,69	5,51	4420	5,51+4,98(д -I)

Продолжение табл. I

I	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
РФСР, Мага- дан- ская обл.	Анадир- ское	БЗ	11,9	0,1	0,1	5,11	0,94	4,04	0,79	5,76	4590	5,76+5,19(Δ-I)
РФСР, Южный Саха- лин	-	Д	22,1	0,4	0,4	5,32	0,96	4,21	0,67	5,85	5470	5,65+5,41(Δ-I)
	-	Г	12,7	0,5	0,5	6,7	1,2	5,3	0,75	7,25	6110	7,25+6,81(Δ-I)
	-	БЗ	20	10,2	0,2	4,36	0,81	3,45	0,7	4,96	3920	4,96+4,43(Δ-I)
<u>Сланцы горячие</u>												
Зстон- ская ССР	Шахты и раз- рез "Ван- конд"	Горы-40+ чьи +14,4 слан- цев	1,3	0,3		2,89	0,53	2,29	0,55	3,37	2610	3,37+2,94(Δ-I)
	Разре- зы И, "Сир- гонд" и "Ва- нконд"	То же 41,2+ +16,4	1,4	1,4		2,49	0,48	1,97	0,49	2,94	2230	2,94+2,53(Δ-I)
Ленин- град- ская обл.	-	-	44,2+ +16,5	1,4	0,3	2,51	0,48	1,98	0,48	2,94	2230	2,94+2,55(Δ-I)
РС СР, Куйби- шев- ская обл.	Калбир- ское	-	49,7+ +9,5	1,8	1,6	1,65	0,33	1,3	0,44	2,07	1390	2,07+1,68(Δ-I)

Расчетные характеристики газообразных топлив [14]

Газопровод	Теплота сгорания при низшей сухой Q_n^c , ккал/м ³	Плотность при 0°C и 760 мм рт.ст., кг/м ³	Объем воздуха и продуктов сгорания при $\lambda = 1$, м ³ /м ³					Полный объем продуктов сгорания при $\lambda = \lambda_i$, где $K=I,016I$, м ³ /м ³
			V^o	V_{Ro_2}	$V_{N_2}^o$	$V_{H_2O}^o$	V_H^o	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
<u>Природные газы</u>								
Саратов-Москва	8550	0,837	9,52	1,04	7,6	2,1	10,73	10,73+9,67($\lambda - I$)
Первомайск-Сторожовка	6760	0,952	7,51	0,82	6,24	1,64	8,7	8,7+7,63($\lambda - I$)
Саратов-Горький	8630	0,786	9,57	1,03	7,59	2,13	10,75	10,75+9,72($\lambda - I$)
Ставрополь-Москва:								
I нитка	8620	0,764	9,58	1,02	7,6	2,14	10,76	10,76+9,73($\lambda - I$)
II нитка	8730	0,772	9,68	1,04	7,67	2,16	10,86	10,86+9,84($\lambda - I$)
III нитка	8840	0,786	9,81	1,06	7,78	2,18	11,01	11,01+9,97($\lambda - I$)
Серпухов-Ленинград	8940	0,799	10	1,08	7,93	2,21	11,22	11,22+10,16($\lambda - I$)
Голево-Полтава	7400	0,789	8,26	0,87	6,66	1,86	9,39	9,39+8,39($\lambda - I$)

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Дашава-Киев	8570	0,712	9,52	1	7,52	2,15	10,68	10,68+9,67(Δ -I)
Рудки-Минск- Вильнюс и Рудки-Самбоур	8480	0,74	9,45	1	7,49	2,12	10,62	10,62+9,6 (Δ -I)
Угерско-Старый, Угерско-Гнезди- чи, Киев, Угер- ско-Львов	8180	0,722	9,43	0,99	7,46	2,13	10,59	10,59+9,58(Δ -I)
Брянск-Москва	8910	0,776	9,91	1,06	7,84	2,2	11,11	11,11+10,07(Δ -I)
Шебелинка-Ост- рогожск, Шебе- линка-Днепро- петровск, Ше- белинка-Льв- ков	8910	0,781	9,96	1,07	7,88	2,21	11,16	11,16+10,12(Δ -I)
Шебелинка- Брянск-Москва	9045	0,776	9,98	1,07	7,9	2,22	11,19	11,19+10,14(Δ -I)
Кумертау-Минск- Бай-Магнито- горск	8790	0,858	9,74	1,06	7,79	2,13	10,98	10,98+9,9 (Δ -I)
Газли-Коган	8740	0,75	9,32	0,98	7,38	2,11	10,47	10,47+9,47 (Δ -I)
Процловск- Астрахань	8570	0,733	9,72	1,04	7,69	2,18	10,91	10,91+9,88(Δ -I)
Холси-Абад-Фер- гана	9160	0,832	10,03	1,09	7,97	2,2	11,26	11,26+10,19(Δ -I)
Джаркак-Ташкент	8760	0,748	9,74	1,04	7,7	2,18	10,92	10,92+9,9 (Δ -I)

