

1.2. РАСЧЕТ ПРЕДЕЛЬНО ДОПУСТИМЫХ ВЫБРОСОВ И САНИТАРНОЙ ЗОНЫ ПРЕДПРИЯТИЯ

В соответствии с требованиями ГОСТ 17.2.3.02-78 и ОНД-86 для источника выброса (стационарного или передвижного) устанавливается предельно допустимый выброс каждого вредного вещества в атмосферу ($ПДВ_i$), который учитывает, что это вещество в совокупности с другими не создаст приземную концентрацию загрязняющего вещества, превышающую $ПДК_{MP}$.

Ход работы. Значение $ПДВ_i$, г/с, отдельно взятого загрязняющего компонента при выходе нагретой газовой смеси рассчитывается по формуле:

$$ПДВ = \frac{(ПДК_{MP,i} - C_{\phi,i}) H^{2.3} \sqrt[3]{V \Delta T}}{A F m n 1000},$$

где $ПДК_{MP,i}$ – максимально-разовая предельно допустимая концентрация i -го компонента, мг/м³ (табл. 4); $C_{\phi,i}$ – фоновая концентрация i -го компонента, мг/м³, справочная величина или выбирается равной 1/3 ПДК; H – высота выброса над уровнем земли, м. При определении высоты выброса H необходимо учитывать начальный подъем примеси при выходе ее из трубы ΔH , м. Он определяется скоростью выхода примеси W_o , м/с; ее перегревом относительно окружающего воздуха ΔT , °С и радиусом устья трубы R_o , м.

Тогда

$$H = \Delta H + H_u,$$

где H_u – геометрическая высота источника, м

Таблица 4

ПДК некоторых загрязняющих веществ в атмосферном воздухе

Вещество	$ПДК_{MP}, \text{мг/м}^3$	$ПДК_{CC}, \text{мг/м}^3$
Ацетальдегид	0,01	0,04
Азота диоксид (NO ₂)	0,085	–
Бенз(а)пирен	10 ⁻⁶	–
Гексан	60	–
Диметилсульфид	0,07	0,012
Формальдегид (СОН ₂)	0,035	0,003
Пентан	100	0,05
Сажа	0,15	0,05
Серы диоксид (SO ₂)	0,5	1,0
Углерода оксид (СО)	5,0	1,4
Циклогексан	1,4	0,0
Углеводороды (C _n H _m)	5,0	
Хлор (Cl ₂)	0,1	0,03
Сероводород (H ₂ S)	0,008	-
Аммиак (NH ₃)	0,2	0,04
Фенол (C ₆ H ₆ O)	0,01	0,003
Бензол (C ₆ H ₆)	1,5	0,1

$$\Delta H = \frac{1,5W_o R_o}{U_\phi} \left(2,5 + \frac{3,3gR_o \Delta T}{T_a U_\phi^2} \right),$$

где T_a – температура окружающего воздуха, °С; U_ϕ – скорость ветра на уровне флюгера (источника), м/с

ΔT – разность между температурой, выбрасываемой газовой смесью, и температурой окружающей среды, °С; A – коэффициент, зависящий от температурной стратификации атмосферы и определяющий условия горизонтального и вертикального рассеивания атмосферных примесей, для Центральной Европейской территории РФ от 50 до 52° с. ш. $A = 180$, для Европейской территории РФ севернее 52° с. ш. $A=160$, для Московской, Тульской, Рязанской, Владимирской, Калужской, Ивановской областей $A=140$; F – безразмерный коэффициент, учитывающий скорость оседания вредных веществ в атмосфере, для газообразных веществ и мелкодисперсных аэрозолей $F = 1$, для крупнодисперсной пыли и золы при очистке до 75 % – 2,5, при полном отсутствии очистки для крупнодисперсной пыли – 3; m, n – безразмерные коэффициенты, учитывающие условия выхода газовой смеси из устья источника выброса, рассчитываются по формулам.

$$m = \frac{1}{0,67 + 0,1\sqrt{f} + 0,34\sqrt[3]{f}},$$

$$f = 10^3 \frac{W_0 D}{H^2 \Delta T},$$

где W_0 – скорость выхода газовой смеси, м/с; D – диаметр устья трубы, м.

