

Федеральное агентство по образованию  
Нижегородский Государственный Технический Университет  
Кафедра “Инженерная экология и охрана труда”

## **Предельно-допустимый выброс**

Методические указания по выполнению практических работ по курсу  
“Экология”

г. Н.Новгород, 2005

ПДВ. Методические указания для практических занятий по дисциплине “Экология”. - Н.Новгород : НГТУ, сост. : Маслеева О.В., 2005, 9 с.  
Составитель : доцент, к.т.н. Маслеева О.В.

## 1. Цель работы

- определение максимальной приземной концентрации вредного вещества,
- определение предельно допустимых выбросов вредных веществ в атмосферу.

## 2. Краткие сведения из теории

В настоящее время в подавляющем большинстве случаев невозможно ограничить содержание вредных примесей на выходе из источника выброса до уровня ПДК. Тем не менее допустимые уровни загрязнения в жилых районах должны соблюдаться независимо от расстояния между этими районами и источниками выбросов вредных веществ в атмосферу. Управлять процессами рассеивания загрязнений человек не может, поскольку они всецело зависят от метеорологических и климатических условий. Следовательно, необходимо ограничивать и регламентировать количество выбрасываемых веществ таким образом, чтобы с учётом рассеивания соблюдались нормативы качества воздуха.

Расчет выполняется согласно "Методики расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий, ОНД-86".

Регламентирование выбросов вредных веществ в атмосферу через те или иные источники осуществляется на основе установления предельно допустимых выбросов (ПДВ), для чего предварительно определяют максимально возможную приземную концентрацию вредных веществ ( $C_m$ ) и опасное расстояние ( $X_m$ ) от источника, где эта концентрация возникает /1/.

### 2.1 Определение максимальной приземной концентрации вредного вещества

Максимальное значение приземной концентрации вредного вещества  $C_m$  (мг/м<sup>3</sup>) при выбросе газовой смеси из одиночного источника определяется по формулам /1/ для нагретых выбросов и /2/ для холодных выбросов.

Для нагретых выбросов ( $\Delta T > 0$ ):

$$C_m = \frac{A \cdot M \cdot F \cdot m \cdot n \cdot \eta}{H^2 \cdot \sqrt[3]{V_1 \cdot \Delta T}} \quad (1)$$

Для холодных выбросов ( $\Delta T = 0$ ):

$$C_m = \frac{A \cdot M \cdot F \cdot n \cdot \eta \cdot k}{H^{4/3}} \quad (2)$$

где  $A$ - коэффициент, зависящий от температурной стратификации атмосферы.

Место расположения источника выброса	Коэффициент А
Районы Средней Азии южнее 40° с. ш., Читинской области и Бурятии	250
Для Европейской территории России, для районов южнее 50° с. ш., нижнего Поволжья, Дальнего Востока и остальной территории Сибири	200
Для Европейской территории России и Урала от 50 до 52° с. ш., за исключением попадающих в эту зону перечисленных выше районов	180
для Европейской территории России и Урала севернее 52° с. Ш., за исключением Центрально-Европейской территории	160
Для Московской, Тульской, Рязанской, Калужской, Владимирской, Ивановской областей	140

$M$  (г/с) – масса вредного вещества, выбрасываемого в атмосферу в единицу времени (мощность источника)

$F$  – безразмерный коэффициент, учитывающий скорость оседания вредных веществ в атмосфере ( $F=1$  для газов и мелкодисперсной пыли);

$m, n, k$  – коэффициенты, учитывающие условия выхода газовой смеси из устья источника;

Коэффициент  $m$ :

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

$$\text{где } f = 1000 \cdot \frac{\omega_0^2 \cdot D}{H^2 \cdot \Delta T} \quad (4)$$

$\omega_0$  – скорость выброса, м/с

$D$  – диаметр устья источника, м

$H$  – высота источника, м

$\Delta T$  – разность между температурой выбрасываемой газовой смеси ( $T_r$ ) и температурой окружающего атмосферного воздуха ( $T_b$ ).