Характеристика применяемых топек для различных котлов и видов топлива [1, 7, 10]

Топки	Тип котла	Коэффициент избытка воздуха в топке α_T				Вид используемого топлива
		Каменный уголь, антрацит	Каменный уголь	Бурый уголь	Газ, мазут	
С ручным обслуживанием простая колосниковая решетка $q_3 = 2-3\%$	Е-04/9ГН; Е-1-9-(ГН); "Универсал"; "Энергия"; К4; НР-18; КМ-2, 2У, 3; НР4; "Стрела"; "Стрела"; "Линск-1"; "Тула-3"; "Кировец"; ВНИСТО Мг-2; "Тула-1"	1,4	1,3	-	-	Все виды угля, кроме бурого
Топка с пневмозабросом топлива и поворотными колосниками ЛКЗ, РЛК $q_3 = 0,5-1\%$	Е-04/9ГК; Е-1-9 (ГН); ДКВР	1,4- 1,5	1,6- 1,7	-	-	Кроме бурных углей и антрацита повышенной влажности
Топка с шуршащей планкой ЛКП $q_3 = 2-3\%$	Е-04/9ГН; Е-1-9(ГН); "Универсал"; "Энергия"; НР-18	-	-	1,4	-	Бурные угли
Топка с цепной решеткой $q_3 = 0,1-0,15\%$	КВ-100, 200М, 300М	-	1,5- 1,6	-	-	Только антрациты
Топка с ПЛЗ и ЦР прямого хода $q_3 = 0,5-1\%$; $q_3 = 0,1-0,15\%$	КВ-100, 200М, 300М; ДКВР; НР4; "Линск-1"; "Тула-3"; "Кировец"	1,3- 1,4	-	-	-	Все виды угля, кроме антрацита

Продолжение прил. 4

Тип		Коэффициент избытка воздуха в топке α_T				Вид используемого топлива
топки	котла	Каменный уголь антрацит	Каменный уголь	Бурый уголь	Газ, мазут	
Топка с ПМЗ и ЦР обратного хода $q_3 = 0,1-0,15\%$	КВ-100, 200М, 300М; ДКВР	1,3- -1,4	-	1,3- -1,4	-	Все виды угли, кроме антрацита
Камерная топка $q_3 = 0$	ТМЗ; МЗК; КПА; Е-1-9М(Г); СК-100; НВ1СТУ-У; АГВ; ТГВ; "Универсал"; ДЕ; КВГ; КВГМ; ПТВА	-	-	-	1,05- -1,2	Газ, мазут
Пылеугольная топка $q_3 = 0,05-0,1\%$	ТМЗ; МЗК; КПА; Е-1-9М(Г); СК-100; НВ1СТУ-У; АГВ; ТГВ; "Универсал"; ДЕ; КВГ; КВГМ; ТГВ1; ПТВ1; КПА-500	1,1	1,1	-	-	Пылеугольное топливо

I	2	3	4	5	6	7	8	9
КВГМ-10	10	92	Г	8620	1260	12,7	145	6,8
		88	М	9620	1220	13,6	230	12,7
КВГМ-20	20	89	Г	8620	2520	12,7	155	13,9
		87	М	9620	2450	13,6	242	27,4
КВГМ-30	30	89	Г	8620	3860	12,7	160	21,6
		87	М	9620	3680	13,6	250	24,4
КВГМ-50	50	92,5	Г	8620	6260	12,7	180	22,1
		91,1	М	9620	5750	13,6	190	38,65
ПГМ-30	30	89,9	Г	8620	1170	12,7	190	25
		88,1	М	9620	3700	13,6	237	26,2
ПГМ-30	40	90,1	Г	8620	5200	12,7	162	29,2
		87,9	М	9620	4355	13,6	250	31,6
ПГМ-50	50	89,6	Г	8620	6720	12,7	180	39,3
		87,8	М	9620	6340	13,6	190	40,7
ПГВ-4p	4,3	90,5	Г	8620	551,2	12,7	220	3,22
		92,5	М	9620	480,2	13,6	220	3,02
ПГВ-8	8,3	91,5	Г	8620	1052,3	12,7	225	6,16
		93,5	М	9620	1111,8	13,6	225	7,16
НР-18	0,32-0,64	60	А	6030	58,3- -114,4	10,34	170	0,11- -0,23
		55	Б	2940	68,4- -134,3	5,7	170	0,18- -0,34
Б-1,2	0,2-0,46	70	А	6030	47,3- -97,2	10,34	170	0,2- -0,25
		65	Б	2940	109	5,7	170	0,5- -0,6
"Универ- сая"	0,09-0,25	60	А	6030	25-69	10,34	200	0,12- -0,32
"Универ- сая"	0,16-0,42	65	А	6030	45,3- -116	10,34	200	0,21- -0,34
		60	Б	2940	73,7- -181,4	5,7	200	0,19- -0,47

