

## Содержание

1 Предельно допустимые выбросы (ПДВ) вредных веществ в воздушный бассейн.....	4
1.1 Понятие о ПДВ.....	4
1.2 Нормирование и регулирование выбросов вредных веществ в воздушный бассейн.....	5
1.3 Определение минимальной высоты трубы и размеров (границ) санитарно-защитной зоны с учетом розы ветров .....	9
1.4 Мероприятия по охране воздушного бассейна .....	9
2 Постановка задачи.....	11
3 Исходные данные для котельной .....	11
4 Ход решения .....	12
4.1 Расчет массы выброса для вредных веществ .....	12
4.2 Расчет ПДВ .....	13
4.3 Расчет безопасного расстояния до жилой застройки .....	14
4.4 Построение границ санитарно-защитной зоны для NO <sub>2</sub> и SO <sub>2</sub> .....	15
Заключение .....	17

## Нормирование и регулирование выбросов вредных веществ в воздушный бассейн

### Постановка задачи

Требуется рассчитать:

- Максимальные приземные концентрации ( $C_m$ ) для  $SO_2$ ,  $NO_2$ ,  $CO$  и сажи;
- Расстояние ( $X_m$ ) по оси факела, на которой они достигаются. Полученные значения ( $C_m + C_{\phi}$ ) сравнить с величиной  $ПДК_{м.р.}$ ; в случае превышения  $ПДК_{м.р.}$  необходимо рассчитать расстояние ( $X$ ) (в метрах), на котором ( $C_m + C_{\phi}$ ) будет равно  $ПДК_{м.р.}$ , или количество циклонов или необходимую высоту трубы котельной;

# 1 Предельно допустимые выбросы (ПДВ) вредных веществ в воздушный бассейн

## 1.1 Понятие о ПДВ

ГОСТ 17.2.3.02-78 определяет, что предельно допустимый выброс вредных веществ в атмосферу (ПДВ) устанавливается для каждого источника загрязнения атмосферы таким образом, что выбросы вредных веществ от данного источника и от совокупности источников населенного пункта с учетом перспективы развития промышленных предприятий и рассеивания вредных веществ в атмосфере не создают приземную концентрацию, превышающую их ПДКЕ для населения, растительного и животного мира.

Значения ПДВ устанавливаются во всех видах проектной документации на строительство новых и реконструкцию существующих предприятий. ПДВ устанавливается как для строящихся, так и для действующих предприятий.

Значения ПДВ определяются по единой для всей страны «Методике расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий (ОНД-86)», утвержденных Госкомгидрометом СССР и согласованных с Госстроем СССР и Минздравом СССР в 1986 году.

Величина предельно допустимого выброса (ПДВ) вредных веществ является одним из основных показателей экологической безопасности предприятий. Если на участке строительства (реконструкции) предприятия сумма фоновое загрязнения атмосферы и приземных концентраций, создаваемых выбросами данного предприятия, выше ПДК – строительство (реконструкция) не разрешается органами экологической и санитарной инспекций. Чем сильнее фоновое загрязнение воздуха на участке строительства, тем меньше величина ПДВ для проектируемого предприятия. Если  $C_{\text{ф}} \geq \text{ПДК}_{\text{м.р.}}$  - строительство (реконструкция) не разрешается.

Поэтому технологи и проектанты стремятся использовать в проекте предприятия малоотходные, экологически безопасные технологии и оборудование, обеспечивающее минимальную величину выброса вредных веществ (г/с). Уменьшить величину выброса можно также путем улавливания вредных веществ в устье источника выбросов пыле-газоочистными аппаратами. Уменьшить величины приземных концентраций можно путем увеличения высоты выброса (трубы) и увеличения расстояния до границы санитарно-защитной зоны с жилой застройкой, где должно соблюдаться  $\text{ПДК}_{\text{м.р.}}$ . Во всех случаях решения принимаются по результатам расчета рассеивания вредных веществ в атмосфере после выброса их из источника.

Методика расчета рассеивания в атмосфере вредных веществ, содержащихся в выбросах, основана на закономерностях диффузии газов и аэрозолей в приземном слое атмосферы и позволяет рассчитывать концентрации,  $C$  ( $\text{мг/м}^3$ ) вредного вещества в приземном слое атмосферы на любом расстоянии (до 2 км.) от источника выброса.