Коэффициент  $n$ :

$$n = \begin{cases} 1, & \text{при } V_m \geq 2 \\ 0,532 \cdot V_m^2 - 2,13 \cdot V_m + 3,13, & \text{при } 0,5 \leq V_m < 2 \\ 4,4 \cdot V_m, & \text{при } V_m < 0,5 \end{cases} \quad (5)$$

где  $V_m$  – параметр, определяющий среднюю скорость ветра, м/с

$$\text{Для нагретых выбросов } (\Delta T > 0) \quad V_m = 0,65 \cdot \sqrt[3]{\frac{V_1 \cdot \Delta T}{H}} \quad (6)$$

$$\text{Для холодных выбросов } (\Delta T = 0) \quad V_m = \frac{\omega_0 \cdot D}{H} \quad (7)$$

$V_1$  – расход газовой смеси, м<sup>3</sup>/с

$$V_1 = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot \omega_0 \quad (8)$$

Коэффициент  $k$ :

$$k = \frac{D}{8 \cdot V_1} \quad (9)$$

$\eta$  – безразмерный коэффициент, учитывающий влияние рельефа местности. Если перепад высот не превышает 50 м на 1 км, то  $\eta = 1$ .

## 2.2 Определение опасного расстояния от источника выброса.

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

$$X_m = \frac{5 - F}{4} \cdot d \cdot H \quad (9)$$

где коэффициент  $d$  для нагретых выбросов ( $\Delta T > 0$ ) определяется:

$$d = \begin{cases} 2,48 \cdot (1 + 0,28 \cdot \sqrt[3]{f}), & \text{при } V_m \leq 0,5 \\ 4,95 \cdot V_m \cdot (1 + 0,28 \cdot \sqrt[3]{f}), & \text{при } 0,5 < V_m \leq 2 \\ 7 \cdot \sqrt{V_m} \cdot (1 + 0,28 \cdot \sqrt[3]{f}), & \text{при } V_m > 2 \end{cases} \quad (10)$$

для холодных выбросов ( $\Delta T = 0$ ) определяется:

$$d = \begin{cases} 5,7, & \text{при } V_m \leq 0,5 \\ 11 \cdot V_m, & \text{при } 0,5 < V_m \leq 2 \\ 16 \cdot \sqrt{V_m}, & \text{при } V_m > 2 \end{cases} \quad (11)$$

## 2.3 Определение предельно допустимых выбросов вредных веществ в атмосферу.

ПДВ вредных веществ в атмосферу устанавливается для каждого источника загрязнения атмосферы таким образом, что выбросы вредных веществ от данного источника и от совокупности источников населённого пункта с учётом перспективы развития промышленных предприятий и рассеивания вредных веществ в атмосфере не создают приземную концентрацию, превышающую предельно-допустимую концентрацию (ПДК) для выбрасываемого вредного вещества.

При установлении ПДВ учитывают фоновые концентрации  $C_{\phi}$ . Фоновая концентрация вредного вещества в атмосфере – концентрация этого вещества без учёта вклада данного источника.

Для нагретых выбросов ( $\Delta T > 0$ ):

$$\text{ПДВ} = \frac{(\text{ПДК} - C_{\phi}) \cdot H^2}{A \cdot F \cdot m \cdot n \cdot \eta} \cdot \sqrt[3]{V_1 \cdot \Delta T} \quad (\text{г/с}) \quad (12)$$

Для холодных выбросов ( $\Delta T = 0$ ):

$$\text{ПДВ} = \frac{(\text{ПДК} - C_{\phi}) \cdot H^{4/3}}{A \cdot F \cdot n \cdot z \cdot k} \quad (\text{г/с}) \quad (13)$$

## 2.4 Определение минимальной высоты источника выброса.

Если приземная концентрация вредного вещества превышает допустимую (ПДК), то необходимо разработать мероприятия по снижению этой концентрации. Одним из путей решения этой проблемы является увеличение высоты источника выбросов.

Минимальная высота источника выброса определяется по формуле:

$$H_{\text{MIN}} = \left[ \frac{A \cdot M \cdot F \cdot D \cdot K}{\cdot (\text{ПДК} - C_{\phi})} \right]^{3/4}$$

Если высота источника получается больше, чем реально можно построить, то на данном источнике необходимо установить очистное устройство.

## 3.Задание к работе

Для заданного варианта (табл.1) рассчитать максимальную приземную концентрацию вредного вещества  $C_m$ , опасное расстояние от источника выброса  $X_m$ , предельно–допустимый выброс ПДВ и при необходимости минимальную высоту источника выброса.

## 4. Пример расчета

Дано: г. Н.Новгород

мощность источника  $M=1,2$  г/с

высота источника  $H = 20$  м

температура выброса  $t_r = 60^\circ \text{C}$

скорость выброса  $\omega_0 = 2,5$  м/с

размер устья источника  $D = 1,2$  м

выбрасываемое вещество  $\text{FeO}$

ПДК =  $0,04$  мг/м<sup>3</sup>

фоновая концентрация  $C_{\phi} = 0,001$  мг/м<sup>3</sup>

температура окружающей среды  $t_b = 25^\circ \text{C}$

Т.к.  $\Delta T = 35^\circ \text{C} > 0$ , то источник выбрасывает нагретые выбросы.

