

Источники загрязнения атмосферы

Ишигеев Р.С. — магистрант кафедры географии, природопользования и туризма Восточно-Сибирской государственной академии образования

Серьезной проблемой, стоящей перед человечеством в XXI веке, является проблема загрязнения атмосферного воздуха. Атмосферный воздух является самой важной жизнеобеспечивающей природной средой и представляет собой смесь газов и аэрозолей приземного слоя атмосферы, сложившуюся в ходе эволюции Земли, деятельности человека и находящуюся за

пределами жилых, производственных и иных помещений.

В настоящее время атмосфера Земли подвергается сильному антропогенному воздействию. Степень загрязнения воздуха зависит, как правило, от степени урбанизированности и промышленного развития территории (специфика предприятия, их мощность, размещение, применяемые технологии), а также от климатических условий, которые определяют потенциал загрязнения атмосферы.

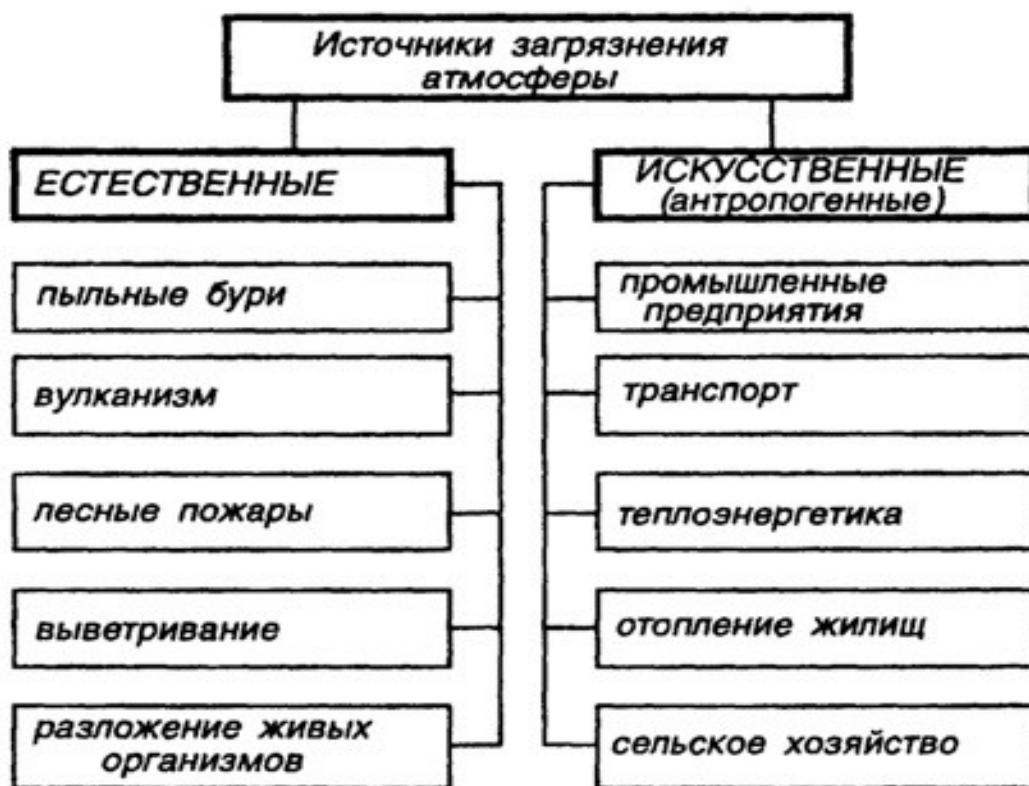


Рис. 1. Источники загрязнения атмосферы

Основные источники загрязнения атмосферы

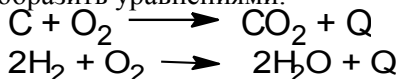
Теплоэнергетика

Процессы сгорания топлива используются для обогрева и приготовления пищи в быту и для получения электроэнергии в промышленности.

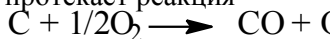
Тепловые электростанции (ТЭС), любые промышленные и коммунальные предприятия, работа которых связана со сжиганием топлива, относятся к теплоэнергетике. Эти производства являются одним из основных источников техногенного загрязнения воздушной среды. На долю ТЭС приходится около 25% всех вредных выбросов. По состоянию на 1988 г. доля ТЭС в мировом производстве электроэнергии составляла 65% (Чалый, 1991).

Основные элементы топлива — углерод и водород, в меньших количествах присутствуют сера и азот. В топливе могут быть соединения и других элементов, например металлов (сульфиды и оксиды).

