

Расчет выброса загрязняющих веществ при сжигании топлива в котлах производительностью до 30 т/ч.

Программа реализует 'Методику определения выбросов загрязняющих веществ в атмосферу при сжигании топлива в котлах производительностью менее 30 тонн пара в час или менее 20 Гкал в час', Москва, 1999. Утверждена Госкомэкологии России 09.07.1999 г.

Программа учитывает методическое письмо НИИ Атмосфера № 335/33-07 от 17.05.2000 "О проведении расчетов выбросов вредных веществ в атмосферу по 'Методике определения выбросов загрязняющих веществ в атмосферу при сжигании топлива в котлах производительностью до 30 тонн пара в час или менее 20 Гкал в час'"

Программа учитывает методическое письмо НИИ Атмосфера № 838/33-07 от 11.09.2001 'Изменения к методическому письму НИИ Атмосфера № 335/33-07 от 17.05.2000'.

Программа учитывает 'Методическое пособие по расчету, нормированию и контролю выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух (Дополненное и переработанное)', НИИ Атмосфера, Санкт-Петербург, 2005 год.

(с) ИНТЕГРАЛ 1996-2006 'Котельные' (Версия 3.4).

Организация: ООО "Группа Техноэкопром"

Название источника: **труба 4,2 МВт**

Площадка: **0 Цех: 0 Источник: 1 Вариант: 1**

Источник выделения: **Котел 4,2 МВт - 1 шт**

Выброс источника:

Код	Наименование выброса	Максимально-разовый выброс [г/с]	Валовой выброс [т/год]
0301	Азот (IV) оксид (Азота диоксид)	0.1992747	1.551713
0304	Азот (II) оксид (Азота оксид)	0.0323821	0.252153
0337	Углерод оксид	0.4594102	4.153128
0703	Бенз/а/пирен (3, 4-Бензпирен)	0.00000013717	0.00000123902

Исходные данные.

Наименование топлива: Газопровод Серпухов-Санкт-Петербург

Тип топлива: Газ

Характер топлива: Газ

Фактический расход топлива (В, В').

$$В = 1239 [\text{тыс.м}^3/\text{год}]$$

$$В' = 137.05555 [\text{л}/\text{с}]$$

Котел водогрейный.

Расчетные формулы:

1. Расчет выбросов оксидов азота при сжигании природного газа.

Расчетный расход топлива (В_р, В_р').

$$В_r = В = 1239 [\text{тыс.м}^3/\text{год}]$$

$$В'_r = В' = 137.05555 [\text{л}/\text{с}] = 0.13705555 [\text{м}^3/\text{с}]$$

Низшая теплота сгорания топлива (Q_r).

$$Q_r = 33.52 [\text{МДж}/\text{м}^3]$$

Удельный выброс оксидов азота при сжигании газа (К_{пo2}, К_{пo2'}).

Котел водогрейный.

$$\text{Время работы котла за год } T_{\text{time}} = 5280 [\text{ч}]$$

Фактическая тепловая мощность котла по введенному в топку теплу (Q_т, Q_т').

$$Q_t = В_r / T_{\text{time}} / 3.6 * Q_r = 2.18494 [\text{МВт}]$$

$$Q_{t'} = В'_r * Q_r = 4.5941 [\text{МВт}]$$

$$\text{Kno2} = 0.0113 \cdot (Q_T \cdot 0.5) + 0.03 = 0.0467031 \text{ [г/МДж]}$$

$$\text{Kno2}' = 0.0113 \cdot (Q_T' \cdot 0.5) + 0.03 = 0.0542203 \text{ [г/МДж]}$$

Коэффициент, учитывающий температуру воздуха (β_t).

Температура горячего воздуха $t_{гв} = 30 \text{ [}^\circ\text{C]}$

$$\beta_t = 1 + 0.002 \cdot (t_{гв} - 30) = 1$$

Коэффициент, учитывающий влияние избытка воздуха на образование оксидов азота (β_a).

Котел работает в соответствии с режимной картой.

$$\beta_a = 1$$

Коэффициент, учитывающий влияние рециркуляции дымовых газов через горелки на образование оксидов азота (β_r).

Степень рециркуляции дымовых газов $r = 0 \text{ [%]}$

$$\beta_r = 0.16 \cdot (r \cdot 0.5) = 0$$

Коэффициент, учитывающий ступенчатый ввод воздуха в топочную камеру (β_d).

