

# **ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА**

**РАСЧЕТ РАССЕЙВАНИЯ  
ВРЕДНОГО ВЕЩЕСТВА ОТ  
ОДИНОЧНОГО ТОЧЕЧНОГО  
ИСТОЧНИКА**

- Цель. определить **максимальную приземную концентрацию** в атмосфере вредного вещества, выбрасываемого **одиночным точечным источником** и установления вида норматива выброса: **предельно-допустимый выброс (ПДВ)** или **временно-согласованный выброс (ВСВ)**.

# Термины и определения

- **Приземная концентрация загрязняющего вещества, мг/м<sup>3</sup>** – количество загрязняющего вещества в 1 м<sup>3</sup> воздуха в приземном слое атмосферы.
- **Приземный слой** атмосферы находится на высоте **до 2 м** от поверхности земли.
- **Предельно-допустимая концентрация, мг/м<sup>3</sup>** – количество загрязняющего вещества, в 1 м<sup>3</sup> воздуха, которое не оказывает отрицательного влияния на организм при неограниченно долгом воздействии (в течение всей жизни).
- **Предельно-допустимый выброс (ПДВ), г/с или т/год** – масса вредного вещества в отходящих газах, максимально допустимая к выбросу в атмосферный воздух в единицу времени, которая обеспечивает концентрацию вредного вещества в приземном слое, не превышающую ПДК.
- **Временно-согласованный выброс (ВСВ), г/с или т/год** – это норматив, который определяет количество загрязняющего вещества, выбрасываемого одиночным точечным источником (трубой) в единицу времени (секунду, год), **временно допустимое** на период проведения природоохранных мероприятий и достижения ПДВ.
- **Фоновая концентрация, мг/м<sup>3</sup>** – концентрация вредного вещества в **приземном слое** атмосферы формируемая всеми источниками выбросов, расположенных в данной местности, **за исключением рассматриваемого**.

# Порядок выполнения

## расчета

Расчет максимальной приземной концентрации от источника выброса проводится в соответствии с требованиями ОНД-86 “Методика расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий”.

1 Рассчитывается коэффициент  $f$ , определяющий тип источника (холодный или нагретый)

При  $f < 100$  источник считается нагретым,

при  $f > 100$  источник считается холодным.

$$f = \frac{1000 \cdot \omega_0^2 \cdot D}{H^2 \cdot \Delta T} \quad (4.1)$$

$\omega_0$  – скорость выхода газов из трубы, м/с;

$D$  – диаметр трубы, м;

$H$  – высота трубы, м;

$\Delta T$  – разность между температурой выбрасываемых газов и температурой воздуха, °С.

$$\Delta T = T_{\Gamma} - T_{\text{В}}, \text{ } ^\circ\text{C} \quad (4.2)$$

$T_{\Gamma}$  – температура газа, °С;

$T_{\text{В}}$  – температура воздуха, °С.

За температуру воздуха принимается среднемаксимальная температура воздуха в наиболее жарком месяце. Значение этой температуры принимается по СНиП РК 2.04-01-2001 “Строительная климатология”.

- Определяем коэффициент  $V_m$  :  
для нагретых источников:

$$V_m = 0.65 \cdot \sqrt[3]{V_1 \cdot \frac{\Delta T}{H}} \quad (4.3)$$

для ХОЛОДНЫХ ИСТОЧНИКОВ:

$$V_m = \frac{1.3 \omega_0 D}{H} \quad (4.4)$$

где  $V_1$  – объемная скорость газов, выходящих из источника,  $\text{м}^3/\text{с}$ .

