

РАЗДЕЛ 3

ЭКОЛОГИЯ

1 ВВЕДЕНИЕ

На текущий момент предприятия теплогенерации потребляют более трети добываемого топливного сырья. Их работа оказывает негативное влияние на экологию: выбросы дымовых газов, тепловые выбросы, выбросы сточных вод.

Теплоэнергетика является вторым по величине (после автотранспорта) по потреблению топлива и следовательно является крупным источником загрязнения воздуха. Основным фактором, обуславливающим токсичность дымовых газов, является вид сжигаемого топлива и тип топочного устройства.

Таким образом, одна из основных задач эксплуатации котельных агрегатов и других теплоэнергетических установок других теплоэнергетических установок помимо улучшения технико – экономических показателей работы (эффективности сжигания топлива, теплового КПД и др.), является также задача снижения вредных выбросов в атмосферу.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			
Разраб.		Федосов Э.В.			Экология	Лит.	Лист
Провер.		Абрамов И.Л.					70
Руководит.		Абрамов И.Л.					8
Зав.Кафедр.		Богомолов А.Р				КузГТУ ТЭмз-161	
Утверд.							

2 РАСЧЕТ ВЫБРОСОВ

2.1 Расчет выбросов оксидов азота

Суммарное количество оксидов азота NO_x , в пересчете на NO_2 в г/с, выбрасываемых в атмосферу с дымовыми газами котла при сжигании твердого топлива, рассчитываем по соотношению:

$$M_{\text{NO}_2} = 0,001 \cdot B \cdot Q_H^P \cdot K_{\text{NO}_2} \cdot (1 - \beta), \text{ кг/с} \quad (2.1)$$

где B – расчетный расход топлива всеми котлами, работающими на дымовую трубу, $B=0,176 \text{ м}^3/\text{с}$; β - коэффициент, зависящий от степени снижения выбросов оксидов азота, т.к. не предусмотрены меры по снижению азота, то $\beta=0$ [16]; Q_H^P – теплота сгорания топлива, $39,807 \text{ МДж/м}^3$; K_{NO_2} - коэффициент, характеризующий выход оксидов азота, $K_{\text{NO}_2}=0,07 \text{ кг/ГДж}$ [5].

$$M_{\text{NO}_2} = 0,001 \cdot 0,176 \cdot 39,807 \cdot 0,07 \cdot (1 - 0) = 0,00049 \text{ кг/с} = 0,49 \text{ г/с}$$

2.2 Расчет выбросов оксида углерода

$$M_{\text{co}} = 0,001 \cdot B \cdot Q_H^P \cdot q_3 \cdot R \cdot \left(1 - \frac{q_4}{100}\right), \text{ кг/с} \quad (2.2)$$

где q_3 – потери теплоты вследствие химической неполноты сгорания топлива, $q_3=0,15\%$; q_4 - потери теплоты от механической неполноты сгорания, $q_4=0$; R – коэффициент, учитывающий долю потерь теплоты вследствие химической неполноты сгорания топлива, обусловленной наличием в продуктах сгорания оксида углерода (для газа $R = 0,5$)[5].

$$M_{\text{co}} = 0,001 \cdot 0,176 \cdot 39,807 \cdot 0,15 \cdot 0,5 \cdot \left(1 - \frac{0}{100}\right) = 0,00053 \text{ кг/с} = 0,53 \text{ г/с}$$

3 РАСЧЕТ ПРЕДЕЛЬНО-ДОПУСТИМЫХ ВЫБРОСОВ ВРЕДНЫХ ВЕЩЕСТВ ИЗ ДЫМОВОЙ ТРУБЫ И ИХ РАССЕЙВАНИЯ

3.1 Расчет рассеивания выбросов из трубы

Величина максимальной приземной концентрации вредных веществ C_m для выброса нагретой газо-воздушной смеси из одиночного (точечного) источника с круглым устьем при неблагоприятных метеорологических условиях на расстоянии x_m от источника определяем по формуле:

$$C_m = \frac{A \cdot M \cdot F \cdot m \cdot n}{H^2 \cdot \sqrt[3]{V_{\text{дз}} \cdot \Delta T}}, \text{ мг / м}^3 \quad (3.1)$$