Доля воздуха, подаваемого в промежуточную факельную зону $\delta = 0 \text{ [%]}$

$$\beta_d = 0.022 \cdot \delta = 0$$

Выброс оксидов азота ($M_{nox}, M_{nox}', M_{no}, M_{no}', M_{no2}, M_{no2}'$).

$k_p = 0.001$ (для валового)

$k_p = 1$ (для максимально-разового)

$$M_{nox} = V_r \cdot Q_r \cdot \text{Kno2} \cdot \beta_k \cdot \beta_t \cdot \beta_a \cdot (1 - \beta_r) \cdot (1 - \beta_d) \cdot k_p = 1239 \cdot 33.52 \cdot 0.0467031 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot (1 - 0) \cdot (1 - 0) \cdot 0.001 = 1.9396408 \text{ [т/год]}$$

$$M_{nox}' = V_r' \cdot Q_r' \cdot \text{Kno2}' \cdot \beta_k \cdot \beta_t \cdot \beta_a \cdot (1 - \beta_r) \cdot (1 - \beta_d) \cdot k_p = 0.1370556 \cdot 33.52 \cdot 0.0542203 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot (1 - 0) \cdot (1 - 0) = 0.2490934 \text{ [г/с]}$$

$$M_{no} = 0.13 \cdot M_{nox} = 0.2521533 \text{ [т/год]}$$

$$M_{no}' = 0.13 \cdot M_{nox}' = 0.0323821 \text{ [г/с]}$$

$$M_{no2} = 0.8 \cdot M_{nox} = 1.5517127 \text{ [т/год]}$$

$$M_{no2}' = 0.8 \cdot M_{nox}' = 0.1992747 \text{ [г/с]}$$

2. Расчет выбросов диоксида серы.

Расход натурального топлива за рассматриваемый период (V, V').

$$V = 1239 \text{ [тыс.м}^3\text{/год]}$$

$$V' = 137.05555 \text{ [л/с]} = 0.13706 \text{ [м}^3\text{/с]}$$

Содержание серы в топливе на рабочую массу (S_r серы, S_r' серы)

S_r серы = 0 [%] (для валового)

S_r' серы = 0 [%] (для максимально-разового)

Содержание сероводорода в топливе на рабочую массу (ΔS_r)

$$\Delta S_r = 0.94 \cdot \text{H}_2\text{S} = 0 \text{ [%]}$$

Содержание сероводорода на рабочую массу топлива, $\text{H}_2\text{S} = 0 \text{ [%]}$

Доля оксидов серы, связываемых летучей золой в котле (η_{so2}'):

Тип топлива : Газ

$$\eta_{so2}' = 0$$

Доля оксидов серы, улавливаемых в мокром золоуловителе попутно с улавливанием твёрдых частиц (η_{so2}''): 0

Плотность топлива (P_T): 0.796

Выброс диоксида серы (M_{so2}, M_{so2}').

$$M_{so2} = 0.02 \cdot V \cdot (S_r \text{ серы} + \Delta S_r) \cdot (1 - \eta_{so2}') \cdot (1 - \eta_{so2}'') \cdot P_T = 0 \text{ [т/год]}$$

$$M_{so2}' = 0.02 \cdot V' \cdot (S_r \text{ серы} + \Delta S_r) \cdot (1 - \eta_{so2}') \cdot (1 - \eta_{so2}'') \cdot 1000 \cdot P_T = 0 \text{ [г/с]}$$

3. Расчет выбросов оксида углерода.

Расход натурального топлива за рассматриваемый период (V, V').

$$V = 1239 \text{ [тыс.м}^3\text{/год]}$$

$$V' = 137.05555 \text{ [л/с]} = 0.13706 \text{ [м}^3\text{/с]}$$

Выход оксида углерода при сжигании топлива (C_{so}).

Потери тепла вследствие химической неполноты сгорания топлива (q_3): 0.2 [%]

Коэффициент, учитывающий долю потери тепла вследствие химической неполноты сгорания топлива, обусловленную наличием в продуктах неполного сгорания оксида углерода (R): Газ. $R = 0.5$

Низшая теплота сгорания топлива (Q_r): 33.52 [МДж/кг (МДж/нм³)]

$$C_{so} = q_3 \cdot R \cdot Q_r = 3.352 \text{ [г/кг (г/нм}^3\text{) или кг/т (кг/тыс.нм}^3\text{)]}$$

Потери тепла вследствие механической неполноты сгорания топлива (q_4): 0 [%]

Выброс оксида углерода (M_{co}, M_{co}').

$$M_{co} = 0.001 \cdot V \cdot C_{so} \cdot (1 - q_4/100) = 4.153128 \text{ [т/год]}$$

$$M_{co}' = V' \cdot C_{so} \cdot (1 - q_4/100) = 0.4594102 \text{ [г/с]}$$

4. Расчётное определение выбросов бенз(а)пирена водогрейными котлами.