Продолжение прил. 6

10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
0,1	1,26	185	0,93	137	-	-	-	-	-	-
0,1	1,31	104	1,26	99,3	11,6	923	0,17- -0,48	13-38	0,03- -0,1	4-II
0,103	2,7	193	1,92	138	-	-	-	-	-	-
0,103	2,74	100	2,55	93	23,45	856	0,35- -0,96	13-35	0,07- -0,2	4-II
0,105	4,1	190	2,9	134	-	-	-	-	-	-
0,105	4,2	100	3,83	90	35,17	830	0,52- -1,45	21-60	0,1-0,3	4-II
0,11	6,7	311	4,63	210	-	-	-	-	-	-
0,11	7	181	6,09	158	56	1448	0,82- -2,3	21-60	0,16- -0,46	4-II
0,105	4,05	162	2,86	114	-	-	-	-	-	-
0,105	4,14	158	3,78	144	34,7	1326	0,5- -1,43	20-57	0,1- -0,28	4-II
0,107	4,81	165	3,33	114	-	-	-	-	-	-
0,107	4,93	156	4,12	140	40,6	1285	0,6- -1,67	19-53	0,12- -0,34	4-II
0,11	7,1	181	4,18	122	-	-	-	-	-	-
0,11	7,25	178	6,32	155	58,1	1426	0,85- -9,4	21-60	0,17- -0,47	4-II
0,095	0,52	132	0,41	126	-	-	-	-	-	-
0,095	0,51	169	0,32	171	4,74	1570	0,07- -0,2	23-65	0,014- -0,04	4-II
0,092	0,97	157	0,78	126	-	-	-	-	-	-
0,092	1,1	100	1,1	170	10,9	1565	0,16- -0,45	23-65	0,032- -0,09	4-II
0,11	0,05	436	1,46- -2,92	124,5	0,41- -0,82	5125	0,25- -0,51	2122- -4270	0,5-1	4240- -8260
0,17	0,07- -0,15	430	1,34- -2,6	7550	0,8- -1,6	6560	2,01- -3,26	11200- -118	0,04- -6,52	22400- -23600
0,1	0,03- -0,08	222	0,91- -2,1	6480	0,26- -0,52	1925	0,16- -0,32	800- -1590	0,3- -0,64	1600- -3180
0,16	0,05- -0,12	95	0,9- -2,1	2600	0,52- -1,04	1575	1,94- -2,17	2690- -4310	0,68- -1,3	5400- -8620
0,09	0,01- -0,05	130	0,48- -1,33	4100	0,135- -0,27	1687	0,08- -0,17	700- -1387	0,27- -0,54	1960- -3880
0,09- -0,095- -0,07	0,03- -0,07	128	0,85- -2,24	4100	0,24- -0,48- -2266	1113	0,15- -0,3	707- -1409	0,39- -0,79	-
0,145- -0,165- -0,09	0,03- -0,09	186	0,68- -1,6	3560	0,4- -0,8	2100- -4200	1- -1,63	5314- -8600	2,5-4	13100- -21160

