

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №2. РАСЧЕТ РАССТОЯНИЯ ДО ГРАНИЦЫ САНИТАРНО-ЗАЩИТНОЙ ЗОНЫ (СЗЗ)

2.1 Цель работы

Ознакомление с понятием санитарно-защитной зоны (СЗЗ) производственного объекта, ее назначением, правилами ее организации и методикой расчета ее ширины.

2.2 Термины и определения

Санитарно-защитная зона (СЗЗ) – это обустроенная территория между жилой застройкой и источником выбросов, необходимая для защиты жилой застройки от воздействия загрязняющих веществ, выбрасываемых предприятием. На границе СЗЗ должны соблюдаться нормативы предельно допустимых концентраций (ПДК).

Предельно-допустимая концентрация, мг/м³ – это количество загрязняющего вещества, находящееся в 1 м³ воздуха, которое не оказывает какого-либо отрицательного влияния на организм при неограниченно долгом воздействии.

Приземная концентрация загрязняющего вещества, мг/м³ – это количество загрязняющего вещества, находящееся в 1 м³ воздуха в приземном слое атмосферы.

Приземный слой атмосферы находится на высоте до 2 м от поверхности земли.

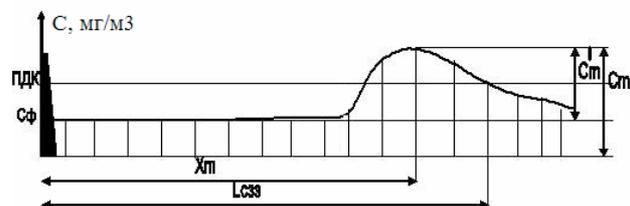
Фоновая концентрация, мг/м³ – это концентрация вредного вещества в приземном слое атмосферы, которая формируется всеми источниками выбросов, расположенных в данной местности, за исключением рассматриваемого.

2.3 Теоретические сведения

Все производственные объекты должны иметь санитарно-защитную зону, размер которой устанавливается «Санитарными нормами проектирования производственных объектов» (СН 1.01.001-94) в соответствии с классификацией в зависимости от мощности предприятия. Размеры СЗЗ составляют по санитарным нормам от 50 до 1000 м и устанавливаются в зависимости от класса опасности предприятия. Граница СЗЗ отсчитывается от крайних источников выброса вредных веществ на предприятии, а не от ограды предприятия или от наиболее мощных источников.

Граница СЗЗ устанавливается на таком расстоянии от источника выброса, на котором приземная концентрация, убывая, становится равной ПДК. См. рис 1.

Рисунок 1 - Рассеивание вредного вещества от одиночного точечного источника выброса



Размеры СЗЗ могут быть увеличены или уменьшены в зависимости от ряда факторов, в том числе и значения приземной концентрации, полученной при расчёте рассеивания вредного вещества, выбрасываемого предприятием.

СЗЗ подлежат озеленению с выбором дымогазоустойчивых пород деревьев с целью улучшения качества воздуха на границе СЗЗ. В зеленых насаждениях СЗЗ устраивают специальные коридоры для проветривания промышленной площадки.

На территории СЗЗ не допускается размещать: спортивные сооружения, парки, детские учреждения, учебные заведения, лечебно-профилактические и оздоровительные учреждения общего пользования.

2.4 Порядок выполнения расчета

Расчет ширины СЗЗ 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.

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

где ω_0 – скорость выхода газов из трубы, м/с;

D – диаметр трубы, м;

H – высота трубы, м;

ΔT – разность между температурой выбрасываемых газов и температурой воздуха, °С.

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

где T_{Γ} – 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».

2 Определяется коэффициент V_m , по формулам:

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, м³/с.