Степень опасности загрязнения приземного слоя атмосферного воздуха выбросами вредных веществ определяется путем сравнения с ПДК<sub>м.р.</sub>, рассчитанного значения приземной концентрации вредных веществ,  $C$  (мг/м<sup>3</sup>), которое устанавливается на границе с жилой застройкой при наиболее неблагоприятных метеорологических условиях (когда скорость ветра достигает опасного значения  $u_m$ ).

Должно соблюдаться условие

$$C^n + C_{\phi}^n \leq \text{ПДК}_{\text{м.р.}}^n$$

где  $C^n, C_{\phi}^n$  – соответственно расчетная и фоновая концентрация n-го вещества. При одновременном совместном присутствии в атмосфере нескольких вредных веществ, обладающих согласно СН 245-71 суммацией биологического действия, их безразмерная суммарная концентрация не должна превышать единицы при расчете по формуле:

$$q = \frac{C^1}{\text{ПДК}^1 - C_{\phi}^1} + \frac{C^2}{\text{ПДК}^2 - C_{\phi}^2} + \frac{C^n}{\text{ПДК}^n - C_{\phi}^n}$$

где  $C^1, C^2 \dots C^n$  – концентрации отдельных вредных веществ в атмосферном воздухе в одной и той же точке местности, (мг/м<sup>3</sup>);

ПДК<sup>1</sup>, ПДК<sup>2</sup> ... ПДК<sup>n</sup> – соответствующие максимально разовые предельно допустимые концентрации вредных веществ в атмосферном воздухе, (мг/м<sup>3</sup>) (принимаются по СН 245-71);

$C_{\phi}^1, C_{\phi}^2, \dots C_{\phi}^n$  – соответствующие фоновые концентрации вредных веществ (мг/м<sup>3</sup>) – принимаются по данным городской гидрометеослужбы.

## 1.2 Нормирование и регулирование выбросов вредных веществ в воздушный бассейн

Нормирование проводится с учетом влияния рельефа местности, суммации вредного воздействия нескольких веществ, фоновых концентраций и неблагоприятных метеоусловий, например, (скорость ветра более 9м/с для г.Оренбурга).

Максимальная приземная концентрация вредного вещества,  $C_m$ , при выбросе нагретой газовой смеси из одиночного источника (точечного) с круглым устьем при неблагоприятных метеорологических условиях на расстоянии,  $X_m$  (м) от источника определяет по формуле

$$C_m = \frac{A \cdot M \cdot F \cdot t \cdot n \cdot \mu}{H^2 \cdot \sqrt[3]{V_1 \cdot \Delta T}}$$

где  $A$  – коэффициент, зависящий от температурной стратификации атмосферы в регионе и определяющей условия вертикального и горизонтального рассеивания вредных веществ в атмосферном воздухе, в данной местности,  $C^{2/3} \cdot \text{мг} \cdot \text{град}^{1/3} / \text{г}$ ;

$M$  – количество вредного вещества, выбрасываемого в атмосферу, г/с;

$\mu$  – коэффициент, учитывающий рельеф местности; (при ровной местности с перепадом высот не более 50 м на 1 км  $\mu=1$  (в радиусе 2 км));

$F$  – безразмерный коэффициент, учитывающий скорость оседания вредных веществ в атмосферном воздухе;

$m$  и  $n$  – безразмерные коэффициенты, учитывающие условия выхода газовой смеси из устья источника выброса;

$H$  – высота источника выброса над уровнем земли, м;

$\Delta T$  – разность между температурой, выбрасываемой газовой смесью  $T$  и температурой окружающего атмосферного воздуха  $T_v$ , град. °C;

$V$  – расход газовой смеси  $\text{м}^3/\text{с}$ .

2.1.1 Коэффициент  $A$  должен приниматься для неблагоприятных метеорологических условий, при которых концентрации вредных веществ в атмосферном воздухе от источника выброса достигают максимального значения;

Для Севера и Северо-запада европейской территории России, Среднего Поволжья, Урала и Украины – 160. Для Оренбурга  $A=180$ .