### Определение максимальной приземной концентрации вредного вещества

Для нагретых выбросов расчёт  $C_M$  ведём по формуле 1.

$$C_M = \frac{A \cdot M \cdot F \cdot m \cdot n \cdot \eta}{H^2 \cdot \sqrt[3]{V_1 \cdot \Delta T}}$$

$$A = 160$$

$$M = 1,2$$

$$F = 1$$

$$\eta = 1$$

$$H = 20$$

$$m = \frac{1}{0,67 + 0,1 \cdot \sqrt{f} + 0,34 \cdot \sqrt[3]{f}} = \frac{1}{0,67 + 0,1 \cdot \sqrt{0,536} + 0,34 \cdot \sqrt[3]{0,536}} = 0,98$$

$$f = 1000 \cdot \frac{\omega_0^2 \cdot D}{H^2 \cdot \Delta T} = 1000 \cdot \frac{2,5^2 \cdot 1,2}{20^2 \cdot 35} = 0,536$$

$$V_1 = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot \omega_0 = \frac{3,14 \cdot 1,2^2}{4} \cdot 2,5 = 2,83 \text{ (м}^3/\text{с)}$$

$$V_M = 0,65 \cdot \sqrt[3]{\frac{V_1 \cdot \Delta T}{H}} = 0,65 \cdot \sqrt[3]{\frac{2,83 \cdot 35}{20}} = 1,107 \text{ (м/с)}$$

т.к.  $0,5 < V_M < 2$ , то  $n = 0,532 \cdot V_M^2 - 2,13 \cdot V_M + 3,13 = 1,49$

$$C_M = \frac{160 \cdot 1,2 \cdot 1 \cdot 0,98 \cdot 1,49 \cdot 1}{20^2 \cdot \sqrt[3]{2,83 \cdot 35}} = 0,152 \text{ (мг/м}^3\text{)}$$

$$C_M + C_\phi = 0,152 + 0,001 = 0,153 \text{ мг/м}^3$$

$$\text{ПДК} = 0,04 \text{ мг/м}^3$$

$$C_M + C_\phi > \text{ПДК}$$

### Определение опасного расстояния от источника выброса

$$X_M = \frac{5 - F}{4} \cdot d \cdot H$$

$$d = 4,95 \cdot V_M \cdot (1 + 0,28 \cdot \sqrt[3]{f}) = 4,95 \cdot 1,107 \cdot (1 + 0,28 \cdot \sqrt[3]{0,536}) = 6,73$$

$$X_M = \frac{5 - 1}{4} \cdot 6,73 \cdot 20 = 134,5 \text{ м}$$

## Определение предельно допустимых выбросов вредных веществ в атмосферу

$$ПДВ = \frac{(ПДК - C_{\phi}) \cdot H^2}{A \cdot F \cdot m \cdot n \cdot h} \cdot \sqrt[3]{V_1 \cdot \Delta T} = \frac{(0,04 - 0,001) \cdot 20^2}{160 \cdot 1,098 \cdot 1,49 \cdot 1} \cdot \sqrt[3]{2,83 \cdot 35} = 0,308 \text{ г/с}$$

$$ПДВ = 0,308 \text{ г/с} < M = 1,2 \text{ г/с},$$

$$ПДВ < M$$

## Определение минимальной высоты источника выброса

$$k = \frac{D}{8 \cdot V_1} = \frac{1,2}{8 \cdot 2,83} = 0,53$$

$$H_{MIN} = \left[ \frac{A \cdot M \cdot F \cdot D \cdot K}{(ПДК - C_{\phi})} \right]^{3/4} = \left[ \frac{160 \cdot 1,2 \cdot 1 \cdot 1,2 \cdot 1}{(0,04 - 0,001)} \right]^{3/4} = 674 \text{ м}$$

### Выводы:

$$C_M + C_{\phi} = 0,153 \text{ мг/м}^3 > ПДК = 0,04 \text{ мг/м}^3$$

Концентрация оксида железа превышает допустимую.

$$X_M = 134,5 \text{ м}$$

Максимальная концентрация оксида железа достигается на расстоянии 134,5 м от источника.

$$ПДВ = 0,308 \text{ г/с} < M = 1,2 \text{ г/с}$$

ПДВ < M, то необходимо разработать мероприятия по уменьшению концентрации вредного вещества.

$$H_{min} = 674 \text{ м}$$

Высота источника H = 674 м является выше практически строящихся, поэтому для уменьшения концентрации оксида железа до ПДК необходимо установить очистные сооружения.

