

Состав атмосферного воздуха

| Наименование основных газов | Содержание, % объемные | Относительная молекулярная масса, кг/моль |
|-----------------------------|------------------------|---|
| Азот | 78,09 | 28 |
| Кислород | 20,95 | 32 |
| Аргон | 0,93 | 39 |
| Углекислый газ | 0,03 | 44 |
| Неон | $1,8 \cdot 10^{-3}$ | 20 |
| Гелий | $5,2 \cdot 10^{-4}$ | 4 |
| Криптон | $1,0 \cdot 10^{-4}$ | 83 |
| Ксенон | $8,0 \cdot 10^{-6}$ | 131 |
| Водород | $5,0 \cdot 10^{-5}$ | 2 |
| Озон | $1,0 \cdot 10^{-6}$ | 48 |

Средняя относительная молекулярная масса сухого воздуха составляет 28,966 кг/моль.

Выделение (10^6 т/сут) некоторых газообразных веществ

| Вещество | Источник | |
|------------------|-----------|---------------|
| | природный | антропогенный |
| Диоксид серы | - | 0,4 |
| Сероводород | 0,3 | 0,01 |
| Оксиды азота | 2 | 0,2 |
| Аммиак | 3 | 0,01 |
| Углеводороды | 2 | 0,2 |
| Оксид углерода | 10 | 1 |
| Диоксид углерода | 3000 | 50 |

Источники загрязнения атмосферного воздуха

Промышленные источники загрязнения атмосферного воздуха подразделяются на

- ▣ *источники выделения* - технологические устройства (аппараты установки и т.п.), в процессе эксплуатации которых выделяются примеси
- ▣ *источники выбросов* - трубы, вентиляционные шахты, аэрационные фонари и другие устройства, с помощью которых примесь поступает в атмосферу

-
- Промышленные выбросы подразделяются на
- *организованные* - промышленный выброс поступает в атмосферу через специально сооруженные газоходы, воздухопроводы и трубы, что позволяет применять для очистки от загрязняющих веществ соответствующие установки.
 - *неорганизованные* - промышленный выброс поступает в атмосферу в виде ненаправленных потоков газа в результате нарушений герметичности оборудования, отсутствия или неудовлетворительной работы оборудования по отсосу газа в местах загрузки, выгрузки или хранения продукта.
- Неорганизованные выбросы характерны для очистных сооружений, хвостохранилищ, золоотвалов, участков погрузочно-разгрузочных работ, сливно-наливных эстакад, резервуаров и других объектов.

Предельно допустимые концентрации в атмосферном воздухе населенных мест


| Вещество | ПДК, мг/м ³ | | Класс опасности вещества |
|----------------------------|------------------------|------------------|--------------------------|
| | Максимальная разовая | Средняя суточная | |
| Азота диоксид | 0,085 | 0,04 | 2 |
| Серы диоксид | 0,5 | 0,05 | 3 |
| Углерода оксид | 5,0 | 3,0 | 4 |
| Пыль (взвешенные вещества) | 0,5 | 0,15 | 3 |
| Аммиак | 0,2 | 0,04 | 4 |
| Кислота серная | 0,3 | 0,1 | 2 |
| Фенол | 0,01 | 0,003 | 2 |
| Ртуть металлическая | - | 0,0003 | 1 |

Может создаваться ситуация, когда в воздухе одновременно находятся вещества, обладающие суммированным (аддитивным) действием. В таком случае сумма их концентраций (С), нормированная на ПДК, не должна превышать единицы согласно следующему выражению:

$$\frac{C_1}{ПДК_1} + \frac{C_2}{ПДК_2} + \frac{C_3}{ПДК_3} \leq 1$$

К вредным веществам, обладающим суммацией действия, относятся, как правило, близкие по химическому строению и характеру влияния на организм человека, например:

- диоксид серы и аэрозоль серной кислоты;
- диоксид серы и сероводород;
- диоксид серы и диоксид азота;
- диоксид серы и фенол;
- диоксид серы и фтористый водород;
- диоксид и триоксид серы, аммиак, оксиды азота;
- диоксид серы, оксид углерода, фенол и пыль конверторного производства