I	2	3	4	5	6	7	8	9
"Универ- сал - 4"	0,19- -0,5	68,2	А	6030	52,5-138,2	10,34	200	0,25-0,55
	0,17- -0,41	60	Б	2940	96,4-849,4	5,7	200	0,24-0,67
"Универ- сал - 5"	0,18- -0,51	75	А	6030	50-141	10,34	200	0,2-0,6
	0,15- -0,43	85	Г	8620	35-98,6	12,7	200	0,2-0,6
	0,1-0,3	60	В	2940	56,7-170	5,7	200	0,15-0,45
	0,17- -0,47	90	М	9620	28,6- -81,5	13,7	200	0,18-0,5
"Универ- сал - 5А"	0,22- -0,62	70	Агр	6030	54,5-153,2	10,34	200	0,24-0,65
	0,17- -0,5	60	Ард	5800	43,7-127,6	9,39	200	0,21-0,61
	0,1- -0,28	65	Югр	5700	28,2-78,9	10,56	200	0,14-0,38
"Универ- сал - 6"	0,23- -0,65	70	Агр	6030	69,8-161	10,34	200	0,34-0,8
	0,22- -0,51	60	Ард	5800	38-88	9,39	200	0,18-0,41
	0,14- -0,33	60	Юрд	5700	39-89	10,56	200	0,2-0,46
"Универ- сал - 6 с механи- ческой топкой"	0,69	77	Югр	5700	169,1	10,56	150	0,7
"Универ- сал - 6М"	0,34- -0,59	70	Агр	6030	165,8-286	10,34	170	0,77-1,33
	0,27- -0,46	60	Ард	5800	134-231	9,39	170	0,57-0,98

Продолжение прил. 6

10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
0,09- -0,105	0,03- -0,09	144	1,07- -2,67	4070	0,28- -0,56	1140- -2280	0,18- -0,35	706- -1000	0,47- -0,52	1856- -3100
0,15- -0,17	0,04- -0,13	191	0,88- -2,3	3544	0,52- -1,04	2085- -4170	0,33- -2,15	5326- -8613	3,56- -5,6	13900- -22650
0,09- -0,108	0,03- -0,1	135	0,96- -2,76	4030	0,27- -0,54	1125- -2250	0,17- -0,33	696- -1387	0,48- -0,93	1856- -3900
0,08- -0,085	0,02- -0,07	117	0,03- -0,07	125	-	-	-	-	-	-
0,168- -0,188	0,04- -0,15	235	0,8- -2,27	3900	0,23- -0,46	1162- -2324	0,59- -0,96	2950- -4812	1,7- -2,8	8500- -14000
0,15- -0,17	0,026- -0,09	189	0,52- -1,6	3475	0,31- 0,62	2044- -4088	0,78- -1,27	5230- -8440	2,3- -3,8	15700- -25304
0,08	0,03- -0,07	145	0,031- -0,08	175	0,29	1605	0,16- -0,31	877- -1747	0,44- -0,86	2400- -4800
0,095	0,03- -0,09	142	1,05- -2,96	4480	0,3- -0,6	1230- -2460	0,18- -0,36	762- -1519	0,5- -1	2147- -3010
0,095	0,03- -0,38	125	0,81- -2,4	3900	0,23- -0,46	1087- -2175	0,14- -0,28	673- -1341	0,4- -0,56	2000- -3950
0,155	0,02	177	0,47- -1,3	3400	0,14- -0,28	990- -1980	0,35- -0,57	2520- -4100	0,6- -1,6	7000- -11400
0,1- -0,11	0,04- -0,11	140	1,34- -3,1	3900	0,38- -0,75	1106- -2212	0,23- -0,16 0,53- -1,1	685- -1365 1590- -3200	-	-
0,095	0,03- -0,08	190	1,05- -2,43	5900	0,3- -0,5	1642- -3284	0,18- -0,36 0,12- -0,54	1012- -2025 3350- -7700	-	-
0,165	0,04- -0,09	190	0,67- -1,58	3350	0,19- -0,38	972- -1844	0,5- -0,8 1,2- -1,9	2465- -4022 5800- -9250	-	-
0,195	0,19	295	2,87	3700	0,83- -1,66	1082- -2164	2,11- -5,82 2,11- -5,82	2746- -4480 2746 -4480	-	-
0,1	0,05- -0,1	71	1,62- -2,82	2110	0,48- -0,80	593- -1186	0,28- -0,56 0,49- 0,98	362- -732 637- -1274	-	-
0,1	0,04- -0,16	120	1,29- -2,2	2250	0,36- -0,72	636- -1277	0,22- -0,44 0,38- -0,76	3900- -7900 6640- -12300	-	-

