

Химия окружающей среды

Лекция 4

Загрязнение атмосферы

1. Поллютанты

Загрязнение атмосферы может иметь естественное (природное) и искусственное (антропогенное) происхождение (рис. 1).

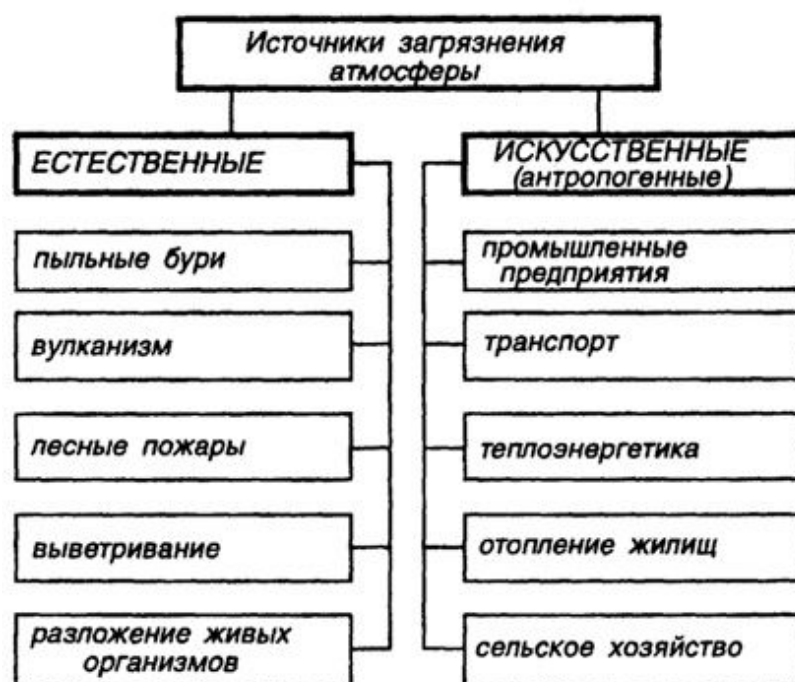


Рис.1. Источники загрязнения атмосферы

По агрегатному состоянию выбросы вредных веществ в атмосферу классифицируются на: 1) газообразные (диоксид серы, оксиды азота, оксид углерода, углеводороды и др.); 2) жидкие (кислоты, щелочи, растворы солей и др.); 3) твердые (канцерогенные вещества, свинец и его соединения, органическая и неорганическая пыль, сажа, смолистые вещества и прочие)[11]. Главные загрязнители (поллютанты) атмосферного воздуха, образующиеся в процессе производственной и иной деятельности человека — диоксид серы (SO_2), оксид углерода (CO) и твердые частицы. На их долю приходится около 98% в общем объеме выбросов вредных веществ. Помимо главных загрязнителей, в атмосфере городов и поселков наблюдается еще более 70 наименований вредных веществ, среди которых — формальдегид, фтористый водород, соединения свинца, аммиак, фенол, бензол, сероуглерод и др.

Однако именно концентрации главных загрязнителей (диоксид серы и др.) наиболее часто превышают допустимые уровни во многих городах России

Таблица 1

Выбросы в атмосферу главных загрязнителей в мире и в России

Выбросы	Вещества, млн. т				
	Диоксид серы	Оксиды азота	Оксиды углерода	Твердые частицы	Всего
По всему миру	99	68	177	57	401
По России (по стационарным источникам)	9,2	3,0	7,6	6,4	26,2
По России (по всем источникам), в процентах	12	5,8	5,6	12,2	13,2

В настоящее время основной вклад в загрязнение атмосферного воздуха на территории России вносят следующие отрасли: теплоэнергетика (тепловые и атомные электростанции, промышленные и городские котельные и др.), далее предприятия черной металлургии, нефтедобычи и нефтехимии, автотранспорт, предприятия цветной металлургии и производство стройматериалов (табл. 2).

Таблица 2

Содержание основных загрязнителей, выбрасываемых в атмосферу (в %)

Источник загрязнения	Монооксид углерода	Диоксид серы	Оксиды азота	Углеводороды	Другие
Двигатель внутреннего сгорания	91,5	3,8	46,0	63,0	8,5
Промышленность	2,8	34,8	15,4	21,0	50,0
Электростанции	1,5	46,0	23,6	5,0	25,0
Различные топки и пр.	4,2	15,6	15,0	11,0	16,5
Всего	100	100	100	100	100

2. Источники загрязнения

Роль различных отраслей хозяйства в загрязнении атмосферы в развитых промышленных странах Запада несколько иная. Так, например, основное количество выбросов вредных веществ в США, Великобритании и ФРГ приходится на автотранспорт (50—60%), тогда как на долю теплоэнергетики значительно меньше, всего 16—20%.

