

Расчет предельно допустимого выброса

При расчете ПДВ (ВСВ) мощность выброса $M = \text{ПДВ}$ (или ВСВ), а максимальная приземная концентрация загрязнителя $C_m = (\text{ПДК}_{\text{мр}} - C_{\phi})$, если фоновая концентрация (C_{ϕ}) не зависит от скорости и направления ветра и постоянна на территории города. Тогда ПДВ одиночного «горячего» выброса рассчитывается по формуле:

$$\text{ПДВ} = \frac{(\text{ПДК}_{\text{мр}} - C_{\phi}) \cdot H^2 \cdot \sqrt[3]{V_1 \cdot \Delta T}}{A \cdot F \cdot m \cdot n \cdot \eta} \quad (z/c) \quad (1)$$

А ПДВ одиночного «холодного» выброса - по формуле

$$\text{ПДВ} = \frac{(\text{ПДК}_{\text{мр}} - C_{\phi}) \cdot H^{4/3}}{A \cdot F \cdot n \cdot \eta} \cdot \frac{8 \cdot V_i}{D}, \quad (z/c) \quad (2)$$

- где A – коэффициент, зависящий от гидрометеорологических условий (географического положения объекта), F – безразмерный коэффициент, учитывающий скорость оседания загрязнителя,
- η – безразмерный коэффициент, учитывающий рельеф местности,
- m и n – коэффициенты, учитывающие условия выброса,
- H – высота трубы,
- T – разность температур выбрасываемого газа и окружающего воздуха,
- V_i – расход газо-воздушной смеси,
- D – диаметр трубы.

Для совокупности низких источников (высота мене 50 м), обычно рассматриваемых как площадной источник, можно лишь приближенно оценить ожидаемое значение средней по городу концентрации (\bar{C} , г/м³):

$$\bar{C} = \frac{M \cdot \ell_1}{2 \cdot L_0 \bar{u}_0} \quad (2)$$

Где: M – мощность выброса, приведенная к единице площади ($г/с \cdot м^2$), ℓ_1 – средняя протяженность города (м), L_0 – высота слоя перемешивания загрязнителя (м), \bar{u}_0 – средняя скорость ветра в данном слое (м/с).

Расчет высоты трубы

Расчет высоты трубы, которая обеспечивает соблюдение ПДК при данной мощности выброса, проводится после того, как предусмотрено применение всех возможных способов снижения выбросов.

Сначала выброс рассматривается как «холодный», и H находят в первом приближении по формуле, полученной из (2,11):

$$H = \left[\frac{A \cdot M \cdot F \cdot \eta \cdot D}{8V_1(\text{ПДК} - C_\phi)} \right]^{3/4}$$

Если этому значению H соответствует

$$V'_m = 1,3 \cdot \frac{\omega_0 \cdot D}{H} > 2 \quad (4)$$

И, кроме того,

$$H < \omega_0 \sqrt{\frac{10 \cdot D}{\Delta T}} \quad (5)$$

то H является искомой минимальной величиной высоты выброса.

$$n = 0,532 \cdot (V'_m)^2 - 2,13 \cdot V'_m + 3,13, \quad (6)$$

а при $V'_m < 0,5$ по уравнению

$$n = 4,4 \cdot V'_m \quad (7)$$

Затем находят новое значение

$$H_i = H_{i-1} (n_{i-1})^{3/4} \quad (8)$$

Из H_i вычисляют n_i по (4) и (6) или (7) и находят

$$H_{i+1} = H_i \left(\frac{n_i}{n_{i-1}} \right)^{3/4} \quad (8a)$$

И так далее, до тех пор, пока не будет выполнено условие $H_i \approx H_{i-1}$; если выполняется условие (5), то H_i искомое значение высоты трубы.

Если условие (5) не выполняется,
предварительное значение H находят из (1):

$$H = \sqrt{\frac{A \cdot M \cdot F \cdot \eta}{(\text{ПДК} - C_{\phi}) \cdot \sqrt[3]{V_i \cdot \Delta T}}} \quad (9)$$

По найденному значению H вычисляют f и первое приближение m и n по формулам из задачи 1 и (6), (7) при $V'_m = V_m$.

Затем находят

$$H_i = H_{i-1} \sqrt{n_{i-1} \cdot m_{i-1}} \quad (10)$$

а из H_i рассчитывают n_i и m_i .