1	2	3	4	5	6	7	8	9
"Универ- сал"-64"	0,19-0,23	60	КУрл	5700	79-149,4	10,56	170	0,38-0,71
	0,17-0,29	65	КУгр	5700	44,5-75,9	10,56	170	0,21-0,35
	0,34-0,59	85	Г	8620	50,3-81,3	12,7	170	0,24-0,66
"Энер- гия"-3"	0,37-0,74	70	А	6030	102	10,3	190	0,5-0,96
		85	Г	8620	71,6-143	12,7	190	0,43-0,86
		82	И	9620	38,46-77	13,6	190	0,25-0,5
	0,26-0,52	65	КУ	5700	70-152	10,56	190	0,4-0,83
	0,3-0,59	60	СУ	2940	170-340	5,7	190	0,39-0,8
"Энер- гия"-3М"	0,3-0,6	65	КУгр	5800	70,9-111,7	10,56	190	0,35-0,7
	0,25-0,51	60	КУрл	5700	62,7-125,5	10,34	190	0,31-0,61
"Энер- гия"-5"	0,6-0,105	70	А	6030	162-283,4	10,34	190	0,79-1,38
	0,72-1,26	85	Г	8620	128,5-224	12,7	190	0,77-1,35
	0,54-0,94	60	СУ	2940	282,5-492	5,7	190	0,76-1,32
	0,72-1,26	82	И	9620	115	13,6	190	0,76-1,32

Продолжение прил. 6

10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
0,17	0,05- -0,06	113	0,89- -1,1	2330	0,26- -0,59	694- -1388	0,67- -1,09 0,8- -1,23	1700- -2870 2040- -3400	-	-
0,17	0,06- -0,08	230	0,79- -1,35	3780	0,24- 0,48	1124- -2248	0,6- -0,97 1-1,7	2850- -1650 4800- -8000	-	-
0,08	0,03- -0,09	142	0,03- -0,082	125	-	-	-	-	-	-
0,1- -0,11	0,07	133	1,97- -3,95	4000	-	-	0,34- -0,88 0,68- -1,36	687- -1369 1380- -2740	-	-
0,082	0,06	117	0,05- -0,11	108	-	-	-	-	-	-
0,086	0,06	140	0,07	140	0,63- -1,26	2500- -5000	-	-	-	-
0,18- -0,196	0,084	215	1,35	3384	0,4- -0,8	1000- -2000	1,02- -1,67 2- -3,34	2560- -4170 5120- -8340	-	-
0,15- -0,18	0,09- -0,18	225	1,6	4017	0,5-1	1100- -2200	2,35- -3,8 4,7- -7,6	6025- -9710 12050- -19480	-	-
0,18- -0,19	0,09- -0,11	235	1,29	3680	0,38- -0,76	1092- -2184	0,97- -1,58 1,94- -3,2	2770- -1520 5540- -9040	-	-
0,18- -0,19	0,07	220	1,12	3610	0,38- -0,56	1070- -21400	0,84- -1,37 1,68- -2,74	2780- -4435 5840- -8870	-	-
0,09- -0,12	0,03- -0,21	130	2,95	3740	0,83- -1,66	1050- -2100	0,5-1 1-2	650- -1297 1300- -2590	-	-
0,088	0,11- -0,2	117	0,095	123	-	-	-	-	-	-
0,17- -0,19	0,15	200	2,6	3426	1,53- -3,06	2011- -4026	3,9- -5,31 5,86- -10	5140- -8310 10000- -15000	-	-
0,088	0,11- -0,2	146	0,02	100	-	-	0,017- -0,05 0,03- -0,9	21,6-0,003- -57,5-0,01- 100	3,5- -7,6	-

1	2	3	4	5	6	7	8	9
"Энергия-6"	0,33-0,63	70	А	6030	91-179	10,56	190	0,45-0,85
		85	Г	8620	142-267	12,7	190	0,38-0,71
		65	КУ	5700		10,56	190	0,35-0,65
		60	БУ	2940	142-267	5,7	190	0,38-0,71
		82	М	9620	53,7-100	13,6	190	0,35-0,65
КЧ-1	0,14-0,23	70	А	6030	35,7	10,34	190	0,17-0,28
		65	КУ	5700	37,8	10,56	190	0,19-0,31
		82	М	9620	22,4	13,6	190	0,14-0,23
КЧМ-2	0,11-0,29	60	БУ	2940	57,6- -151,7	5,7	190	0,15-0,41
		76	Г	8620	1,83-6,9	12,7	200	0,01-0,04
		72	М	9620	1,84- -6,15	13,6	200	0,071
		70	А	6030	2,6-9,8	10,34	200	0,015-0,41
		70	КУ	5700	2,02- -9,82	10,56	200	0,011-0,04