где $A = 200$ коэффициент, зависящий от температурной стратификации атмосферы и определяющий условия вертикального и горизонтального рассеивания вредных веществ в атмосферном воздухе, $\text{с}^{2/3} \cdot \text{мг} \cdot (\text{°C})^{1/3} / \text{г}$ [5]; M - количество вредного вещества, выбрасываемого в атмосферу из источника выбросов, г/с; $F = 1$ - безразмерный коэффициент, учитывающий скорость оседания вредных веществ в атмосферном воздухе, для пыли и золы [5]; m и n безразмерные коэффициенты, учитывающие условия выхода газо-воздушной смеси из устья источника выброса [5]; $H = 7$ м - высота источника выброса над уровнем земли; ΔT - разность температур выбрасываемой газо-воздушной смеси, °C:

$$\Delta T = T_{\text{г}} - T_{\text{в}}, \text{ °C} \quad (3.2)$$

где, $T_{\text{г}}$ - температура уходящих газов, $T_{\text{г}} = 125 \text{ °C}$; $T_{\text{в}}$ - Средняя максимальная температура воздуха наиболее теплого месяца, $T_{\text{в}} = 25,4 \text{ °C}$ [3]

$$\Delta T = 125 - 25,4 = 99,6 \text{ °C}$$

Объемный расход дымовых газов через устье дымовой трубы:

$$V_{\text{дз}} = V_{\text{з}} \cdot n_{\text{к}} \cdot B_{\text{п}}, \text{ м}^3 \quad (3.3)$$

где $V_{\text{з}}$ - действительный суммарный объем продуктов сгорания, м^3 , принимаемый из теплового расчета котельного агрегата для последней поверхности

нагрева котла, $V_z = 12,89 \text{ м}^3$; n_k – количество работающих котлов в котельной, $n_k = 4$; B_p - расход топлива на один котел, $\text{м}^3/\text{с}$, $B_p = 0,044 \text{ м}^3/\text{с}$.

$$V_{dz} = 12,89 \cdot 4 \cdot 0,044 = 2,27 \text{ м}^3/\text{с}$$

Диаметр устья дымовой трубы:

$$D_0 = \sqrt{\frac{4 \cdot V_{dz}}{\pi \cdot \omega_0}}, \text{ м} \quad (3.4)$$

где ω_0 - скорость газов на выходе из устья дымовой трубы, $\omega_0 = 20$ [17]

$$D_0 = \sqrt{\frac{4 \cdot 2,27}{3,14 \cdot 20}} = 0,38 \text{ м}$$

Предварительная минимальная высота трубы определяется из формулы:

$$H = \sqrt{A \cdot \frac{M_{SO_2} + \frac{ПДК_{SO_2}}{ПДК_{NO_2}} \cdot M_{NO_2}}{ПДК_{SO_2}}} \cdot \sqrt[3]{\frac{Z}{V_{dz} \cdot \Delta T}}, \text{ м} \quad (3.5)$$

где $ПДК_{SO_2}, ПДК_{NO_2}$ – предельные концентрации SO_2 и NO_2 , $ПДК_{SO_2} = 0,5 \text{ мг}/\text{м}^3$, $ПДК_{NO_2} = 0,085 \text{ мг}/\text{м}^3$; Z – число дымовых труб одинаковой высоты, устанавливаемых в котельной, м.

$$H = \sqrt{200 \cdot \frac{0 + \frac{0,5}{0,085} \cdot 0,49}{0,5}} \cdot \sqrt[3]{\frac{1}{2,27 \cdot 99,6}} = 13,8 \text{ м}$$

Величина безразмерного коэффициента m равна:

$$m = \frac{1}{0,67 + 0,1 \cdot \sqrt{f} + 0,34 \cdot \sqrt[3]{f}} \quad (3.6)$$

$$m = \frac{1}{0,67 + 0,1 \cdot \sqrt{8,01} + 0,34 \cdot \sqrt[3]{8,01}} = 0,61$$