2.1.2 Количество вредного вещества выбрасываемого в атмосферу определяется по формуле:

$$M = C \cdot V_1 \cdot 10^{-3} \text{ г/с}$$

где  $C$  – концентрация вредного вещества в выбрасываемой газовой смеси, мг/м<sup>3</sup>;

$V_1$  – расход газо-воздушной смеси, м<sup>3</sup>.

2.1.3 Значения безразмерного коэффициента  $F$  должны приниматься:

- для газообразных вредных веществ (сернистого газа, и углекислорода, и т.п.) и мелкодисперсных аэрозолей (пыли, золы, и т.п. – скорость упорядоченного оседания которых, практически равна 0) – 1;

- для пыли и золы (кроме указанных выше), если средний эксплуатационный коэффициент очистки равен не менее 90% - 2; от 75-90% - 2,5; менее 75% - 3.

2.1.4 Величину  $\Delta T$  следует определять, принимая температуру окружающего атмосферного воздуха  $T_v$  по средней температуре наружного воздуха в 13 часов наиболее жаркого месяца, года по главе СНиПП-А.6-72 «Строительная климатология и геофизика», а температура выбрасываемой в атмосферу газовой смеси  $T_r$  – по действующим для данного производства технологическим нормативам.

2.1.5 Средняя линейная скорость выхода газовой смеси из устья источника выброса  $W_0$ (м/с) определяется по формуле:

$$V_1 = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot W_0$$

$$W_0 = \frac{4 \cdot V_1}{\pi \cdot \ddot{A}^2}$$

где  $D$  – диаметр устья источника выброса, в метрах;

2.1.6 Безразмерный коэффициент « $m$ » определяется по формуле:

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

2.1.7 Расчет параметра « $f$ » производится по формуле:

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

2.1.8 Значение безразмерного коэффициента « $n$ » определяется в зависимости от параметра  $V_m$ :

при  $V_m \leq 0.3$ ,  $n=3$

при  $0.3 \leq V_m \leq 2$ ,  $n = 3 - \sqrt{(V_i - 0.3) \cdot (4.36 - V_i)}$

при  $V_m > 2$ ,  $n=1$ .

2.1.9 Расчет параметра  $V_m$  производится по формуле:

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

2.2 Вычисление по формуле  $\tilde{N}_m = \frac{A \cdot M \cdot F \cdot m \cdot n \cdot \eta}{H^2 \cdot \sqrt[3]{V_1 \cdot \Delta T}}$  для каждого отдельного

вещества, подставляют в формулы 1.1 и 1.2 оценивают результаты (с учетом суммации и фоновых концентраций) и делают вывод о необходимости и объеме проведения технологических, санитарно-технических и архитектурно-планировочных мероприятий.

Если в воздухе содержатся вещества, обладающие эффектом биологической суммации, то определяется приведенная к одному из этих веществ концентрация. Основным веществом выбирают то, которое относится к наибольшему классу опасности.

$$C_m^{привед} = C_m^1 + C_m^2 \cdot \frac{ПДКС_1}{ПДКС_2} + \dots + C_m^n \cdot \frac{ПДКС_1}{ПДКС_n}$$

Например, эффектом суммации действия обладают сернистый ангидрид и двуокись азота (СН 245-71). Основным веществом является двуокись азота.

Если по результатам расчетов сумма  $C_M^n + C_\Phi^n$  превышает ПДК $_{м.р.}^n$ , то расчет продолжается с целью вычисления расстояния  $X$ , м, на котором концентрация вредных веществ будут равны ПДК.

Если  $C_M^n + C_\Phi^n \leq \text{ПДК}_{м.р.}^n$ , то величину выброса утверждают как ПДВ и новых воздухоохраных мероприятий не планируют.

2.3 На расстоянии  $X_M$ , (м) от источника выброса при неблагоприятных условиях по оси факела выброса, достигается максимальная (наибольшая) приземная концентрация вредных веществ «См». Величина  $X_M$  определяется по формуле:

$$X_M = d * H \quad (2.10)$$

где  $d$  – безразмерная величина, определяемая по формулам в зависимости от значения  $V_M$ :

$$\text{при } V_M \leq 2, d = 4,95 * V_M * (1 + 0,28 * \sqrt[3]{f}) \quad (2.11)$$

$$\text{при } V_M > 2, d = 7 * \sqrt{V_M} * (1 + 0,28 * \sqrt[3]{f}) \quad (2.12)$$