Коэффициент, учитывающий влияние нагрузки котла на концентрацию бенз(а)пирена в продуктах сгорания (K_d).

$$K_d = 2.6 - 3.2 \cdot (\text{Dot}_T - 0.5) = 1.272$$

Коэффициент, учитывающий влияние рециркуляции дымовых газов на концентрацию бенз(а)пирена в продуктах сгорания (K_r).

Степень рециркуляции в дутьевой воздух или кольцевой канал вокруг горелок: 0 [%]

$$K_p = 4.15 \cdot 0 + 1 = 1$$

Коэффициент, учитывающий влияние ступенчатого сжигания на концентрацию бенз(а)пирена в продуктах сгорания (Кст).

Доля воздуха, подаваемая помимо горелок (над ними) Кст': 0

$$K_{ст} = K_{ст}' / 0.14 + 1 = 1$$

Теплонапряжение топочного объема (Qv).

Расчётный расход топлива на номинальной нагрузке (Вр):

$$V_r = V_n \cdot (1 - q_4 / 100) = 0.13706 \text{ [кг/с (м}^3\text{/с)]};$$

Фактический расход топлива на номинальной нагрузке (Вн): 0.13706 [кг/с (м³/с)];

Низшая теплота сгорания топлива (Qr): 33520 [кДж/кг (кДж/м³)];

Объем топочной камеры (Vт): 3.44 [м³];

$$Q_v = V_r \cdot Q_r / V_t = 0.13706 \cdot 33520 / 3.44 = 1335.5381395 \text{ [кВт/м}^3\text{]}.$$

Концентрация бенз(а)пирена (Сбп').

Коэффициент избытка воздуха на выходе из топки ($\alpha_{т''}$): 1.15;

$$C_{бп}' = 0.000001 \cdot ((0.11 \cdot Q_v - 7) / \text{Exp}(3.5 \cdot (\alpha_{т''} - 1))) \cdot K_d \cdot K_p \cdot K_{ст} = 0.0001053 \text{ [мг/м}^3\text{]}$$

Концентрация бенз(а)пирена, приведенная к избытку воздуха $\alpha_o=1.4$ (Сбп).

$$C_{бп} = C_{бп}' \cdot \alpha_{т''} / \alpha_o = 0.0000865 \text{ [мг/м}^3\text{]}$$

Расчет объема сухих дымовых газов при нормальных условиях ($\alpha_o=1.4$), образующихся при полном сгорании 1кг (1нм³) топлива . (Vсг)

Расчет производится по приближенной формуле.

Коэффициент, учитывающий характер топлива (K): 0.345

Низшая теплота сгорания топлива (Qr): 33.52 [МДж/кг (МДж/нм³)]

$$V_{сг} = K \cdot Q_r = 11.5644 \text{ [м}^3\text{/кг топлива] ([м}^3\text{/м}^3\text{ топлива])}$$

Выброс бенз(а)пирена (Мбп, Мбп').

$$M_{бп} = C_{бп} \cdot V_{сг} \cdot V_r \cdot k_p$$

Расчетный расход топлива (Вр, Вр')

$$V_r = V \cdot (1 - q_4 / 100) = 1239 \text{ [т/год] (тыс.м}^3\text{/год)}$$

$$V_r' = V' \cdot (1 - q_4 / 100) \cdot 0.0036 = 0.4934 \text{ [т/ч] (тыс.м}^3\text{/ч)}$$

$$C_{бп} = 0.0000865 \text{ [мг/м}^3\text{]}$$

$$k_p = 0.000001 \text{ (для валового)}$$

$$k_p = 0.000278 \text{ (для максимально-разового)}$$

$$M_{бп} = 0.0000865 \cdot 11.564 \cdot 1239 \cdot 0.000001 = 0.00000123902 \text{ [т/год]}$$

$$M_{бп}' = 0.0000865 \cdot 11.564 \cdot 0.4934 \cdot 0.000278 = 0.00000013717 \text{ [г/с]}$$