В зависимости от величины параметра f , вычисляемого по уравнению:

$$f = 10^3 \cdot \frac{\omega_0^2 \cdot D_0}{H^2 \cdot \Delta T} \quad (3.7)$$

$$f = 10^3 \cdot \frac{20^2 \cdot 0,38}{13,8^2 \cdot 99,6} = 8,01$$

Безразмерный коэффициент n определяем в зависимости от параметра

v_m , вычисляемого по формуле:

$$v_m = 0,65 \cdot \sqrt[3]{\frac{V_{\partial 2} \cdot \Delta T}{H}} \quad (3.8)$$

$$v_m = 0,65 \cdot \sqrt[3]{\frac{2,27 \cdot 99,6}{13,8}} = 1,65$$

Если $0,3 \leq v_m \leq 2$, то n вычисляем по формуле:

$$n = 3 - \sqrt{(v_m - 0,3) \cdot (4,36 - v_m)} \quad (3.9)$$

$$n = 3 - \sqrt{(1,65 - 0,3) \cdot (4,36 - 1,65)} = 1,09$$

Минимальная высота дымовой трубы во втором приближении:

$$H_1 = H \cdot \sqrt{m \cdot n}, \text{ м} \quad (3.10)$$

$$H_1 = 13,8 \sqrt{0,61 \cdot 1,09} = 11,3 \text{ м}$$

$$\Delta H = \frac{H_1 - H}{H} \cdot 100 = \frac{11,3 - 13,8}{13,8} \cdot 100 = -18 \%$$

Так как разница между H_1 и H больше $\pm 5\%$, то выполняется второй уточняющий расчет.

$$m_1 = \frac{1}{0,67 + 0,1 \cdot \sqrt{11,95} + 0,34 \cdot \sqrt[3]{11,95}} = 0,56$$

$$f_1 = 10^3 \cdot \frac{20^2 \cdot 0,38}{11,3^2 \cdot 99,6} = 11,95$$

$$v_{m1} = 0,65 \cdot \sqrt[3]{\frac{2,27 \cdot 99,6}{11,3}} = 1,76$$

$$n_1 = 3 - \sqrt{(1,76 - 0,3) \cdot (4,36 - 1,76)} = 1,05$$

$$H_2 = H_1 \cdot \sqrt{\frac{m_1 \cdot n_1}{m \cdot n}} \quad (3.11)$$

$$H_2 = 11,3 \cdot \sqrt{\frac{0,56 \cdot 1,05}{0,61 \cdot 1,09}} = 10,6 \text{ м}$$

$$\Delta H = \frac{H_2 - H_1}{H_1} \cdot 100 = \frac{10,6 - 11,3}{11,3} \cdot 100 = -6,1 \%$$

Так как разница между H_1 и H больше $\pm 5\%$, то выполняется третий уточняющий расчет.

$$m_2 = \frac{1}{0,67 + 0,1 \cdot \sqrt{13,58} + 0,34 \cdot \sqrt[3]{13,58}} = 0,54$$

$$f_2 = 10^3 \cdot \frac{20^2 \cdot 0,38}{10,6^2 \cdot 99,6} = 13,58$$

$$v_{m2} = 0,65 \cdot \sqrt[3]{\frac{2,27 \cdot 99,6}{10,6}} = 1,8$$

$$n_2 = 3 - \sqrt{(1,8 - 0,3) \cdot (4,36 - 1,8)} = 1,04$$

$$H_2 = H_1 \cdot \sqrt{\frac{m_2 \cdot n_2}{m_1 \cdot n_1}}$$

$$H_2 = 11,3 \cdot \sqrt{\frac{0,54 \cdot 1,04}{0,56 \cdot 1,05}} = 10,4 \text{ м}$$

$$\Delta H = \frac{H_2 - H_1}{H_1} \cdot 100 = \frac{10,4 - 10,6}{10,6} \cdot 100 = -1,9 \%$$

Так как разница между H_2 и H_1 не больше $\pm 5 \%$, то принимаем трубу высотой 10,4 м.

$$C_{mNO_2} = \frac{200 \cdot 0,49 \cdot 1 \cdot 0,54 \cdot 1,04}{10,4^2 \cdot \sqrt[3]{(2,27 \cdot 99,6)}} = 0,084 \text{ мг / м}^3$$

$$C_{mCO} = \frac{200 \cdot 0,53 \cdot 1 \cdot 0,54 \cdot 1,04}{10,4^2 \cdot \sqrt[3]{(2,27 \cdot 99,6)}} = 0,09 \text{ мг / м}^3$$