Объемная скорость определяется по формуле:

$$V_1 = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot \omega_0, \quad \text{м}^3/\text{с} \quad (4.5)$$

3 Определяем безразмерный коэффициент m:
для нагретых источников:

$$m = \frac{1}{0,67 + 0,1 \cdot \sqrt{f} + 0,34 \cdot \sqrt[3]{f}} \quad (4.6)$$

для холодных источников:

$$m = \frac{1,47}{\sqrt[3]{f}} \quad (4.7)$$

4 Определяем безразмерный коэффициент n, исходя из условий:

$$\text{при } V_m < 0,5 \quad n = 4,4 \cdot V_m \quad (4.8)$$

$$\text{при } 0,5 \leq V_m < 2 \quad n = 0,532 \cdot V_m^2 - 2,13 \cdot V_m + 3,13 \quad (4.9)$$

$$\text{при } V_m \geq 2 \quad n = 1 \quad (4.10)$$

5 Максимальная приземная концентрация вредного вещества в зависимости от вида выброса (нагретый или холодный) рассчитываются по формулам:
для нагретых источников:

$$C'_m = \frac{A \cdot M \cdot F \cdot m \cdot n \cdot \eta}{H^2 \cdot \sqrt[3]{V_1 \cdot \Delta T}} \quad \text{мг/м}^3 \quad (4.11)$$

для холодных источников:

$$C'_m = \frac{A \cdot M \cdot F \cdot n \cdot \eta \cdot K}{\sqrt[3]{H^4}} \quad \text{мг/м}^3 \quad (4.12)$$

где A – коэффициент, зависящий от температурной стратификации атмосферы (для Казахстана A = 200);

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

F – безразмерный коэффициент, значение которого может быть принято F = 1;

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

V₁ – объемная скорость выхода газов из источника выброса, м³/с;

K – коэффициент, определяемый по формуле:

$$K = \frac{D}{8 \cdot V_1} \quad (4.13)$$

6 Определим максимальную приземную концентрацию с учетом фоновой:

$$C_m = C'_m + C_\phi \quad \text{мг/м}^3 \quad (4.14)$$

где C_φ – фоновая концентрация, мг/м³.

7 Полученная максимальная приземная концентрация вредного вещества (C_m) сравнивается с ПДК

Если C_m < ПДК, то делается вывод об установлении границы СЗЗ на расстоянии 50 м и далее расчет не выполняется.

Если C_m > ПДК, то выполняется дальнейший расчет по формулам:

8 Определяется безразмерный коэффициент d в зависимости от V_m по одной из формул:

для нагретых источников:

$$d = 2,48 \cdot (1 + 0,28 \cdot \sqrt[3]{f}) \quad \text{при } V_m \leq 0,5, \quad (4.15)$$

$$d = 4,95 \cdot V_m \cdot (1 + 0,28 \cdot \sqrt[3]{f}) \quad \text{при } 0,5 < V_m < 2 \quad (4.16)$$

$$d = 7 \cdot (\sqrt{V_m}) \cdot (1 + 0,28 \cdot \sqrt[3]{f}) \quad \text{при } V_m > 2 \quad (4.17)$$

для холодных источников:

$$d = 5,7 \quad \text{при } V_m \leq 0,5, \quad (4.18)$$

$$d = 11,4 \quad \text{при } 0,5 < V_m < 2, \quad (4.19)$$

$$d = 16 \cdot \sqrt{V_m} \quad \text{при } V_m > 2 \quad (4.20)$$

9 Рассчитываем расстояние X_m, на котором приземная концентрация достигает максимального значения:

$$X_m = 0,25 \cdot (5 - F) \cdot d \cdot H, \text{ м} \quad (4.21)$$

где d – безразмерный коэффициент, определяемый в п.8;

H – высота источника выброса, м;

F – безразмерный коэффициент (F = 1).

10 Рассчитываем приземную концентрацию на различных расстояниях от источника выброса:

$$C' = S_i \cdot C'_m \quad \text{мг/м}^3 \quad (4.22)$$

где S_i – безразмерный коэффициент, который определяется в зависимости от отношения X/X_m по следующим формулам:

$$S_i = 3 \cdot (X/X_m)^4 - (X/X_m)^3 + (X/X_m)^2; \quad \text{при } (X/X_m) \leq 1, \quad (4.23)$$

$$S_i = 1,13 / [0,13 \cdot (X/X_m)^2 + 1]; \quad \text{при } 1 < (X/X_m) \leq 8, \quad (4.24)$$

$$S_i = (X/X_m) / [3,58 \cdot (X/X_m)^2 - 3,52 \cdot (X/X_m) + 120]; \quad \text{при } F \leq 1,5 \text{ и } X/X_m > 8, \quad (4.25)$$

$$S_i = 1 / [0,1 \cdot (X/X_m)^2 + 2,47 \cdot (X/X_m) - 17,8]; \quad \text{при } F > 1,5 \text{ и } X/X_m > 8 \quad (4.26)$$