Когда безразмерный коэффициент  $F \geq 2$  (в нашем случае для сажи), величина  $X_M$  определяется по формуле:

$$X_M = \frac{(5-F)}{4} * d * H \quad (2.13)$$

2.4 Величины приземных концентраций примесей  $C$ (мг/м<sup>3</sup>) в атмосфере по оси факела выброса на различных расстояниях  $X$  (м) от источника выброса определяются по формуле:

$$C = S_1 * C_M \quad (2.14)$$

где  $S_1$ - безразмерная величина, определяемая при опасной скорости ветра в зависимости от отношения  $X/X_M$  по графикам (рис. 2.3).

Используя формулу (2.14), значения  $X_M$  и условие  $C \leq \text{ПДК}$  можно вычислить  $X = L_0$  (м).

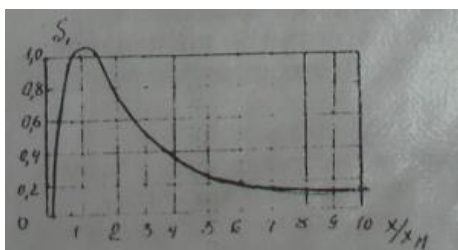


Рисунок 2 – Графики для определения значений безразмерного коэффициента  $S_1$

$$S_1 = \frac{1,13}{0,13 * \left(\frac{X}{X_M}\right)^2 + 1}$$

$$\frac{X}{X_M} = \sqrt{\frac{1,13 - S_1}{S_1 * 0,13}}$$

### **1.3 Определение минимальной высоты трубы и размеров (границ) санитарно-защитной зоны с учетом розы ветров**

1.3.1 Минимальная высота трубы и размеры санитарной оны определяются по основной формуле рассеивания выбросов (2.1) при фиксированном значении ПДВ (г/сек). Полученный по расчетам размер санитарно-защитной зоны  $X$  (м) должен уточняться на участке расположения предприятия по формуле:

$$l_i = L_0 * \frac{P}{P_0} \quad (3.1)$$

где  $L_0$ - расчетное расстояние (м) от источников загрязнения до границы санитарно-защитной зоны (без учета поправки на розу ветров), до которого концентрации вредных веществ больше ПДК;

$P$  – среднегодовая повторяемость направлений ветров, рассматриваемого румба, %;

$P_0$ - повторяемость направление ветров одного румба (при восьмирумбовой розе ветров  $P_0 = 12,5\%$  ).

1.3.2 Построение чертежа санитарно-защитной зоны производится в соответствии с выбранным масштабом (например, 1 мм : 5 м и т.п.), по направлению, противоположным соответствующему румбу (например, восточный ветер вызывает отклонение факела выброса в западную сторону).

## **1.4 Мероприятия по охране воздушного бассейна**

1.4.1 Технологические мероприятия.

1.4.1.1 Соблюдение технологических норм расхода электроэнергии и пара на 1-ую единицу продукции.

1.4.1.2 Очистка сырья от вредных примесей (удаление серы из топлива), использование малосернистого мазута с содержанием серы 2% и менее; перевод котельной с угла на мазут или природный газ; перевод предприятия на централизованное теплоснабжение с закрытием местной котельной.

1.4.1.3 Создание малоотходных технологических процессов (количество отходов менее 10% от количества сырья); применение рециркуляции отходящих газов (до 100%) в технологическом процессе.



1.4.1.4 Использование вторичных энергоресурсов (ВЭР): установка экономайзеров, утилизация тепла вытяжного воздуха в системах вентиляции для подогрева приточного воздуха.

1.4.1.5 Замена сухих способов переработки пылящих материалов мокрыми.

1.4.1.6 Применение пневмотранспортов для транспортировки пылящих материалов в деревообрабатывающих цехах, в силикатной промышленности и т.д.

1.4.2 Архитектурно-планировочные мероприятия

1.4.2.1 Выбор участка под строительство с учетом розы ветров, рельефа местности, размещение существующих промузлов или промзоны.

1.4.2.2 Организация санитарно-защитных зон с радиусом от 50 до 1000 м и более, в зависимости от класса предприятия и результатов расчета рассеивания ( $L_0$ ).