Продолжение прил. 6

I0	I1	I2	I3	I4	I5	I6	I7	I8	I9	20
0,1- -0,11	0,06	I32	I,16	3911	0,5-I	1100- -2200	0,3- 681- -0,6 -1357 0,57-1300- -1,14-2600	-	-	-
0,08- -0,09	0,05	I16	0,047	105	-	-	-	-	-	-
0,18- -0,19	0,06	I32	1,79	3920	0,5-I	1100- -3200	0,3- 680- -0,6 -1350 0,57-1300- -1,14-2600	-	-	-
0,14- -0,165	0,07	I66	1,305	3436	0,77- -1,54	2020- -1040	1,3- 2884- -2,13-4705 2,3- 5100- -3,7 -8280	-	-	-
0,08- -0,09	0,05	I40	0,057	164	0,53	1500	1,96-5133- -3,17-8300 3,67-8600- -5,94-15500	0,002- -0,004	-	3,71-3
0,09	0,02- -0,03	I23	0,7	4000	0,19- -0,38	1140- -2290	0,12- 706- -0,23 -1412 0,02- 704- -0,04 -1408	-	-	-
0,165	0,06- -0,1	304	0,69	3600	0,2- -0,4	1052- -2100	0,51-2680- -0,8 -4210 0,84-2700- -1,37-4460	-	-	-
0,05	0,02- -0,035	154	0,024	171	0,22- -0,44	1564- -3540	0,007-23- -0,009-50 0,005-35- 0,015 -10	0,0006- -0,003	-	5-20
0,142- -0,165	0,025- -0,078	190	0,53- -1,1	3535	0,31- -0,62	2076- -4150	0,75- 5260- -1,28 -8560 2- 4880- -3,2 -7890	-	-	-
0,05	0,001- -0,003	85	0,001	100	-	-	-	-	-	-
0,05	0,001- -0,003	51	0,0017	159	0,016- -0,03	1464- -2920	0,0002-21 -0,0006 0,0005- 54- -0,00081-60	0,00005	-	4-30
0,05	0,081- -0,003	40	0,05- -0,17	3370	0,014- -0,02	947- -1900	0,009-1586- -0,018 -1130 0,027- 656- -0,036-1990	-	-	-
0,115	0,0018	163	0,05- -0,17	4543	0,015- -0,03	1330- -2660	0,037-3380- -0,06 -5450 0,1- 3500 -0,23	-	-	-

1	2	3	4	5	6	7	8	9
КМ-2А	0,14-0,05	76	Г	8620	2,14- -7,63	12,7	200	0,013-0,04
		72	И	9620	1,91- -6,85	13,6	200	0,012-0,04
КМ-2У	0,02-0,06	70	Ю	5700	4,5- -13,5	10,56	200	0,022-0,07
КМ-3	0,014-0,05	70	Ю	5700	3,2	10,56	200	0,016-0,05
КМ-3А	0,014-0,06	76	Г	8620	2,1	12,7	200	0,012-0,02
			И	9620	1,89	13,6	200	0,012-0,05
"Сарел"	0,86	85	Г	8620	109,6	12,7	200	0,67
ГОСТ 7252-54	0,1-0,42	70	А	6030	23,69	10,34	250	0,13-0,55
ИП	0,3-0,52	65	А	6030	71- -124,4	10,34	250	0,30-0,68
		60	Ю	5700	62,35	10,56	250	0,35-0,61
		55	Ю	2940	53,4- -82,6	5,7	250	0,16-0,25
"Стреля"	0,11-0,17	65	А	6030	26,1- -40,3	10,34	250	0,14-0,22
Стреля	0,08-0,13	65	А	6030	20,4-33	10,34	250	0,11-0,16
Минск-1*	0,16-0,69	70	Агр	6030	122,2- -216,4	10,3	250	0,62-1,19