Вещества при одновременном присутствии в атмосферном воздухе не обладающие суммацией действия, т.е. предельно допустимые значения концентраций сохраняются для каждого вещества в отдельности:

- оксид углерода и диоксид серы;
- оксид углерода, диоксид азота и диоксид серы;
- сероводород и сероуглерод

Служба наблюдений и контроля за состоянием атмосферного воздуха состоит из двух частей или систем:

- *Наблюдение* (мониторинг). Обеспечивает наблюдение за качеством атмосферного воздуха в городах, населенных пунктах и территориях, расположенных вне зоны влияния конкретных источников загрязнения.
- *Контроль*. Обеспечивает контроль источников загрязнения и регулирование выбросов вредных веществ в атмосферу.



Для получения репрезентативной информации о пространственной и временной изменчивости загрязнения воздуха, нужно предварительно провести обследование метеорологических условий и характера пространственной и временной изменчивости загрязнения воздуха с помощью передвижных средств. Для этого чаще всего используется передвижная лаборатория, производящая отбор, а иногда и анализ проб воздуха во время остановок. Такой метод обследования называется ***рекогносцировочным***.

Информация поступает в метеорологические синтезирующие центры, которые осуществляют:

- сбор, анализ и хранение информации о трансграничном переносе примесей в атмосфере;
- прогнозирование переноса примесей на основе метеорологических данных;
- идентификацию районов выбросов и источников;
- регистрацию и расчет выпадений примесей из атмосферного воздуха на подстилающую поверхность и другие работы.

Посты наблюдений загрязнения атмосферного воздуха

Стационарный пост наблюдений - это специально оборудованный павильон, в котором размещена аппаратура, необходимая для регистрации концентраций загрязняющих веществ и метеорологических параметров по установленной программе.

Из числа стационарных постов выделяются *опорные стационарные посты*, которые предназначены для выявления долговременных изменений содержания основных или наиболее распространенных загрязняющих веществ.

Зависимость количества стационарных постов от численности населения

| Численность населения, тыс. чел. | Количество постов |
|---|--------------------------|
| <50 | 1 |
| 50-100 | 2 |
| 100-200 | 3 |
| 200-500 | 3-5 |
| 500-1000 | 5-10 |
| 1000-2000 | 10-15 |
| >2000 | 15-20 |

Для постов наблюдений устанавливаются три программы наблюдения:

- **полная**
наблюдения проводятся ежедневно (выходные-воскресенья, субботы - чередуются) в 1, 7, 13 и 19 часов местного декретного времени, либо по скользящему графику: вторник, четверг, суббота - 7, 10 и 13 ч; понедельник, среда, пятница - 15, 18 и 21 ч.
- **неполная**
наблюдения проводятся ежедневно (воскресенья и субботы чередуются), но только в 7, 13 и 19 ч местного декретного времени
- **сокращенная**
*в районах, где температура воздуха ниже 45°C, наблюдения проводятся ежедневно, кроме воскресенья, в 7 и 13 ч по местному декретному времени.
Наблюдения по сокращенной программе допускается проводить также в местах, где средние месячные концентрации меньше $1/20$ ПДК_{мр} или меньше нижнего предела диапазона измерений примеси используемым методом.*

Средняя скорость воздуха, проходящего через фильтры определяется по формуле:

$$\bar{V} = \frac{V_1 + V_2 + V_3}{3}$$

где V_1, V_2 и V_3 - значения скорости соответственно в 7 ч 30 мин, 13 ч 30 мин и 1 ч 30 мин следующих суток (км/ч).

Объем прошедшего через фильтры воздуха (Q , м³/ч) находится из соотношения:

$$Q = S \cdot \bar{V} \cdot t = 70 \cdot \bar{V} \cdot T$$

где S -площадь сечения сопла измерительной насадки ($S = 70 \text{ см}^2$), t - время работы установки, ч.

Объем воздуха, прошедшего через экран, находят по уравнению:

$$Q = S_1 \cdot \bar{V} \cdot f \cdot t \cdot 3600$$

S_1 - площадь экрана, м²;

t - время экспозиции экрана, с;

f - продуваемость экрана, равная примерно 45%.