1.4.2.3 Посадка в санитарно-защитных зонах лесополос шириной 50 м с газонным разрывом 20 м, отдавая предпочтение районированным на Южном Урале газоустойчивым деревьям и кустарникам (боярышник обыкновенный, смородина золотистая, клен ясенелистный, клен татарский, и т.д.), а также деревья с высокими пылезащитными свойствами (вяз гладкий, ясень узколистый, клен остролистный, можжевельник и т.д.).

1.4.3 Санитарно-технические мероприятия

1.4.3.1 Организация местной аспирационной сети и общеобменной вентиляции цеха (участка) в соответствии с расчетами выделений по каждому вредному веществу (г/с) и соответствующей степени очистки.

1.4.3.2 Объединение мелких источников выбросов в единый источник одной аспирационной сетью.

1.4.3.3 Установка пылеочистного оборудования с выбором по паспортам и с учетом необходимой степени очистки (Э, %), производительности ( $\text{м}^3$ ), температурного режима и себестоимости очистки, возможности переработки уловленных вредных веществ в полупродукты или товарные продукты.

1.4.3.4 Установка газоочистного оборудования, снижающего концентрации вредных веществ на основе процессов: абсорбции, адсорбции, каталитического сжигания, окисления. Например, применение мокрого скруббера, угольного адсорбера, печей сжигания, системы нейтрализации отработавших газов (СНОГ)

## 2 Постановка задачи

необходимо рассчитать:

- Максимальные приземные концентрации ( $C_m$ ) для  $SO_2$ ,  $NO_2$ , CO и сажи;
- Расстояние ( $X_m$ ) по оси факела, на которой они достигаются. Полученные значения ( $C_m + C_{\phi}$ ) сравнить с величиной ПДК<sub>м.р.</sub>; в случае превышения ПДК<sub>м.р.</sub> необходимо рассчитать расстояние (X) (в метрах), на котором ( $C_m + C_{\phi}$ ) будет равно ПДК<sub>м.р.</sub>, или количество циклонов или необходимую высоту трубы котельной;

## 3 Исходные данные для котельной:

Место положение: Оренбург

Высота трубы  $H = 20$  м.

Диаметр трубы  $D = 1,5$  м.

Температура выброса  $T_r = 182$  °C.

Объем выброса  $V_1 = 6,1$  м<sup>3</sup>/с

Концентрации выбросов $C$ , мг/м <sup>3</sup>			
$SO_2$	$NO_2$	CO	сажа
540	65	296	120

Фоновые концентрации вредных веществ на участке строительства котельной			
$SO_2$	$NO_2$	CO	сажа
0,11	0,011	1,2	0,08

Роза ветров									
Среднегодовая повторяемость ветров (роза ветров)								t° наружного воздуха	А, коэффициент стратификации
С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ		
8	12	18	7	13	15	19	8	25,8	180

ПДК максимальные разовые для данных вредных веществ, ПДК <sub>м.р.</sub> , мг/м <sup>3</sup>			
$SO_2$	$NO_2$	CO	сажа
0,5	0,085	3,0	0,15

## 4 Ход решения

### 4.1 Расчет массы выброса для вредных веществ

Расчет массы выброса в атмосферу по каждому из вредных веществ производится по формуле:

$$\begin{aligned}M &= C * V_1 * 10^{-3}, \text{г/с} \\M_{\text{SO}_2} &= C^{\text{SO}_2} * V_1 * 10^{-3} = 3,294 \text{ г/с} \\M_{\text{NO}_2} &= C^{\text{NO}_2} * V_1 * 10^{-3} = 0,396 \text{ г/с} \\M_{\text{CO}} &= C^{\text{CO}} * V_1 * 10^{-3} = 0,1805 \text{ г/с} \\M_{\text{сажа}} &= C^{\text{сажа}} * V_1 * 10^{-3} = 0.732 \text{ г/с}\end{aligned}$$

Рассчитаем  $\Delta T$  (разность температур)

$$\Delta T = T_g - T_{\text{в}},$$

где  $T_g$  - температура отходящих газов;

$T_{\text{в}}$  -  $t^\circ$  окружающего воздуха. Для расчета принята средняя  $t^\circ$  наружного воздуха в 13 часов наиболее жаркого месяца года города Орск.

