

Теоретические сведения

Оценка уровня выбросов вредных веществ в атмосферу

Основными компонентами атмосферного воздуха являются азот (78,084%) и кислород (20,946%). На долю остальных газов приходится менее 1%, в том числе аргона - 0,934%, углекислого газа - 0,027%, водорода, неона, гелия, криптона, метана - 0,009%. Плотность воздуха 1,2928 г/л.

Состав воздуха влияет на жизнедеятельность человека, животных и растительность, поэтому попадание в воздух других веществ классифицируется как загрязнение атмосферы.

Состав выбросов предприятия различается в зависимости от характера производства и применяемого сырья. При использовании топлива, которое сжигается в котельных, на факелах, в топках печей, в двигателях автомобилей и др., в атмосферу выбрасываются оксид углерода (CO), оксиды азота (NO, NO₂, N₂O₅), канцерогенный компонент сажи бенз(а)пирен (C₂₀H₁₂) и др. При сжигании серосодержащего топлива выделяются оксиды серы (SO₂, SO₃).

Атмосферные загрязнения могут оказывать воздействие на человека и животных. Кислые компоненты атмосферных загрязнений (NO_x, CO₂, SO₂), соединяясь с водой, могут выпадать из атмосферы в виде кислотных дождей, закисляя почву и водоемы.

Для предупреждения неблагоприятного воздействия атмосферных загрязнений на человека, животных и растительный мир для всех загрязняющих компонентов установлены предельно допустимые концентрации (ПДК, мг/м³). ПДК - количество вредного вещества в атмосферном воздухе, которое при постоянном воздействии за определенный промежуток времени практически не влияет на здоровье человека и не вызывает неблагоприятных последствий у его потомства. Существуют ПДК для воздуха рабочей зоны и для населенных пунктов.

Для населенных пунктов установлено два вида ПДК: максимально-разовая и среднесуточная. Максимально - разовая ПДК учитывает залповые,

массовые выбросы в аварийных ситуациях и устанавливается на 20 мин. в сутки. Среднесуточные ПДК учитывают пиковые и наименьшие концентрации атмосферных загрязнений, которые имеют место в течение суток. Эта концентрация представляет собой среднее арифметическое всех проб, отобранных в населенных пунктах в течение суток.

Попадая в атмосферу, загрязняющие вещества в зависимости от химических свойств, молекулярной массы, токсичности ведут себя по-разному. Тяжелые загрязнения (пыль, аэрозоль) под действием силы тяжести постепенно оседают на земную поверхность, загрязняя почву, воду и растительный покров. Газообразные выбросы под действием атмосферных процессов подвергаются рассеиванию, распространяясь на значительные расстояния.

Рассеивание загрязнений зависит от состояния атмосферы. При нормальном состоянии, в ясную солнечную погоду, температура атмосферного воздуха падает примерно на 1°С на каждые 100 м высоты. За счет этого наряду с горизонтальным рассеиванием загрязняющие вещества вместе с теплыми потоками воздуха поднимаются и рассеиваются в верхних слоях атмосферы.

При резкой смене температур (во время туманов, в безветренную погоду) происходит нарушение нормального состояния атмосферы, возникают так называемые **инверсии**. При этом температура не везде падает с высотой, а на разных высотах могут образоваться более теплые слои воздуха, которые не дают загрязнениям подниматься вверх. В эти периоды вредные вещества прижимаются к земле и создают повышенное загрязнение атмосферного воздуха.

Для того, чтобы при любых метеорологических условиях загрязнение атмосферы не превышало ПДК, для всех предприятий устанавливаются нормативно допустимые выбросы (НДВ). **НДВ** – это такие выбросы, которые при любых метеорологических условиях не создают в приземном слое концентрации загрязнений, превышающие ПДК.

Для установления НДС все предприятия должны выявить все источники загрязнения атмосферы и определить качественный и количественный состав выбросов загрязняющих веществ. Количество выбросов может быть определено при помощи инструментальных замеров или расчетным путем. Для большинства источников разработаны методики расчета величины выбросов по различным ингредиентам [6].

Территории предприятий, их сооружения, здания являются источниками выделения в окружающую среду вредных или пахучих веществ, а также являются источниками шума, вибрации, инфразвука, электромагнитных волн, статического электричества, поэтому их необходимо отделять от жилой застройки санитарно-защитными зонами (СЗЗ).

Санитарно-защитная зона – обязательный элемент любого промышленного предприятия и других объектов, которые могут быть источниками химического или физического воздействия на окружающую среду и здоровье человека.

Санитарно-защитная зона – территория между границей промплощадки и границей жилой зоны. Она предназначена для обеспечения гигиенических норм в приземном слое, уменьшения отрицательного влияния предприятий, транспортных коммуникаций на природную среду и население; для организации дополнительных озелененных площадей с целью усиления ассимиляции и фильтрации загрязнений атмосферного воздуха, а также повышения активности процесса диффузии воздушных масс и благоприятного влияния на климат [7,8].

Практическая работа №2. Определение приземных концентраций загрязняющих веществ

Цель работы: знакомство с методикой оценки качества атмосферного воздуха промышленных предприятий.