Максимальная приземная концентраций вредных веществ при неблагоприятных метеорологических условиях достигается на оси факела выбросов на расстоянии x_m от источника выброса определяются по формуле:

$$x_m = d \cdot H, \text{ м} \quad (3.12)$$

где d – коэффициент, определяемый в зависимости от значения коэффициента v_m :

при $v_m \leq 2$

$$d = 4,95 \cdot v_m \cdot (1 + 0,28 \cdot \sqrt[3]{f}) \quad (3.13)$$

$$d = 4,95 \cdot 1,8 \cdot (1 + 0,28 \cdot \sqrt[3]{13,58}) = 18,94$$

Следовательно:

$$x_m = 18,94 \cdot 10,4 = 154,76 \text{ м}$$

$$\frac{x}{x_m} = \frac{100}{164,76} = 0,65$$

						Лист
						76
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Величины приземных концентраций вредных веществ C в атмосфере по оси факела выброса на различных расстояниях от источника выброса определяются по формуле:

$$C = S_1 \cdot C_m, \text{ мг / м}^3 \quad (3.14)$$

Безразмерный коэффициент S_1 определяется в зависимости от отношения x / x_m по формуле:

При $\frac{x}{x_m} \leq 1$:

$$S_1 = 3 \cdot \left(\frac{x}{x_m}\right)^4 - 8 \cdot \left(\frac{x}{x_m}\right)^3 + 6 \cdot \left(\frac{x}{x_m}\right)^2 \quad (3.15)$$

$$S_1 = 3 \cdot (0,65)^4 - 8 \cdot (0,65)^3 + 6 \cdot (0,65)^2 = 0,87$$

Величины приземных концентраций вредных веществ C , мг/м³, в атмосфере по оси факела выброса на различных расстояниях от источника выброса:

$$C_{NO_2} = S_1 \cdot C_{mNO_2} = 0,87 \cdot 0,084 = 0,07 \text{ мг / м}^3$$

$$C_{CO} = S_1 \cdot C_{mCO} = 0,87 \cdot 0,09 = 0,08 \text{ мг / м}^3$$

Необходимо, чтобы выполнялось условие:

$$\frac{C_{NO_2}}{ПДК_{NO_2}} + \frac{C_{CO}}{ПДК_{CO}} \leq 1 \quad (3.16)$$

$$\frac{0,07}{0,085} + \frac{0,08}{3} = 0,88 \leq 1, \text{ следовательно, условие выполняется.}$$

3.2 Определение предельно-допустимых выбросов

Предельно-допустимые выбросы вредного вещества (окислов азота, окислов серы пыли) в атмосферу ПДВ, г/с из дымовой трубы, при котором обеспечивается не превышающая ПДК концентрация его в приземном слое воздуха, определяется по формуле:

$$ПДВ = \frac{ПДК \cdot H^2 \cdot \sqrt[3]{V_{dz} \cdot \Delta T}}{A \cdot F \cdot m \cdot n}, \text{ г / с} \quad (3.17)$$

$$ПДВ^{NO_2} = \frac{0,085 \cdot 10,4^2 \cdot \sqrt[3]{2,27 \cdot 99,6}}{200 \cdot 1 \cdot 0,54 \cdot 1,04} = 0,5 \text{ г / с}$$

						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		77

$$ПДВ^{CO} = \frac{3 \cdot 10,4^2 \cdot \sqrt[3]{2,27 \cdot 99,6}}{200 \cdot 1 \cdot 0,54 \cdot 1,04} = 17,57 \text{ г/с}$$

Таблица 3.1 Фактический и предельно допустимый выбросы

Выбросы	ПДВ, г/с	М, г/с
1	2	3
Азот двуокись	0,5	0,49
Углерода двуокись	17,57	0,53

Выброс вредных веществ из трубы котельной не превышает предельно-допустимой концентрации в атмосфере и соответствует предельно-допустимой выбросам, следовательно, высота данной трубы Н = 10,4м удовлетворяет требования санитарных норм.