Для расчета S_i необходимо **самостоятельно** принять числовое значение соотношения X/X_m и подставить его в соответствующую формулу. При подборе значения X/X_m необходимо ориентироваться на превышение полученной приземной концентрации C_m над ПДК. **Чем сильнее отличаются значения ПДК и C_m, тем больше** необходимо принимать значение X/X_m и расчет вести по формулам **4.24 или 4.25** (см. пример расчета).

11 Находим приземную концентрацию с учетом фоновой на различных расстояниях от источника выброса:

$$C = C' + C_{\phi}, \text{ мг/м}^3 \quad (4.27)$$

Полученное значение приземной концентрации (C) сравниваем с ПДК:

Если $C \leq \text{ПДК}$, то ширину СЗЗ принимаем равной X из соотношения X/X_m ;

Если $C > \text{ПДК}$, то продолжаем расчет увеличив отношение X/X_m до тех пор пока C не станет меньше или равной ПДК.

2.5 Пример расчёта

В атмосферу выбрасывается оксид углерода из одиночного точечного источника. Исходные данные:

высота трубы $H = 20$ м; скорость газов на выходе $\omega_0 = 0,7$ м/с; диаметр трубы $D = 0,6$ м; температура газов $T_r = 80^\circ\text{C}$; среднemaxимальная температура воздуха в районе расположения трубы $T_b = 24,6^\circ\text{C}$; массовый выброс оксида углерода $M = 8,6$ г/с; фоновая концентрация $C_{\phi} = 1$ мг/м³; ПДК = 5 мг/м³; коэффициент осаждения $F=1$; коэффициент стратификации атмосферы $A = 200$.

1 Рассчитываем коэффициент f по формуле (4.1):

$$f = \frac{1000 \cdot 0,7^2 \cdot 0,6}{20^2 \cdot 55,4} = 0,013$$

2 Вычисляем ΔT по формуле (4.2):

$$\Delta T = 80 - 24,6 = 55,4^\circ\text{C}$$

3 Определяем объёмную скорость выхода газов из трубы по формуле (4.5):

$$V_1 = \frac{3,14 \cdot 0,6^2}{4} \cdot 0,7 = 0,198 \text{ м}^3/\text{с}$$

4 Так как $f < 100$, то V_m рассчитывается по формуле (4.3):

$$V_m = 0,65 \cdot \sqrt[3]{0,198 \cdot \frac{55,4}{20}} = 0,532$$

5 Вычисляем m и n по формулам (4.6) и (4.9):

$$m = \frac{1}{0,67 + 0,1 \sqrt{0,013} + 0,34 \sqrt[3]{0,013}} = 1,31$$

$$n = 0,532 \cdot 0,532^2 - 2,13 \cdot 0,532 + 3,13 = 2,15$$

6 Определяем максимальную приземную концентрацию вредного вещества по формуле (4.12):

$$C'_m = \frac{200 \cdot 8,6 \cdot 1 \cdot 1,31 \cdot 2,15 \cdot 1}{20^2 \cdot \sqrt[3]{0,198 \cdot 55,4}} = 5,45 \text{ мг/м}^3$$

7 Определяем максимальную приземную концентрацию окиси углерода с учётом фоновой:

$$C_m = C' + C_{\phi} = 1 + 5,45 = 6,45 \text{ мг/м}^3$$

8 Сравниваем $C_m > \text{ПДК}$, следовательно, выполняем дальнейший расчет.

Определяем безразмерный коэффициент d в зависимости от V_m по формуле (4.16):

$$d = 4,95 \cdot 0,532 \cdot (1 + 0,23 \cdot \sqrt[3]{0,013}) = 2,78$$

9 Рассчитываем расстояние от трубы до точки, в которой концентрация достигает максимума по формуле (4.21):

$$X_m = 0,25 \cdot (5-1) \cdot 2,78 \cdot 20 = 55,6 \text{ м}$$

10 Произведём пошаговый расчёт концентраций окиси углерода на различных расстояниях X от основания трубы.