Объемная скорость определяется по формуле:

$$V_1 = \frac{\pi \cdot D^3}{4} \cdot \omega_0 \quad , \text{м}^3/\text{с} \quad (4.5)$$

3 Определяем безразмерный коэффициент  $m$ :

для нагретых источников:

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

,

для холодных источников:

$$m = \frac{1,47}{\sqrt[3]{f}}$$

,

4 Определяем безразмерный коэффициент  $n$ , исходя из условий:

$$\text{при } V_m < 0,5 \quad n = 4,4 \cdot V_m,$$

$$\text{при } 0,5 \leq V_m < 2 \quad n = 0,532 \cdot V_m^2 - 2,13 \cdot V_m + 3,13,$$

$$\text{при } V_m \geq 2 \quad n = 1$$

5 Максимальная приземная концентрация вредного вещества в зависимости от температуры выброса: для нагретых источников:

$$C_m = \frac{A \cdot M \cdot F \cdot m \cdot n \cdot \eta}{H^2 \cdot \sqrt[3]{V_1 \cdot \Delta T}} \text{ , мг/ м}^3$$

для холодных источников:

$$C_m = \frac{A \cdot M \cdot F \cdot n \cdot \eta \cdot K}{\sqrt[3]{H^3}} \text{ , мг/м}^3$$

A – коэффициент, зависящий от температурной стратификации атмосферы (для Карелии A = 160);

M – значение массового выброса вредного вещества, г/с;

F – безразмерный коэффициент, значение которого принимаем F = 1;

η - коэффициент рельефа, при ровной местности принимается равным 1;

V<sub>1</sub> – объемная скорость выхода газов из источника выброса, м<sup>3</sup>/с;

K - коэффициент, определяемый по формуле:

$$K = \frac{L}{8 \cdot V_1}$$

6 Максимальная приземная концентрация с учетом фоновой:

$$C_m = C'_m + C_{\phi}$$

, мг/м<sup>3</sup>

$C_{\phi}$  - фоновая концентрация, мг/м<sup>3</sup>.

7 Максимальная приземная концентрация вредного вещества ( $C_m$ ) сравнивается с ПДК и делается **вывод** о том, к какому виду норматива (ПДВ или ВСВ) может быть отнесен выброс данного вещества по условию:

При  $C_m > \text{ПДК}$  выброс считается недопустимым и относится к нормативу **ВСВ**.

При  $C_m < \text{ПДК}$  выброс считается допустимым и относится к **ПДВ**.

8 В случае, если выброс относится к нормативу ВСВ, определяется величина ПДВ по формулам:

для нагретых источников:

$$ПДВ = \frac{(ПДК - C_{\phi}) \cdot H^2 \cdot \sqrt{V \cdot \Delta T}}{A \cdot F \cdot m \cdot n \cdot \eta}$$

, г/с

для холодных источников:

$$ПДВ = \frac{(ПДК - C_{\phi}) \cdot H^{4/3}}{A \cdot F \cdot m \cdot n \cdot \eta}$$

,



# Пример расчета

Рассчитать максимальную приземную концентрацию ацетона, определить вид норматива выброса.

Характеристика источника выброса вредного вещества:

- высота трубы  $H = 30$  м;
- диаметр трубы  $D = 1$  м;
- температура выбрасываемых газов  $T_r = 90^{\circ}\text{C}$ ;
- скорость выхода газов из трубы  $w_0 = 0,7$  м/с.

Характеристика вредного вещества:

- массовый выброс  $M = 0,3$  г/с;
- ПДК =  $0,35$  мг/м<sup>3</sup>;
- фоновая концентрация в приземном слое  $C_{\phi} = 0,1$  мг/м<sup>3</sup>;

Принять среднемаксимальную температуру июля в Петрозаводске  $21^{\circ}\text{C}$ , коэффициент, характеризующий степень стратификации атмосферы для Карелии  $A = 160$ .

Определим коэффициент  $f$  по формуле (4.1):

$$f = \frac{1000 \cdot \omega_0^2 \cdot D}{H^2 \cdot \Delta T} = \frac{1000 \cdot 0,7^2 \cdot 1}{30^2 \cdot (90 - 24,6)} = 0,0083$$

Так как  $f < 100$ , то источник является нагретым.