$$T_g = 182^\circ \text{C}$$

$$T_{\text{в}} = 26,9^\circ \text{C}$$

$$\Delta T = 155,1^\circ \text{C}$$

Расчет средней скорости выхода газовой смеси (отходящих газов) из устья источника выброса производится по формуле:

$$W_0 = \frac{4 * V_1}{\pi * D^2}, \text{м/с}$$

$$W_0 = 3,4536 \text{ м/с}$$

Расчет параметра  $f$ , производится по формуле:

$$f = 10^3 * \frac{W_0^2 * D}{H^2 * \Delta T}, \frac{\text{м}}{\text{с}^2 * \text{град}}$$

$$f = 0.288 \frac{\text{м}}{\text{с}^2 * \text{град}}$$

Расчет безразмерного параметра  $m$ , производится по формуле:

$$m = \frac{1}{0,67 + 0,1 * \sqrt{0.288} + 0,34 * \sqrt[3]{0.288}}$$
$$m = 1.083$$

Расчет безразмерного параметра  $V_m$  производится по формуле:

$$V_m = 0,65 * \sqrt[3]{\frac{V_1 * \Delta T}{H}}$$
$$V_m = 2.3507 \text{ м/с}$$

Так как  $V_m > 1$ ,  $n = 1$ .

Расчет максимальной приземной концентрации вредных веществ производится по формуле:

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

где  $\eta = 1$ ,

$F_{\text{газа}} = 1$ ,

$F_{\text{сажи}} = 3$ .

$$C_M^{\text{SO}_2} = 0,1585 \text{ мг/м}^3$$

$$C_M^{\text{NO}_2} = 0,019 \text{ мг/м}^3$$

$$C_M^{\text{CO}} = 0,87 \text{ мг/м}^3$$

$$C_M^{\text{сажа}} = 0,1056 \text{ мг/м}^3$$

Из перечня вредных веществ, выбрасываемых из трубы котельной, эффектом суммации действия обладают диоксид азота диоксид серы.

Определяем приведенную к диоксиду азота концентрацию этих веществ, так как диоксид азота относится к наибольшему (второму) классу опасности.

$$C_M^{\text{прив NO}_2} = C_M^{\text{NO}_2} + \left[ C_M^{\text{SO}_2} * \frac{\text{ПДК}_{\text{м.р.}}^{\text{NO}_2}}{\text{ПДК}_{\text{м.р.}}^{\text{SO}_2}} \right]$$

$$C_M^{\text{прив NO}_2} = 0,019 + \left[ 0,1585 * \frac{0,085}{0,5} \right] = 0,0459 \text{ мг/м}^3$$

Проверяем условие

$$C_M^{\text{прив NO}_2} + C_M^{\text{NO}_2} = 0,0459 + 0,011 = 0,0569 \frac{\text{мг}}{\text{м}^3} > \text{ПДК}_{\text{м.р.}}^{\text{NO}_2} = 0,085$$

$$C_M^{\text{CO}} + C_M^{\text{ф}} = 0,87 + 1,2 = 2 \frac{\text{мг}}{\text{м}^3} < \text{ПДК}_{\text{м.р.}}^{\text{CO}} = 3$$

$$C_M^{\text{сажа}} + C_M^{\text{ф}} = 0,1056 + 0,08 = 0,1856 \frac{\text{мг}}{\text{м}^3} > \text{ПДК}_{\text{м.р.}}^{\text{сажа}} = 0,15$$

## 4.2 Расчет ПДВ

В нашем примере условие соблюдения ПДВ не выполняется для сажи. Для сажи предельно-допустимый выброс составит

$$\begin{aligned} \text{ПДВ}_{\text{сажа}} &= M_{\text{сажа}} = 4,616 \text{ Т/год} \\ \text{ПДВ}_{\text{co}} &= M_{\text{co}} = 57,08 \text{ Т/год} \\ \text{ПДВ}_{\text{no}_2} &= M_{\text{no}_2} = 12,4882 \text{ Т/год} \\ \text{ПДВ}_{\text{so}_2} &= M_{\text{so}_2} = 103,8795 \text{ Т/год} \end{aligned}$$

Мероприятия по достижению ПДК<sub>м.р.</sub> на границе санитарно-защитной зоны по саже, диоксиду серы и диоксиду азота могут быть технологическими, санитарно-техническими, архитектурно-планировочными.