Для первого шага примем $X/X_m = 1,5$. Коэффициент S_i рассчитываем по формуле (4.24), так как выполняется условие:

$$1 < X/X_m \leq 8:$$

$$S_i = 1,13 / (0,13 \cdot 1,5^2 + 1) = 0,874$$

11 Определяем приземную концентрацию на расстоянии $X = 1,5X_m$ по формуле (4.27):

$$C' = 0,874 \cdot 5,45 = 4,76 \text{ мг/м}^3$$

12 Находим приземную концентрацию с учетом фоновой:

$$C = 4,76 + 1 = 5,76 \text{ мг/м}^3,$$

13 Сравниваем C с ПДК, $C > \text{ПДК}$, следовательно выполняем дальнейший расчет:

14 Для второго шага примем $X/X_m = 2,5$.

Определяем коэффициент S_i :

$$S_i = 1,13 / (0,13 \cdot 2,5^2 + 1) = 0,62$$

15 Приземная концентрация без учёта фоновой в данной точке составит:

$$C' = 0,62 \cdot 5,45 = 3,379 \text{ мг/м}^3$$

16 Определяем приземную концентрацию с учётом фоновой:

$$C = 3,379 + 1 = 4,379 \text{ мг/м}^3$$

17 Сравниваем C с ПДК, $C < \text{ПДК}$, следовательно вычисляем ширину СЗЗ из принятого соотношения $X/X_m = 2,5$:

$$X = 2,5 \cdot X_m = 139 \text{ м}.$$

18 **Вывод:** Ширина СЗЗ для данного источника составляет 139 м.

2.5 Требования к оформлению работы

В тетради студент должен отразить название работы, цель, номер варианта, исходные данные, расчетную часть, анализ полученных результатов, вывод, дату выполнения работы, роспись.

Студент может по своему усмотрению (для облегчения подготовки к защите выполненной работы) в отчет после пункта «Цель работы» выписать необходимые теоретические сведения.

2.6 Контрольные вопросы

- 1 Дайте определение санитарно-защитной зоны.
- 2 Дайте определение предельно допустимой концентрации (ПДК);
- 3 Дайте определение приземной концентрации;
- 4 До сколько метров от поверхности земли распространяется приземный слой атмосферы?
- 5 Дайте определение фоновой концентрации;
- 6 В чем измеряется концентрация вредного вещества в атмосфере?
- 7 Для чего необходимы санитарно-защитные зоны?
- 8 Чем регламентируется размер санитарно-защитных зон для производственных объектов?
- 9 От чего зависит размер СЗЗ?
- 10 От куда отсчитывается граница СЗЗ?
- 11 На каком расстоянии устанавливается граница СЗЗ?
- 12 В зависимости от какого фактора размеры санитарно-защитной зоны могут быть увеличены или уменьшены?
- 13 Для чего производится озеленение СЗЗ?
- 14 Какими породами деревьев озеленяются СЗЗ?
- 15 Для чего в зеленых насаждениях СЗЗ устраиваются коридоры?
- 16 Какие объекты не допускается размещать в пределах СЗЗ?

2.7 Задание и исходные данные

Рассчитать ширину санитарно-защитной зоны для одиночного точечного источника выброса - трубы котельной. Условия для расчёта определены таблицей 2.7.1.

Исходные данные одинаковые для всех вариантов:

Температура газа $T_r, ^\circ\text{C} = 90$;

$F = 1$;

$A = 200$;

$\eta = 1$.