## 5. Варианты заданий

В таблицах 1,2 приведены исходные данные для расчета.

Условные обозначения, принятые в таблице:

M - мощность источника,

H - высота источника,

tв - температура выброса,

ω<sub>0</sub> - скорость выброса,

D - размеры устья источника,

ПДК – предельно-допустимая концентрация,

C<sub>ф</sub> - фоновая концентрация,

t - температура окружающей среды.



Таблица 1 – Исходные данные для расчета

	Место расположения источника выброса	Широта, град.	М, г/с	Н,м	$\omega_0$ , м/с	Д, м
1	г. Москва	-	10	12	2,3	0,4
2	г. Якутск	62	2,4	16	1,7	1,5
3	г. Н.Новгород	56	0,08	13	4,0	2,0
4	г. Чита	-	12	26	6,2	0,8
5	г. Курск	51	0,6	18	1,8	0,9
6	г. Новосибирск	55	0,7	19	2,1	0,9
7	г. Н.Новгород	56	9,6	12	1,9	2,1
8	г. Тула	-	13,0	13	3,5	2,4
9	г. Иваново	-	2,3	15	4,6	1,0
10	г. Екатеринбург	56	0,8	19	2,0	1,1
11	г. Красноярск	55	0,43	23	0,8	1,6
12	г. Астрахань	46	0,35	26	1,9	1,8
13	г. Калуга	-	4,1	20	2,3	2,4
14	г. Волгоград	48	0,11	15	5,1	0,6
15	г. Рязань	-	0,08	18	4,9	2,2
16	г. Улан Удэ	-	0,002	30	4,7	1,6
17	г. Н.Новгород	56	6,5	11	3,3	0,7
18	г. Тюмень	55	2,8	16	3,0	1,8
19	г. Владимир	-	2,4	13	6,6	1,4
20	г. Находка	-	0,9	14	7,0	0,9
21	г. Москва	-	1,5	15	8,1	0,6
22	г. Орёл	52,5	0,18	14	2,1	0,6
23	г. Пенза	53	0,106	21	2,0	0,8
24	г. Челябинск	55	0,89	19	4,6	0,5
25	г. Мурманск	67	0,0027	16	4,3	1,5
26	г. Санкт-Петербург	59	0,72	14	2,2	0,9
27	г. Самара	53	20,4	13	0,9	0,75
28	г. Барнаул	51	0,0016	22	1,5	0,4
29	г. Рязань	-	0,75	17	1,3	0,6
30	г. Архангельск	63	11,0	18	1,8	0,6

Таблица 2 – Исходные данные для расчета

	Выбрасываемое вещество	ПДК мг/м <sup>3</sup>	Сф, мг/м <sup>3</sup>	tв, °С	to, °С
1	диоксид азота	0,085	0,005	102	26
2	бензол	1,5	0,02	23	23
3	оксид меди	0,002	0,0004	67	25
4	ацетон	0,35	0,01	26	26
5	кислота серная	0,1	0,006	25	25
6	дихлорэтан	1,0	0,01	72	24
7	фреон	10	0,6	25	25
8	спирт этил.	5,0	1,6	26	26
9	цемент	0,1	0,0002	49	26
10	сероводород	0,008	0,001	23	23
11	сажа	0,05	0,002	84	23
12	капролактам	0,06	0,004	28	28
13	аммиак	0,2	0,01	26	26
14	озон	0,03	0,01	42	28
15	нафталин	0,003	0,001	46	24
16	ртуть	0,0003	0	63	25
17	оксид углерода	1,0	0,7	51	25
18	толуол	0,6	0,8	24	24
19	к-та азотная	0,4	0,001	79	25
20	бромбензол	0,03	0	27	27
21	бензол	1,5	0,5	26	26
22	свинец	0,003	0	90	26
23	фенол	0,01	0,006	105	25
24	окись этилена	0,03	0,001	24	24
25	никель	0,0002	0	76	23
26	гексахлоран	0,03	0,01	23	23
27	бензол	0,8	0,04	25	25
28	оксид меди	0,002	0	80	23
29	взвешенные в-ва	0,05	0,008	26	26
30	спирт метиловый	0,5	0,001	22	22