Скорость выхода газовой смеси W_0 рассчитывается по формуле

$$W_0 = \frac{4V}{\pi D^2},$$

где V – объем выбрасываемой смеси продуктов сгорания, м³/сек, справочная величина или рассчитывается по формуле:

$$V = \frac{Q V_0 \cdot 10^3}{\tau},$$

где Q – расход топлива, кг/год – для твердого или жидкого топлива, м³/год – для газообразного; V_0 – расход воздуха, необходимого для сгорания 1 кг или 1 м³ топлива – для угля $V_0 = 5,5$ м³/кг, дизельного топлива - 10,8 м³/кг, мазута - 8,4 м³/кг, газа - 10 м³/м³; τ – время работы установки в год, с/год.

Безразмерный коэффициент n определяется, исходя из величины V_m , которая рассчитывается по формуле

$$V_m = 0,65^3 \sqrt{\frac{V \Delta T}{H}},$$

$$\text{При } V_m < 0,3 \quad n = 3$$

$$\text{При } 0,3 < V_m < 2,0 \quad n = 3 - \sqrt{(V_m - 0,3)(4,36 - V_m)},$$

$$\text{При } V_m > 2 \quad n = 1$$

Максимальное значение концентрации C_m определяется по формуле:

$$C_m = \frac{A \cdot M \cdot F \cdot m \cdot n}{H^2 \cdot \sqrt[3]{V \cdot \Delta T}},$$

где M – масса вредного вещества, выбрасываемого в атмосферу, г/с.

Расстояние X_m (м) от источника выбросов, на котором приземная концентрация при неблагоприятных метеорологических условиях достигает максимального значения C_m , определяется по формуле:

$$X_m = \frac{5 - F}{4} d H,$$

где безразмерный коэффициент d при $f < 100$ находится по формулам:

$$d = 4,95V_m \left(1 + 0,28 \sqrt[3]{f}\right) \text{ при } 0,5 < V_m \leq 2 ,$$

$$d = 7 \sqrt{V_m} \left(1 + 0,28 \sqrt[3]{f}\right) \text{ при } V_m > 2 .$$

Значение опасной скорости U_m (м/с) на уровне флюгера (обычно 10 м от уровня земли), при которой достигается наибольшее значение приземной концентрации вредных веществ c_m , в случае $f < 100$ определяется по формулам:

$$U_m = 0,5 \text{ при } V_m \leq 0,5 ,$$

$$U_m = V_m \text{ при } 0,5 < V_m \leq 2 ,$$

$$U_m = V_m \left(1 + 0,12 \sqrt{f}\right) \text{ при } V_m > 2 .$$

Размеры защитной зоны l зависят от расчетного расстояния от источника загрязнения на котором приземная концентрация при неблагоприятных метеорологических условиях достигает максимального значения X_m , и определяется по формуле:

$$l = X_m \frac{P}{P_0} ,$$

где P – среднегодовая роза повторяемости ветров, справочная величина (%), P_0 – повторяемость ветров одного румба

$$P_0 = \frac{100}{\text{количество румбов}}$$

Пример расчета. Рассчитать предельно допустимый выброс и определить санитарно-защитную зону предприятия для диоксида азота.

Исходные данные. Температура выхода газовой смеси $T=220^\circ\text{C}$, наружная среднесуточная температура воздуха $T_a = 20^\circ\text{C}$, высота трубы $H_n=34$ м, диаметр устья $D=0,4$ м, объем выбрасываемой смеси $V=1,6\text{ м}^3/\text{с}$, скорость ветра на уровне флюгера $U_\phi=7$ м/с.

Роза ветров:

Румб	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ
Р, %	9	20	13	2	2	11	32	11

Решение.