Посты наблюдений загрязнения атмосферного воздуха

Маршрутный пост наблюдений - место на определенном маршруте в городе. Предназначен для регулярного отбора проб воздуха в фиксированной точке местности при наблюдениях, которые проводятся с помощью передвижной аппаратуры. Маршрутные наблюдения осуществляются на маршрутных постах с помощью автолабораторий.

Передвижной (подфакельный) пост предназначен для отбора проб под дымовым (газовым) факелом с целью выявления зоны влияния данного источника. Подфакельные наблюдения осуществляются по специально разрабатываемым программам и маршрутам за специфическими загрязняющими веществами, характерными для выбросов данного предприятия.

Автоматизированная система наблюдений и контроля окружающей среды (АНКОС-АГ)

Предназначена для автоматизированного сбора, обработки и передачи информации об уровне загрязнения атмосферного воздуха.

Система позволяет непрерывно получать информацию о концентрации примесей и метеорологических параметрах в населенных пунктах или около крупных промышленных предприятий. Технические возможности регистрации, передачи, хранения и обработки данных о загрязнении атмосферного воздуха позволили разработать основные принципы функционирования автоматизированных систем наблюдения за состоянием атмосферного воздуха.

Системы АНКОС-АГ и Центра обеспечивают:

- систематическое измерение заданных параметров атмосферного воздуха;
- автоматический сбор информации со станций АНКОС;
- сбор информации от неавтоматизированных звеньев наблюдений (например, от стационарных и передвижных постов);
- оперативную оценку ситуации по известным значениям ПДК;
- краткосрочный прогноз уровней загрязнения контролируемых примесей;
- обработку и выдачу информации.

В результате проведенных расчетов на ЭВМ получаются:

- максимальные концентрации примесей в узлах расчетной сетки, мг/м³;
- максимальные приземные концентрации (C_M) и расстояния, на которых они достигаются (X_M), для источников выбросов вредных веществ;
- доля вклада основных источников выбросов в узлах расчетной сетки;
- карты загрязнения атмосферного воздуха (в долях ПДК_{мр});
- распечатка входных данных об источниках загрязнения, метеорологических параметрах, физико-географических особенностях местности;
- перечень источников, дающих наибольший вклад в уровень загрязнения атмосферного воздуха;
- другие данные.

Комплексы неблагоприятных метеорологических условий для источников разных типов

| Источники | Термическая стратификация нижнего слоя атмосферы | Скорость ветра (м/с) | | Вид инверсии, высота над источником выброса, м |
|-------------------------------|--|----------------------|-------------------|--|
| | | на уровне флюгера | на уровне выброса | |
| Высокие с горячими выбросами | Неустойчивая | 3-7 | 7-12 | Приподнятая, 100-200 |
| Высокие с холодными выбросами | Неустойчивая | Штиль | 3-5 | Приподнятая, 10-200 |
| Низкие | Устойчивая | Штиль | Штиль | Приземная, 2-50 |

Для высоких источников с горячими (теплыми) выбросами: высота слоя перемешивания меньше 500 м, но больше эффективной высоты источника;

скорость ветра на высоте источника близка к опасной скорости ветра; наличие тумана и скорость ветра больше 2 м/с.

Для высоких источников с холодными выбросами: наличие тумана и штиль.

Для низких источников выбросов: сочетание штиля и приземной инверсии.

Для характеристики загрязнения атмосферного воздуха по городу в целом в качестве обобщенного показателя используется параметр P :

$$P = \frac{M}{N}$$

N -число наблюдений за концентрацией примеси в городе в течение одного дня на всех стационарных постах;

M - количество наблюдений в течении того же дня с повышенной концентрацией примеси (q), превышающей среднее сезонное значение (q_{cc}), более чем в 1,5 раза ($q > 1,5 q_{cc}$).

| Группа загрязнения | Градация параметра P | Уровень загрязнения атмосферного воздуха | Повторяемость, % |
|--------------------|------------------------|--|------------------|
| 1 | $>0,35$ | Относительно высокий | 10 |
| 2 | 0,21-0,35 | Повышенный | 40 |
| 3 | $\leq 0,20$ | Пониженный | 50 |

Если повторяемость градации $P > 0,35$ меньше 5%, то к первой группе загрязнения следует относить градации параметра $P > 0,30$, ко второй - P от 0,21 до 0,30.