Продолжение прил. 6

10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
0,05	0,001- -0,003	82	0,0016- -0,005	I21	-	-	-	-	-	-
0,05	0,001- -0,003	83	0,002- -0,006	I70	0,019- -0,03	I565- -3130	0,0003- -0,0009 0,001- -0,003	20 25- -75	0,0006	4-13
0,115	0,003- -0,01	I45	0,08- -0,24	3730	0,024- -0,04	I083- -2170	0,06- -0,1 0,2- -0,32	2700- -4480 4570	-	-
0,115	0,002- -0,006	I25	0,06- -0,2	3635	0,016- -0,03	I023- -2046	0,04- -0,07 1,45- -2,33	2680- -4375 2860- -4660	-	-
0,05	0,001- -0,003	83	0,0016- -0,006	I33	-	-	-	-	-	-
0,05	0,001- -0,003	83	0,002- -0,008	I68	0,018- -0,03	I545- -3090	0,0003- -0,0009 0,001- -0,003	20 20-60	0,0006	4-12
0,088	0,1	I44	0,08	92	-	-	-	-	-	-
0,09	0,013- -0,06	I07	0,46- -1,9	3490	0,13- -0,26	989- -2000	0,08- -0,16 0,34- -0,68	612- -1224 610- -1220	-	-
0,1	0,04- -0,07	I15	1,37- -2,38	3495	0,39- -0,78	I000- -2000	0,24- -0,48 0,42- -0,87	612- -1224 612- -1224	-	-
0,18	0,07- -0,19	I24	1,37- -2,38	3915	0,4- -0,8	I140- -2280	I-1,65 1,73- -2,86	2800- -1710 2800- -4670	-	-
0,15	0,025- -0,18	I56	0,49- -0,84	3350	0,3- -0,6	I600- -3600	0,75- -1,2 1,13- -1,85	4580- -7450 4000- -7480	-	-
0,09	0,015	I07	0,59-1	4530	0,16- -0,32	I180- -2360	I-3 1,7- -3,4	729- -1960 770- -1540	-	-
0,09	0,01- -0,016	I00	0,39- -0,42	3580	0,11- -0,22	I000- -2000	0,07- -0,14 0,11- -0,22	623- -1246 1000- -2000	-	-
0,095	0,07- -0,13	I13	2,16- -9,2	3520	0,01- -1,22	980- -1960	0,38- -0,76 0,73- -1,46	607- -1214 613- -1226	-	-

1	2	3	4	5	6	7	8	9
"Минск-1"	0,23-0,44	65	Ард	5800	38,3	9,39	250	0,29-0,56
	0,19-0,37	60	Юрд	5700	48,2- -93,7	10,56	250	0,27-0,5
ЭК-100	0,086	60	Г	8620	10,63	12,7	250	0,11
"Тула-3"	0,47-0,82	70	Агр	6030	115,5- -201,5	10,34	250	0,03-1,15
	0,28-0,53	65	КГр	5700	72,8- -137,8	10,56	250	0,41-0,77
	0,27-0,514	60	Юрд	5700	70,2- -135	10,56	250	0,39-0,75
"Кировец"	0,22-0,525	69	КУ	5700	58,5- -133,5	10,56	250	0,33-0,75
ВНИСТО	0,005-0,01	69	Агр	6030	1,2- -2,4	10,34	270	0,007-0,014
	0,01-0,042	77	Г	8620	1,5- -5,3	12,6	270	0,1-0,04
ВНИСТУ У	0,39-0,56	85	Г	8620	69,6- -100	12,6	250	0,55
ЛГВ-60	0,006	50	Г	8620	1,39	12,6	150	0,008
ЛГВ-120	0,012	50	Г	8620	2,78	12,6	150	0,016
СКС-1	0,01	70	Г	8620	1,66	12,6	200	0,01
АРЗ-1,2								
КС-2								
КС-3								
Э10	1,26	80	Г	8620	243,6	12,6	220	1,5
Духова- -Берлина	4,3	80	Г	8620	623,5	12,6	220	3,94
КЕ-35-40	35	67-91	Г	8620	4667	12,6	190	21,7

Продолжение прил. 6

10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
0,1	0,04- -0,08	126	1,08- -2,1	3720	0,3- -0,6	1030- -2060	0,19- -0,38 0,37- -0,73	607- -1214 613- -1214	-	-
0,17- -0,16	0,05- -0,1	190	0,89- -1,74	3470	0,26- -0,52	962- -1920	0,66- -1,1 1,28- -2,2	2800- -5150 2570- -5140	-	-
0,08 0,1	0,013 0,075- -0,14	121 119	0,012 0,7- -1,4	112 1110	- 0,63- -1,26	- 1000- -2000	- 0,39- -0,78 0,73- -1,48	- 315- -1230 646- -1290	-	-
0,085	0,038- -0,07	93	1,33- -2,5	3237	0,76- -1,52	1860- -3720	0,93- -1,624 2,12- -3,96	7700 2400- -3900	-	-
0,085	0,035- -0,06	93	1,32- -2,4	3250	0,37- -0,79	953- -1906	0,93- -1,6 2,12- -3,8	2400- -3700	-	-
0,083	0,03- -0,06	93	1,1- -2,7	3230	0,3- -0,6	940- -1980	0,8- -1,28 1,53- -2,9	2400- -3900	-	-
0,05	0,0004	56	0,023- -0,05	3310	0,007- -0,01	932- -1864	0,04- -0,008 0,008- -0,016	576- -1150 576- -1150	-	-
0,05 -	0,008- -0,03 0,063	93 116	0,01- -0,04 0,06	111 105	- -	- -	- -	- -	-	-
0,05 0,05 0,05	0,0004 0,0008 0,005	50 50 100	0,001 0,002 0,0065	128,6 128,6 130	- - -	- - -	- - -	- - -	-	-
0,09 0,1 0,105	0,22 0,62 4,89	146 158 225	0,18 0,46 3,45	120 117 1,59	- - -	- - -	- - -	- - -	-	-