Тепловые и атомные электростанции. Котельные установки. В процессе сжигания твердого или жидкого топлива в атмосферу выделяется дым, содержащий продукты полного (диоксид углерода и пары воды) и неполного (оксиды углерода, серы, азота, углеводороды и др.) сгорания. Объем энергетических выбросов очень велик. Так, современная теплоэлектростанция мощностью 2,4 млн. кВт расходует до 20 тыс. т. угля в

сутки и выбрасывает в атмосферу в сутки 680 т SO_2 и SO_3 , 120—140 т твердых частиц (зола, пыль, сажа), 200 т оксидов азота [5].

Перевод установок на жидкое топливо (мазут) снижает выбросы золы, но практически не уменьшает выбросы оксидов серы и азота. Наиболее экологичное газовое топливо, которое в три раза меньше загрязняет атмосферный воздух, чем мазут, и в пять раз меньше, чем уголь. Источники загрязнения воздуха токсичными веществами на атомных электростанциях (АЭС) — радиоактивный йод, радиоактивные инертные газы и аэрозоли. Крупный источник энергетического загрязнения атмосферы — отопительная система жилищ (котельные установки) дает мало оксидов азота, но много продуктов неполного сгорания. Из-за небольшой высоты дымовых труб токсичные вещества в высоких концентрациях рассеиваются вблизи котельных установок.

Черная и цветная металлургия. При выплавке одной тонны стали, в атмосферу выбрасывается 0,04 т твердых частиц, 0,03 т оксидов серы и до 0,05 т оксида углерода, а также в небольших количествах такие опасные загрязнители, как марганец, свинец, фосфор, мышьяк, пары ртути и др. В процессе сталеплавильного производства в атмосферу выбрасываются парогазовые смеси, состоящие из фенола, формальдегида, бензола, аммиака и других токсичных веществ. Значительные выбросы отходящих газов и пыли, содержащих токсичные вещества, отмечаются на заводах цветной металлургии при переработке свинцово-цинковых, медных, сульфидных руд, при производстве алюминия и др.

Химическое производство. Выбросы этой отрасли, хотя и невелики по объему (около 2% всех промышленных выбросов), тем не менее, ввиду своей весьма высокой токсичности, значительного разнообразия и концентрированности представляют значительную угрозу для человека и всей биоты. На разнообразных химических производствах атмосферный воздух загрязняют оксиды серы, соединения фтора, аммиак, нитрозные газы (смесь оксидов азота, хлористые соединения, сероводород, неорганическая пыль и т. п.).

Выбросы автотранспорта. В мире насчитывается несколько сот миллионов автомобилей, которые сжигают огромное количество нефтепродуктов, существенно загрязняя атмосферный воздух, прежде всего, в крупных городах. Выхлопные газы двигателей внутреннего сгорания (особенно карбюраторных) содержат огромное количество токсичных соединений — бенз(а)пирена, альдегидов, оксидов азота и углерода и особо опасных соединений свинца (в случае применения этилированного бензина). Наибольшее количество вредных веществ в составе отработавших газов образуется при не отрегулированной топливной системе автомобиля. Правильная ее регулировка позволяет снизить их количество в 1,5 раза, а специальные нейтрализаторы снижают токсичность выхлопных газов в шесть и более раз.

Интенсивное загрязнение атмосферного воздуха отмечается также при добыче и переработки минерального сырья, на нефте- и

газоперерабатывающих заводах, при выбросе пыли и газов из подземных горных выработок, при сжигании мусора и горении пород в отвалах (терриконах) и т. д. В сельских районах очагами загрязнения атмосферного воздуха являются животноводческие и птицеводческие фермы, промышленные комплексы по производству мяса, распыление пестицидов и т. д. «Каждый житель Земли — это и потенциальная жертва стратегических (трансграничных) загрязнений». Под трансграничными загрязнениями понимают загрязнения, перенесенные с территории одной страны на площадь другой. Только в 1994 г. на европейскую часть России из-за невыгодного ее географического положения выпало 1204 тыс. т. соединений серы от Украины, Германии, Польши и других стран. В то же время в других странах от российских источников загрязнения выпало только 190 тыс. т. серы, т. е. в 6,3 раза меньше.