В данном примере решения задачи рассматриваются санитарно-технические мероприятия по снижению выбросов сажи. С целью уменьшения массы

выбросов сажи подбираем по каталогам пылеулавливающих аппаратов циклоны типа ЦП-24, с производительностью очистки 2,5 тыс.м<sup>3</sup>/час отходящих газов.

Количество циклонов составит

$$n = \frac{V_1 * 3600}{2500} = \frac{6,1 * 3600}{2500} = 8,78 \text{ штук}$$

Эффективность улавливания сажи Э циклонами ЦН-24 равна согласно каталогу 80% (или 0,8), тогда

$$\begin{aligned} \text{ПДВ}_{\text{сажа}} &= M_{\text{сажа}} - (M_{\text{сажа}} * \text{Э}) \\ \text{ПДВ}_{\text{сажа}} &= 0,732 - (0,732 * 0,8) = 0,1464 \text{ т/год} \end{aligned}$$

### 4.3 Расчет безопасного расстояния до жилой застройки

Расчет расстояния по оси факела выброса от источника выброса  $X_m$ , на котором достигается величина максимальной приземистой концентрации  $C_m$  производится по формуле:

$$X_m = d * H$$

Поскольку в нашем примере  $V_m > 2$  м/с, величину вспомогательного параметра  $d$  определяем по формуле:

$$\begin{aligned} d &= 7 * \sqrt{V_m} * (1 + 0,28 * \sqrt[3]{f}) \\ d &= 7 * \sqrt{2,3507} * (1 + 0,28 * \sqrt[3]{0,6603}) = 12.71 \end{aligned}$$

$X_m = 254,2$  метров (для газов SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>)

Для сажи  $F = 3$ , тогда по формуле:

$$\begin{aligned} X_m &= \frac{(5 - F)}{4} * d * H \\ X_m &= 127,1 \text{ м} \end{aligned}$$

Рассчитываем  $S_1$

$$S_1 = \frac{\text{ПДК}_{\text{м.р.}}^{\text{NO}_2}}{C_{\text{м}}^{\text{прив NO}_2} + C_{\text{ф}}^{\text{NO}_2}} = 1,4938$$

Так как  $S_1 < 1$

$$X = \sqrt{\frac{1.13 - S_1}{S_1 * 1.13}}$$

$$X = 254,2 \text{ м}$$

При таком расстоянии фактический выброс диоксида азота и двуокиси серы является ПДВ, т.е. обеспечивает соблюдение ПДК.

$$\text{ПДВ}_{\text{NO}_2} = 12,4882 \text{ т/год}$$

$$\text{ПДВ}_{\text{SO}_2} = 103,8795 \text{ т/год}$$

#### 4.4 Построение границ санитарно-защитной зоны для $\text{NO}_2$ и $\text{SO}_2$

Итак, для газов безопасное расстояние  $X=254,2\text{м}$ . Используя исходные данные о розе ветров и формулы, вычисляем размеры санитарно-защитной зоны по восьми румбам:

$$l_i = L_0 * \frac{P}{P_0}, \text{ м}$$

где  $l_i$ - безопасное расстояние по i-ому румбу;  
 $L_0 = X$ ,  $P_0 = 12,5 \%$  (100% : 8 румбов)

$$l_C = 254,2 * \frac{8}{12,5} = 162,688 \text{ м}$$

$$l_{CB} = 254,2 * \frac{14}{12,5} = 244,032 \text{ м}$$

$$l_B = 254,2 * \frac{19}{12,5} = 366,048 \text{ м}$$

$$l_{ЮВ} = 254,2 * \frac{6}{12,5} = 142,352 \text{ м}$$

$$l_{Ю} = 254,2 * \frac{13}{12,5} = 264,368 \text{ м}$$

$$l_{ЮЗ} = 254,2 * \frac{17}{12,5} = 305,04 \text{ м}$$

$$l_З = 254,2 * \frac{16}{12,5} = 386,384 \text{ м}$$

$$l_{CЗ} = 254,2 * \frac{7}{12,5} = 162,688 \text{ м}$$

Для сажи:

$$l_c = 81,344 \text{ м}$$

$$l_{CB} = 122,016 \text{ м} \quad l_{ЮЗ} = 152,52 \text{ м}$$

$$l_B = 183,024 \text{ м} \quad l_З = 193,192 \text{ м}$$

$$l_{ЮВ} = 71,176 \text{ м} \quad l_{СЗ} = 146,496 \text{ м}$$

$$l_{Ю} = 132,184 \text{ м}$$

Задаемся масштабом в 1мм: 10000 мм и строим окружность R=X с центром по месту расположения источника выброса. Проводим восемь основных направлений ветра и откладываем расстояние  $l_i$ , учитывая, что северный ветер смещает выбросы на юг и т.д.(рис. 1).