1	2	3	4	5	6	7	8	9
KE-35-40	35	87-91	М	9620	4182	13,7	250	60,48
БВД-1,3 (140-13)	2,56	85	Г	8620	349,4	12,6	250	2,34

Примечания: 1. Представленное в таблице количество использования малосернистого мазута ($S_p = 0,5\%$); для сернистого высокосернистого мазута - $M_{SO_2} = M_{SO_2} \cdot 5,81$; $C_{SO_2} = C_{SO_2} \cdot 5,81$ содержания $S_p = 3\%$.

2. Количество выбросов диоксида ванадия и его концентрация в сернистом мазута $S_p = 0,5$, высокосернистого мазута $S_p = 3$.

3. Количество выбросов пыли в уходящих газах и ее концентрация (например, для КТ-1 при $Q_{ном} = 0,14$ Гкал/ч $M_p = 0,007$ при $= 0,23$ Гкал/ч $M_p = 0,009$ при А 7,3% П (гр.20), $M_p = 0,018$

4. Таблица может быть использована для других марок топлив с количеством выбросов и концентрация вредных веществ в уходящих газах.

Продолжение прил. 6

I0	II	I2	I3	I4	I5	I6	I7	I8	I9	20
0,105	4,89	I60	4,46	I46	4I,03	I346	0,6- -1,87	20- -55	0,12- -0,33	4-II
0,095	0,33	I42	0,258	II0	-	-	-	-	-	-

выбросов диоксида серы и его концентрации в уходящих газах - при ко-
мазута - $M_{SO_2} = M_{SO_2} \cdot 2,83$; $C_{SO_2} = C_{SO_2} \cdot 2,83$ ($S_p = 1,4\%$); для вы-
($S_p = 2,8\%$). При использовании Ю, А, Б - до нижнему пределу серо-
уходящих газах даны при условии сжигания сернистого мазута - $S_p = 1,4\%$.

или зольности топлива и максимальной поверхности нагрева котла
 $A = 7,3\%$ (гр. I8), $M_{H_2O} = 0,014$ при $A = 14,1\%$ (гр. I8); при $G_{ном} =$
при $A' = 14,1\%$ (гр. 20).
введением коэффициентов на изменение соответствующими коррективами

ЛИТЕРАТУРА

1. Борщов Д. Я. Устройство и эксплуатация отопительных котельных малой мощности. - М.: Стройиздат, 1982.
2. Волков Э. П., Сапаров Ш. И., Фети - сова Е. И. Источники, состав и контроль выбросов промышленных предприятий. - М.: МЭИ, 1988.
3. Кривоногов Б. М. Повышение эффективности сжигания газа и охрана окружающей среды. - Л.: Недра, 1986. - 192 с.
4. Методические указания по расчету выбросов загрязняющих веществ в атмосферу с дымовыми газами отопительных и отопительно-производственных котельных МЭХ РСФСР. - М.: ОНТИ АКХ им. К.Д.Павлова, 1986.
5. Методические указания по расчету выбросов загрязняющих веществ при сжигании топлива в котлах производительностью до 30 т/ч. - М.: Гидрометеоиздат, 1985. - 24 с.
6. Методика определения валовых выбросов вредных веществ в атмосферу от котлов тепловых электростанций. - М.: СПО "Союзтехэнерго", 1984. - 19 с.
7. Роддато К. Ф., Полторецкий А. Н.: Справочник по котельным установкам малой производительности. - М.: Энергоатомиздат, 1989.
8. Сигал И. Л. Защита воздушного бассейна при сжигании топлива. - М.: Недра, 1977. - 294 с.
9. Справочные материалы по защите атмосферы. - М.: Гипромет, 1988.
10. Тепловой расчет котельных агрегатов. Нормативный метод. - М.: Энергия, 1973. - 296 с.
11. Угля СССР: Справочник. - М.: Недра, 1975. - 308 с.
12. Чмова В. В., Анничков С. Н., Бабий В. Ф. и др. Энергетика и окружающая среда: Тезисы докладов БО ВНИПИэнергопром, ч. I, 1980.
13. Шаприцкий В. Н. Защита атмосферы в металлургии. - М.: Металлургия, 1984.
14. Энергетическое топливо СССР: Справочник. - М.: Энергия, 1979. - 128 с.