Далее H вычисляют по уравнению:

$$H_{i+1} = H_i \sqrt{\frac{m_i n_i}{m_{i-1} n_{i-1}}} \quad (11)$$

Пример расчета 1

- Рассчитать ПДВ диоксида серы ($F = 1$) для ТЭЦ, расположенной на окраине Москвы ($A = 140$, $\sigma = 1$), если высота дымовой трубы – 200 м, ее диаметр – 6 м, средняя скорость выхода газо-воздушной смеси – 15 м/с, разность температур газо-воздушной смеси и воздуха – 150 °С, фоновая концентрация диоксида серы – 0,002 мг/м³. $ПДК_{пр} = 0,5$ мг/м³.

Решение:

$$1. \quad V_i = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot \omega_0 = \frac{3,14 \cdot 6^2}{4} \cdot 15 = 424,1$$

$$2. \quad f = 1000 \cdot \frac{\omega_0^2 \cdot D}{H^2 \cdot \Delta T} = \frac{1000 \cdot 15^2 \cdot 6}{200^2 \cdot 150} = 0,23.$$

$$3. \quad V_m = 0,65 \cdot \sqrt[3]{\frac{V_i \cdot \Delta T}{H}} = 0,65 \cdot \sqrt[3]{\frac{424,1 \cdot 150}{200}} = 4,44$$

4. При $f < 100$

$$m = \frac{1}{0,67 + 0,1 \cdot \sqrt{f} + 0,43 \cdot \sqrt[3]{f}} = \frac{1}{0,67 + 0,1 \cdot \sqrt{0,23} + 0,34 \cdot \sqrt[3]{0,23}} = 1,08$$

5. При $f < 100$ и $V_m \geq 2$, $n = 1$.

6. По уравнению (1) находим:

$$ПДВ = \frac{(0,5 - 0,002) \cdot 200^2 \cdot \sqrt[3]{424,1 \cdot 150}}{140 \cdot 1 \cdot 1,08 \cdot 1 \cdot 1} = 5259 \text{ г/с.}$$

Пример расчета 2

Рассчитайте оптимальную высоту трубы ТЭЦ в Московской области, если $M=2117$ г/с диоксида серы, $D = 6$ м, $\omega_0 = 15$ м/с, $\Delta T = 150$ °С,

$C = 0,002$ мг/м³. (Остальные коэффициенты и ПДК см. задачу 1).

Решение

1. $V_i = 424,1$ (как в задаче 1).

2. По (4)

$$H = \left[\frac{140 \cdot 2117 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 6}{8 \cdot 424,1 \cdot (0,5 - 0,002)} \right]^{3/4} = 185 \text{ м.}$$

3. По (5)

$$V'_m = 1,3 \cdot \frac{15 \cdot 6}{185} = 0,63.$$

4. По (6)

$$n = 0,532 \cdot (0,63)^2 - 2,13 \cdot 0,63 + 3,13 = 2.$$

5. По (8) $H_i = 185 \cdot (2)^{3/4} = 277,4 \text{ м.}$

6. По (4) $V'_m = 1,3 \cdot \frac{15 \cdot 6}{227,5} = 0,42.$

7. По (4) $n = 4,4 \cdot 0,42 = 1,85.$

8. По (8а) $H_{i+1} = 277,5 \cdot \left(\frac{1,85}{2}\right)^{3/4} = 262 \text{ м.}$

9. По (4) $V'_m = 1,3 \cdot \frac{15 \cdot 6}{262} = 0,45.$

10. По (7) $n = 4,4 \cdot 0,45 = 1,98.$

11. По (8а) $H_{i+1} = 262 \cdot \left(\frac{1,98}{1,85}\right)^{3/4} = 327 \neq 262 \text{ м.}$

и т.д.

12. По условию (5)

$$15 \cdot \sqrt{\frac{10 \cdot 6}{150}} = 9,5 \ll H.$$

13. Переходим к расчету, считая выброс «горячим», по (9)

$$H = \sqrt{\frac{140 \cdot 2117 \cdot 1 \cdot 1}{0,498 \cdot \sqrt[3]{424,1 \cdot 150}}} = 122 \text{ м.}$$

14. Как в задаче 1:

$$f = \frac{1000 \cdot 15^2 \cdot 6}{122^2 \cdot 150} = 0,6, \quad V_m = 0,65 \cdot \sqrt[3]{\frac{424,1 \cdot 150}{122}} = 5,23,$$

$$m = \frac{1}{0,67 + 0,1 \cdot \sqrt{0,6} + 0,34 \cdot \sqrt[3]{0,6}} = 0,967,$$

$$n=1.$$

$$15. \text{ По (20) } H_i = 122 \cdot \sqrt{0,967 \cdot 1} = 120 \text{ м.}$$

Так как 120 122, можно считать, что искомая высота трубы равна 120 м.