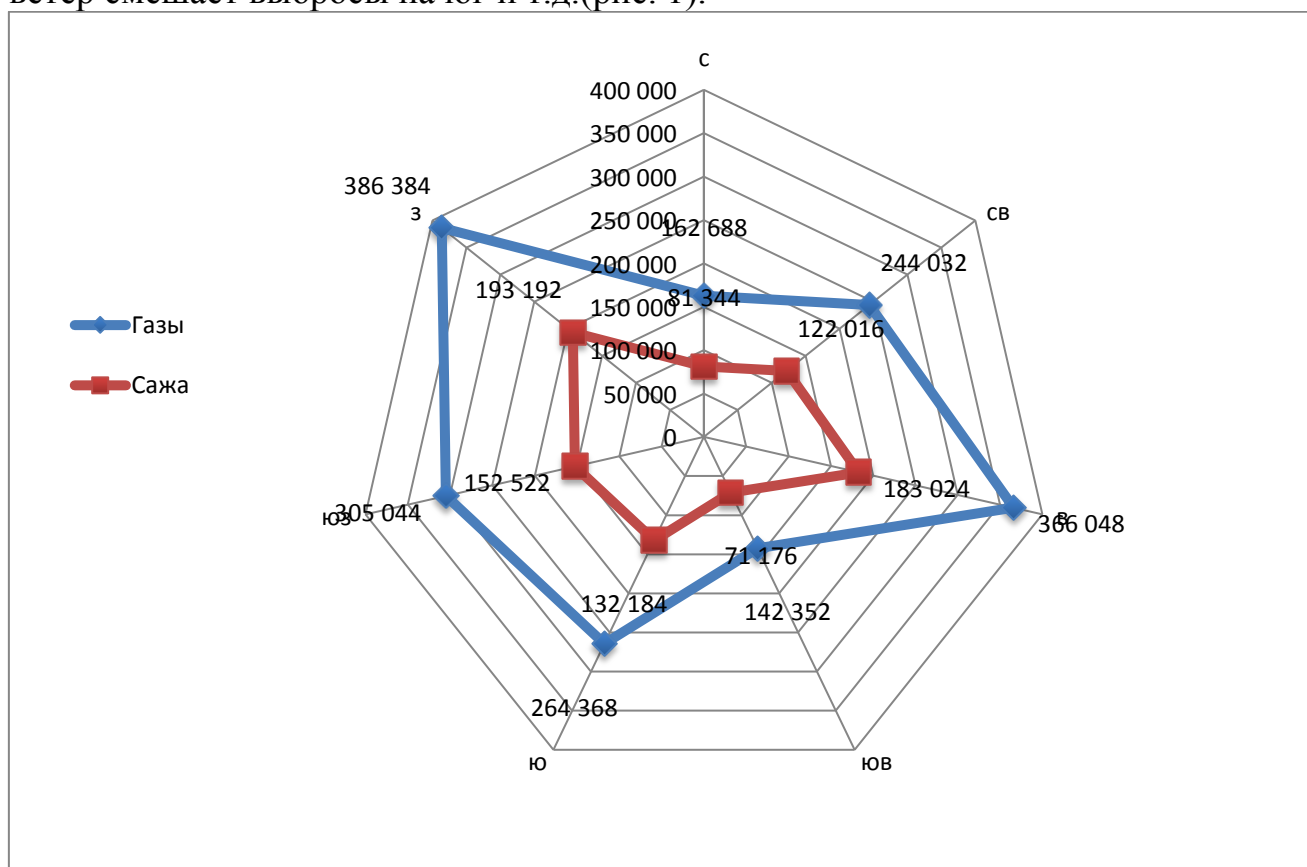


Рисунок 1 – Граница санитарно-защитной зоны

-