Определим объемную скорость выходящих газов  $V_1$  по формуле (4.5):

$$V_1 = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot \omega_0 = \frac{3,14 \cdot 1^2}{4} \cdot 0,7 = 0,55 \text{ м}^3/\text{с}$$

Параметр  $V_m$  определим по формуле (4.3):

$$V_m = 0,65 \cdot \sqrt[3]{V_1 \cdot \frac{\Delta T}{H}} = 0,65 \cdot \sqrt[3]{0,55 \cdot \frac{65,4}{30}} = 0,69$$

Определим коэффициент  $m$  по формуле (4.6):

$$m = \frac{1}{0,67 + 0,1 \cdot \sqrt{f} + 0,34 \cdot \sqrt[3]{f}} = \frac{1}{0,67 + 0,1 \cdot \sqrt{0,0083} + 0,34 \cdot \sqrt[3]{0,0083}} = 1,34$$

Так как  $0,5 < V_m < 2$ , коэффициент  $n$  определим по формуле (4.9):

- $n = 0,532 \cdot V_m^2 - 2,13 \cdot V_m + 3,13 = 0,532 \cdot 0,69^2 - 2,13 \cdot 0,69 + 3,13 = 1,91$
- Так как  $f < 100$ , максимальную приземную концентрацию ацетона определим по формуле (4.12):

$$C'_m = \frac{A \cdot M \cdot F \cdot m \cdot n \cdot \eta}{H^2 \cdot \sqrt[3]{V_1 \cdot \Delta T}} = \frac{200 \cdot 0,3 \cdot 1 \cdot 1,335 \cdot 1,91 \cdot 1}{30^2 \cdot \sqrt[3]{0,55 \cdot 65,4}}$$

- $= 0,052 \text{ мг/м}^3$
- Максимальная приземная концентрация ацетона с учетом фоновой определяется по формуле (4.14):
- $= 0,052 + 0,1 = 0,152 \text{ мг/м}^3$
- **Вывод:** Так как максимальная приземная концентрация ( $C_m$ ) ацетона с учетом фоновой меньше ПДК, равной  $0,35 \text{ мг/м}^3$ , данный массовый выброс  $M = 0,3 \text{ г/с}$  может быть отнесен к ПДВ.

# Варианты

№	Высота трубы Н, м	Диаметр трубы D, м	Массовый выброс M, г/с	Температура газа T <sub>г</sub> , °C	Фоновая концентрация C <sub>ф</sub> , мг/м <sup>3</sup>	Скорость выхода газов, W <sub>0</sub> , м/с	Вредное вещество в выбросе	ПДК, мг/м <sup>3</sup>
1	10	1	0,2	50	0,05	1	Ксилол	0,2
2	15	1	0,6	60	0,15	1	Толуол	0,6
3	20	1	0,5	70	0,02	1	Хлор	0,1
4	25	1	0,6	80	0,03	1	Аммиак	0,2
5	40	1	30	100	0,5	0,7	Бензол	1,5
6	40	1	30	100	0,5	0,7	Дихлорэтан	3,0
7	45	1	30	50	0,9	0,7	Окись углерода	6,0
8	50	1	25	80	0,9	0,5	Спирт этиловый	5,0
9	55	1	40	30	0,9	0,5	Спирт метиловый	1,0
10	60	1	2,9	75	0,01	0,5	Фурфурол	0,05
11	60	1	8,5	70	0,005	0,5	Фенол	0,01
12	70	0,5	0,3	75	0,005	1	Сероуглерод	0,01
13	75	0,5	10	75	0,05	1	Уксусная кислота	0,2
14	30	0,5	2,5	75	0,01	1	Диэтиленамин	0,05
15	35	0,5	1,5	80	0,01	1	Акролеин	0,03
16	90	0,4	1	85	0,01	0,7	Анилин	0,05
17	95	0,4	0,2	95	0,002	0,7	Сероводород	0,006
18	100	0,4	0,8	100	0,05	0,7	Диоксид азота	0,085
19	20	0,4	0,1	25	0,005	0,7	Тетрапиклин	0,05
20	20	0,3	0,1	25	50,0	0,5	Бутан	200
21	30	0,3	0,5	27	20,0	0,5	Гексан	60
22	45	0,3	0,5	25	30,0	0,6	Пентан	100
23	50	0,2	0,4	29	20,0	0,5	Фреон	100
24	60	0,2	0,3	33	0,9	0,5	Этилен	3
25	24	1	0,6	60	0,15	1	Диоксид серы	0,5