Таблица 2.7.1 - Варианты заданий

№ варианта	H, м	D, м	M, г/с	$T_b, ^\circ\text{C}$	$\omega_0, \text{м/с}$	ПДК, мг/м ³	$C_{\phi}, \text{мг/м}^3$	Вредное вещество
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	5	0,25	0,41	28,6	0,5	5	0,5	Оксид углерода
2	10	0,30	0,06	27,6	0,5	0,085	0,017	Диоксид азота
3	15	0,35	0,91	26,6	0,6	0,5	0,05	Серн. ангидрид
4	20	0,40	1,37	25,6	0,7	0,5	0,1	Пыль
5	25	0,45	19,34	24,6	0,8	5	0,5	Оксид углерода
6	30	0,50	0,83	23,6	0,9	0,085	0,0085	Диоксид азота
7	35	0,55	4,33	22,6	1,0	0,5	0,1	Серн. ангидрид
8	40	0,60	9,18	21,6	1,2	0,5	0,05	Пыль
9	45	0,65	82,22	20,2	1,3	5	0,1	Оксид углерода
10	50	0,70	3,66	18,2	1,4	0,085	0,03	Диоксид азота
11	55	0,75	20,34	17,2	1,5	0,5	0,05	Серн. ангидрид
12	60	0,80	45,92	16,2	1,6	0,5	0,1	Пыль
13	65	0,85	312,36	17,5	1,7	5	0,5	Оксид углерода
14	70	0,90	21,87	18,5	1,8	0,085	0,08	Диоксид азота
15	75	0,95	78,29	19,5	1,9	0,5	0,1	Серн. ангидрид
16	80	1,00	56,69	20,5	2,0	0,5	0,15	Пыль
17	85	1,00	67,97	21,5	2,1	5	0,05	Оксид углерода
18	90	1,00	19,89	22,5	2,2	0,085	0,017	Диоксид азота
19	45	0,50	8,37	23,5	1,6	0,5	0,02	Серн. ангидрид
20	55	0,60	20,92	24,5	1,8	0,5	0,017	Пыль
21	65	0,70	177,10	25,5	1,4	5	0,15	Оксид углерода
22	75	0,80	13,62	26,5	1,2	0,085	0,05	Диоксид азота
23	85	0,90	39,17	27,5	1,3	0,5	0,025	Серн. ангидрид
24	40	1,00	14,63	28,5	1,5	0,5	0,051	Пыль
25	20	0,30	12,71	28,6	1,0	5	0,40	Оксид углерода

№	ΔT	f	V	Vm	m	n	C'm	M
1	61,4	0,0407	0,025	0,44	1,23	1,936	6,782	0,41
2	62,4	0,0120	0,035	0,39	1,31	1,716	0,197	0,06
3	63,4	0,0088	0,058	0,41	1,33	1,804	1,254	0,91
4	64,4	0,0076	0,088	0,43	1,34	1,892	0,973	1,37
5	65,4	0,0056	0,127	0,45	1,36	1,980	8,230	19,34
6	66,4	0,0068	0,177	0,48	1,35	2,112	0,230	0,83
7	67,4	0,0067	0,237	0,50	1,35	2,198	0,832	4,33
8	68,4	0,0079	0,339	0,54	1,34	2,135	1,151	9,18
9	69,8	0,0060	0,431	0,57	1,36	2,093	7,732	82,22
10	71,8	0,0076	0,539	0,60	1,34	2,042	0,237	3,66
11	72,8	0,0077	0,662	0,62	1,34	2,015	0,998	20,34
12	73,8	0,0077	0,804	0,65	1,34	1,975	1,731	45,92
13	72,5	0,0080	0,964	0,67	1,34	1,939	9,327	312,36
14	71,5	0,0083	1,145	0,68	1,33	1,926	0,527	21,87
15	70,5	0,0086	1,346	0,70	1,33	1,901	1,543	78,29
16	69,5	0,0090	1,570	0,72	1,33	1,876	0,925	56,69
17	68,5	0,0089	1,649	0,71	1,33	1,810	0,937	67,97
18	67,5	0,0089	1,727	0,71	1,33	1,810	0,242	19,89
19	66,5	0,0095	0,314	0,50	1,33	2,198	0,873	8,37
20	65,5	0,0098	0,509	0,55	1,33	2,121	1,212	20,92
21	64,5	0,0070	0,539	0,53	1,34	2,149	7,397	177,10
22	63,5	0,0032	0,603	0,52	1,38	2,164	0,429	13,62
23	62,5	0,0034	0,827	0,55	1,38	2,121	0,852	39,17
24	61,5	0,0229	1,178	0,79	1,27	1,782	0,993	14,63
25	61,4	0,0122	0,071	0,39	1,31	1,716	8,742	12,71