Задача:

Определить максимальные приземные концентрации для оксида углерода и диоксида азота и сравнить полученные значения с предельно-допустимыми концентрациями для этих веществ. Размеры промышленной площадки 2000 м на 1800 м. Найти расстояние X_m , на которое распространяются эти вещества. Исходные данные для расчета приведены в таблице 2. $C_{ЗЗ}=500$ м, $ПДК_{CO} = 5,0$ мг/м³, $ПДК_{NO_2} = 0,085$ мг/м³

Методика расчета

1. Максимальное значение приземной концентрации вредного вещества определяется по формуле:

$$C_m = \frac{A \cdot M \cdot F \cdot m \cdot n \cdot \eta}{H^2 \cdot (V_1 \cdot \Delta T)^{1/3}} \text{ мг/м}^3, \quad (1)$$

где A – коэффициент, зависящий от температурной стратификации атмосферы и определяющий условия вертикального и горизонтального рассеивания вредных веществ в атмосферном воздухе (таблица 1);

M – мощность выброса вредного вещества, г/с;

F – коэффициент, учитывающий скорость оседания вредных веществ;

m, n – коэффициенты, учитывающие условия выхода газовой смеси из источника выброса;

H – высота источника выброса над уровнем земли, м;

ΔT – разность между температурой выбрасываемой газовой смеси и температурой окружающего воздуха, °С

η – безразмерный коэффициент, для ровной местности = 1;

V_1 – расход газовой смеси, м³/с

$$V_1 = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot w_0 \quad (2)$$

где D – диаметр источника выброса, м;

w_0 – скорость газовых выбросов на выходе из источника м/с.

2. Значения коэффициента F :

1) для газообразных вредных веществ, пылей – 1

2) для мелкодисперсных аэрозолей при коэффициенте очистки не менее 90% - 2; от 75 до 90% - 2,5; менее 75% - 3.

Таблица 1

Значение коэффициента A в зависимости от климатической зоны

Географические районы РФ	A
Читинская область, Бурятия	250
Для районов РФ южнее 50° с.ш.; для остальных районов Нижнего Поволжья, Кавказа; для азиатской территории РФ, Дальнего Востока, остальной территории Сибири	200
Для Европейской территории РФ и Урала от 50 до 52° с.ш. (за исключением центра ЕТ)	180
Европейская территория РФ и Урала севернее 52° с.ш. (за исключением центра ЕТ)	160
Московская, Тульская, Рязанская, Владимирская, Калужская, Ивановская области	140

3. Коэффициенты m , n , параметры f и v_M определяются по формулам:

$$m = \frac{1}{0,67 + 0,1 \cdot f^{1/2} + 0,34 \cdot f^{1/3}}, \quad \text{при } f < 100 \quad (3)$$

$$m = \frac{1,47}{\sqrt[3]{f}}, \quad \text{при } f \geq 100 \quad (4)$$

где

$$f = 1000 \frac{w_0^2 \cdot D}{H^2 \cdot \Delta T}, \quad (5)$$

$$n = 1 \quad \text{при } v_M \geq 2 \quad (6)$$

$$n = 0,532 \cdot v_M^2 - 2,13 \cdot v_M + 3,13 \quad \text{при } 0,5 \leq v_M < 2 \quad (7)$$

$$n = 4,4 v_M \quad \text{при } v_M < 0,5 \quad (8)$$

$$v_M = 0,653 \sqrt{\frac{V_1 \cdot \Delta T}{H}} \quad (9)$$

4. Рассчитать расстояние X_M (м) от источника выброса предприятия, на котором приземная концентрация достигает своего максимального значения C_M :

$$X_M = \frac{5-F}{4} \cdot d \cdot H \quad (10)$$

где d – безразмерный коэффициент, зависящий от f :

а) при f менее 100:

$$d = 2,48 \cdot (1 + 0,28 \cdot f^{1/3}) \quad \text{при } v_M \leq 0,5; \quad (11)$$

$$d = 4,95 \cdot v_M \cdot (1 + 0,28 \cdot f^{1/3}) \quad \text{при } 0,5 < v_M \leq 2; \quad (12)$$

$$d = 7 \cdot v_M^{1/2} \cdot (1 + 0,28 \cdot f^{1/3}) \quad \text{при } v_M > 2; \quad (13)$$

б) при f более 100:

$$d = 5,7 \quad \text{при } v'_M \leq 0,5; \quad (14)$$

$$d = 11,4 \cdot v'_M \quad \text{при } 0,5 < v'_M \leq 2; \quad (15)$$

$$d = 16 \sqrt{v'_M} \quad \text{при } v'_M > 2. \quad (16)$$

Сделать вывод о качестве воздуха в приземном слое, о расстоянии, на которое рассеиваются выбросы, выходят ли значения C_M за пределы промплощадки и санитарно-защитной зоны.

Таблица 2

Исходные данные

Вариант	Район застройки	H, м	D, м	w_0 , м/с	ΔT , °C	M_1 , г/с	M_2 , г/с
1	Москва	45	1,2	8,2	100	4,1	10
2	Рязань	32	1,0	7,4	80	5,3	10
3	Санкт-Петербург	22	0,8	7,0	70	3,8	11

4	Казань	15	0,8	6,5	30	3,0	12
5	Мурманск	18	0,8	7,0	42	2,9	8,7
6	Чита	12	0,8	6,5	48	4,3	3,9
7	Владимир	28	1,0	7,2	60	5,0	7,8
8	Калуга	27	1,2	7,4	25	4,8	10,3
9	Иваново	38	1,0	6,9	37	4,1	12,8
10	Новосибирск	55	1,5	8,3	120	5,6	10

Содержание отчета:

- 1) Титульный лист стандартной формы приведен в Приложении 1
- 2) Цель работы.
- 3) Исходные данные (фрагмент таблицы 2 с вариантом задания).
- 4) Рабочие формулы с расшифровкой обозначений.
- 5) Результаты расчетов.
- 6) Выводы.