Общими задачами сети наблюдений и контроля загрязнения атмосферного воздуха являются:

1. повышение эффективности, качества, надежности и достоверности данных наблюдений;
2. внедрение новых методов многокомпонентного анализа примесей в атмосферном воздухе и в отходящих газах:
 - достижение оптимального соотношения используемых в различных городах и населенных пунктах методов ручного отбора и анализа проб воздуха и полуавтоматических методов, повышение автоматизации средств измерений;
 - повышение оперативности сбора, обработки, передачи и использования данных наблюдений в задачах контроля и регулирования уровней загрязнения атмосферного воздуха;
 - установление тенденций и причин изменения уровней загрязнения атмосферного воздуха.

Концентрация исследуемых веществ в воздухе (в мкг/л или мг/л)

$$C = a/V,$$

где a - масса вещества, найденная в пробе, мкг;

V - объем исследуемой пробы воздуха, приведенный к нормальным условиям, л (0°C , 101080 Па) и равный

$$V = 273 \cdot P \cdot V_t / (273 + t) \cdot 101080$$

где p - атмосферное давление при отборе пробы, Па;

t - температура воздуха месте отбора пробы, $^{\circ}\text{C}$;

V_t - объем воздуха, отобранного на анализ при температуре $t^{\circ}\text{C}$, л;

При концентрировании анализируемых веществ из воздуха в жидкие поглотительные среды или на твердые сорбенты в анализе могут использоваться части объема растворов проб. В этом случае концентрация веществ в воздухе

$$C = a \cdot V_1 / V_2 \cdot V,$$

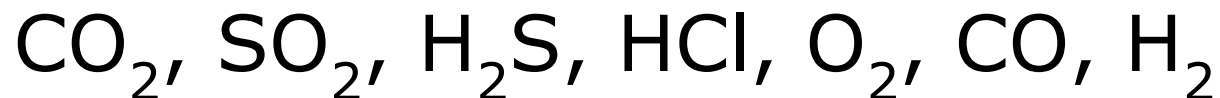
где V_1 , - общий объем раствора пробы; мл; V_2 - объем раствора пробы, используемый для анализа, мл,

$$\text{или } C = v \cdot V_1 / V,$$

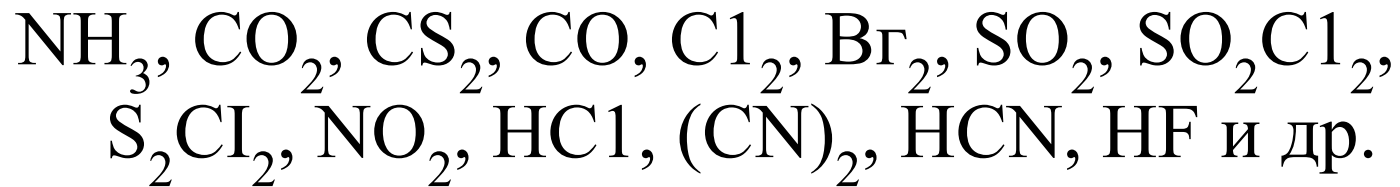
где v - концентрация анализируемого вещества в растворе пробы, мкг/мл.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ НЕОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ

- Определение макроколичеств газов методом Орса



- Определение газов методами спектрофотометрии



ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ

Инструментальные методы:

- электрохимические методы и методы, основанные на оптических свойствах, анализаторы, основанные на обнаружении ионизации в пламени. Анализаторы пригодны для определения ацетилена, метана, пропана, пентана, гексана, гептана, октана, ацетона, толуола, ксилола, бензола, этилацетата, этилового и метилового спиртов.
- Для обнаружения следов дыма в воздухе применяют дымовой нефелометр.
- Жидкостная хроматография.
Высокоэффективная жидкостная хроматография - определение в биологических жидкостях формальдегида, ацетальдегида, пропионового и масляного альдегидов при их совместном присутствии.
Тонкослойная хроматография - для полуколичественного анализа нелетучих органических и неорганических соединений.