3. Показатели загрязнения воздуха

Для определения уровня загрязнения атмосферы используются следующие характеристики загрязнения воздуха:

1. средняя концентрация примеси в воздухе, мг/м^3 или мкг/м^3 (qcp);
2. среднее квадратическое отклонение qcp, мг/м^3 или мкг/м^3 (бcp);
3. максимальная (измеренная за 20 мин) разовая концентрация примеси, мг/м^3 или мкг/м^3 (qm);

Загрязнение воздуха определяется по значениям средних и максимальных разовых концентраций примесей. Степень загрязнения оценивается при сравнении фактических концентраций с ПДК.

ПДК – предельно допустимая концентрация примеси для населенных мест, установленная Минздравом России. Значения ПДК даны в работе «Перечень и коды веществ, загрязняющих атмосферный воздух» [20]. Для некоторых веществ значения ПДК даны в таблице 3.

Таблица 3

Значения ПДК, мкг/м^3

Вещество	24 часа	20 мин.
Азота диоксид	40	200
Аммиак	40	200
Бенз(а)пирен	0,001	
Озон	30	160
Сажа	50	150
Свинец	0,3	1,0
Серы диоксид	50	500
Сероуглерод	5	30
Сероводород	-	8
Взвешенные вещества	150	500
Углерода оксид, мг/м^3	3	5
Формальдегид	3	35
Фторид водорода	5	20

Средние концентрации сравниваются с ПДК среднесуточными, максимальные из разовых концентраций – с ПДК максимальными разовыми. В качестве обязательных статистических характеристик используются:

1. повторяемость, %, разовых концентраций примеси в воздухе выше предельно допустимой концентрации (ПДК) данной примеси (g);
2. повторяемость, %, разовых концентраций примеси в воздухе выше 5 ПДК (g1);
3. число случаев концентраций примесей в воздухе, превышающих 10 ПДК.

Используются три показателя качества воздуха: индекс загрязнения атмосферы – ИЗА, стандартный индекс – СИ и наибольшая повторяемость превышения ПДК – НП.

1. ИЗА – комплексный индекс загрязнения атмосферы, учитывающий несколько примесей. Величина ИЗА рассчитывается по значениям среднегодовых концентраций. Поэтому этот показатель характеризует уровень хронического, длительного загрязнения воздуха.

2. СИ – стандартный индекс, т.е. наибольшая измеренная разовая концентрация примеси, деленная на ПДК. Он определяется из данных наблюдений на посту за одной примесью, или на всех постах рассматриваемой территории за всеми примесями за месяц или за год.

3. НП – наибольшая повторяемость (в процентах) превышения максимально разовой ПДК по данным наблюдений на посту за одной примесью или на всех постах территории за всеми примесями за месяц или за год.

В соответствии с существующими методами оценки, уровень загрязнения считается повышенным при ИЗА от 5 до 6, СИ < 5, НП < 20 %, высоким при ИЗА от 7 до 13, СИ от 5 до 10, НП от 20 до 50% и очень высоким при ИЗА равном или больше 14, СИ > 10, НП > 50% (см. рис. 5).

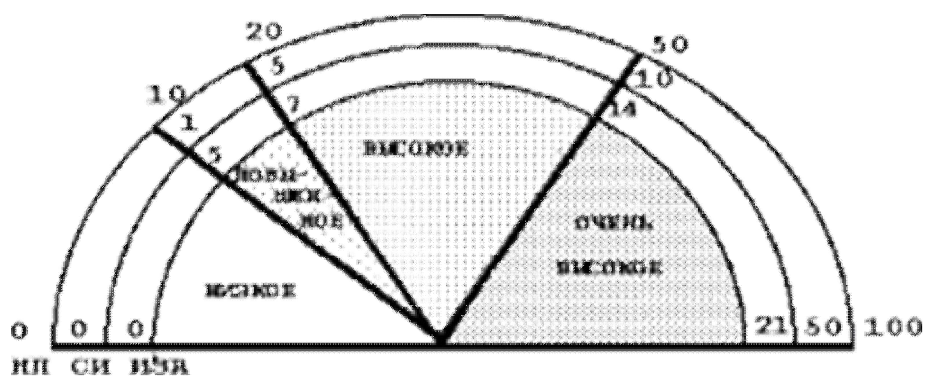


Рис.2. Оценка загрязнения воздуха