1. Определим скорость и высоту выброса

$$W_0 = \frac{4V}{\pi D^2}$$

$$W_0 = 4 \cdot 1,6 / 3,14 \cdot 0,4^2 = 12,74 \text{ (м/с)}$$

$$\Delta H = \frac{1,5W_0 R_0}{U_\phi} \left(2,5 + \frac{3,3gR_0 \Delta T}{T_a U_\phi^2} \right) = \frac{1,5 \cdot 12,74 \cdot 0,2}{7} \left(2,5 + \frac{3,3 \cdot 9,8 \cdot 0,2 \cdot 200}{20 \cdot 7^2} \right) = 2,09 \text{ (м)}$$

$$H = \Delta H + H_u = 2,09 + 34 = 36,09 \text{ (м)}$$

2. Определим безразмерные коэффициенты m

$$f = 10^3 \frac{WD}{H^2 \Delta T} = 1000 \frac{12,74^2 \cdot 0,4}{36,09^2 \cdot 200} = 0,249$$

$$m = \frac{1}{0,67 + 0,1 \sqrt{f + 0,34 \sqrt[3]{f}}} = \frac{1}{0,67 + 0,1 \sqrt{0,25 + 0,34 \sqrt[3]{0,25}}} = \frac{1}{0,67 + 0,1 \cdot 0,5 + 0,34 \cdot 0,63} = 1,075$$

3. Определим безразмерный коэффициент n

$$V_m = 0,65 \sqrt[3]{\frac{V \Delta T}{H}} = 0,65 \sqrt[3]{\frac{1,6 \cdot 200}{36,09}} = 0,65 \sqrt[3]{8,87} = 1,35$$

Так как $0,3 < V_m < 2,0$, то

$$n = 3 - \sqrt{(V_m - 0,3)(4,36 - V_m)} = 3 - \sqrt{(1,35 - 0,3)(4,36 - 1,35)} = 3 - \sqrt{3,16} = 1,22$$

4. Выберем безразмерные коэффициенты A и F

для ЦЧР $A = 180$

для газов $F = 1$

5. Определим ПДВ диоксида азота

Примем $C_\phi(\text{NO}_2) = 1/3$ ПДК $(\text{NO}_2) = 1/3 \cdot 0,085$

$$\text{ПДВ} = \frac{(\text{ПДК}_{\text{MR},i} - C_{\phi,i}) H^2 \sqrt[3]{V \Delta T}}{A F m n 1000} = \frac{(0,085 - 0,0283) \cdot 36,09^2 \sqrt[3]{1,6 \cdot 200}}{180 \cdot 1 \cdot 1,075 \cdot 1,22 \cdot 1000} = 0,073$$

6. Определим максимальное значение концентрации C_m :

$$C_m = \frac{A \cdot M \cdot F \cdot m \cdot n}{H^2 \cdot \sqrt[3]{V \cdot \Delta T}} = \frac{180 \cdot 7,14 \cdot 1 \cdot 1,075 \cdot 1,22}{36,09^2 \sqrt[3]{1,6 \cdot 200}} = \frac{1685,54}{1302,49 \cdot \sqrt[3]{320}} = \frac{1685,54}{8896,01} = 0,189$$

7. Определим расстояние X_m , на котором приземная концентрация при неблагоприятных метеорологических условиях достигает максимального значения

Так как $0,5 < V_m < 2$, то

$$d = 4,95 V_m \left(1 + 0,28 \sqrt[3]{f} \right) = 4,95 \cdot 1,35 \left(1 + 0,28 \sqrt[3]{0,249} \right) = 6,68 \left(1 + 0,28 \cdot 0,629 \right) = 6,68 \left(1 + 0,176 \right) = 7,86$$

$$X_m = \frac{5 - F}{4} d H = \frac{5 - 1}{4} 7,86 \cdot 36,09 = 283,67 \text{ (м)}$$

8. Определим размеры санитарно-защитной зоны по 8 румбам

$$P_0 = \frac{100}{\text{количество румбов}} = \frac{100}{8} = 12,5 \text{ (\%)}$$

Значение среднегодовая повторяемости ветров P берем из таблицы розы ветров

Румб	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ
$P, \%$	9	20	13	2	2	11	32	11

$$\text{Для С румба } l = X_m \frac{P}{P_0} = 283,67 \frac{9}{12,5} = 283,67 \cdot 0,72 = 204,24$$

Рассчитаем размеры защитной зоны l по остальным направлениям

Румб	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ
$L, \text{ м}$	204,2							