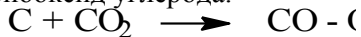
При сгорании топлива, содержащего в нем углерод и водород образуют соответствующие оксиды, что можно изобразить уравнениями:



Если количества кислорода недостаточно для полного окисления углерода, то протекает реакция



либо часть образующегося CO_2 вступает в реакцию с углеродом, образуя монооксид углерода:



Таким образом, в условиях недостатка кислорода может выделяться большее количество CO . Кроме того, по сравнению с полным сгоранием уменьшается количество выделяющейся теплоты (Q).

При сжигании нефти в топочных устройствах образуется от 12 до 15% CO_2 . В оптимальных условиях сжигания выход CO составляет менее 2% от выхода CO_2 , т. е. менее 0,024–0,030% (Лебедев, 1981).

Все процессы сгорания углеродного топлива служат источниками поступления в атмосферу углекислого газа, который до недавнего времени не считался загрязняющим веществом. Полагали, что образующийся при сгорании углекислый газ усваивается растениями при фотосинтезе. Однако концентрация CO_2 в атмосфере неуклонно растет, и в промышленных районах превышение достигает 10% по сравнению с отдаленными районами.

Горно-добывающая и металлургическая промышленность

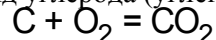
Черная и цветная металлургия, и горно-добывающая промышленность являются интенсивными источниками загрязнения атмосферы отходящими газами и твердыми выбросами.

Среди всех отраслей промышленности России по выбросам вредных веществ в атмосферу цветная металлургия занимает второе, а черная металлургия — третье место. По сбросу загрязненных сточных вод черная металлургия находится на четвертом месте, а цветная — на седьмом. По количеству образующихся токсичных отходов на первом месте стоит цветная металлургия, на втором — черная, которая лидирует по объему используемых токсичных отходов производства (Голдовская, 2007).

В черной металлургии в 2000 г. выбросы вредных веществ в атмосферу в целом составили 2396 тыс. т (108,8% к уровню 1999 г.), в том числе (тыс. т) твердых веществ — 357,6, диоксида серы 234,7, монооксид углерода — 1635, монооксид азота — 148,3. Сброс загрязненных сточных вод в поверхностные водоемы по сравнению с 1999 г. вырос на 8,2% и достиг 761,1 млн м³. В отрасли за год образовалось 31 941,7 тыс. т токсичных отходов, из которых использовано и полностью обезврежено 22 480,1 тыс. т (Калыгин, 2004).

В основе производства черных металлов лежат реакции восстановления природных оксидов железа (магнитного железняка Fe_3O_4 , красного железняка Fe_2O_3 , бурого железняка Fe_2O_3) монооксидом углерода (CO) и углем (коксом) (Запарин, 2003).

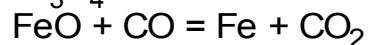
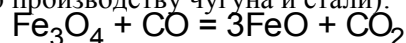
При сгорании кокса образуется диоксид углерода (углекислый газ):



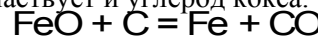
который, проходя через раскаленный кокс, превращается в монооксид углерода



Монооксид углерода постепенно восстанавливает руду. Реакция идет в несколько стадий при разной температуре (см. подробнее в учебниках неорганической химии и в специальной литературе по производству чугуна и стали):



В восстановлении оксидов железа участвует и углерод кокса:



Добыча и обработка руды сопровождаются загрязнением воздуха. При подготовке сырья, загрузке руды и кокса в доменную печь образуется большое количество пыли. Сам доменный процесс также является источником загрязнения воздуха из-за содержания токсичного оксида углерода (II) в отходящем колосниковом газе. Отходящие газы представляют собой ценное топливо, которое очищают и используют на металлургических комбинатах, но из-за большого объема устаревших основных фонов металлургия продолжает загрязнять окружающую среду.

Загрязнение воздуха от предприятий черной металлургии в зависимости от силы ветра может распространяться на расстояние 15–25 км. Дополнительными источниками загрязнения атмосферы служат рудные дворы, бункерные эстакады, узлы агломерационного производства и переработки шлаков. Например, выброс SO_2 в агломерационном процессе составляет около 190 г на 1 т руды, а в отходящих газах мартеновских печей, работающих на кислородном дутье, содержится до 60 кг CO и до 3 кг SO_2 . В расчете на 1 т готовой продукции (Гридэл, 2004).

В цветной металлургии главную опасность представляют выбросы соединений высокотоксичных металлов, таких как медь, свинец, ртуть, кадмий, цинк, а также большое количество обжиговых газов, содержащих соединения

серы (преимущественно SO_2), фтор и его производные.

Наиболее опасны из этих элементов мышьяк и ртуть, мышьяка содержится больше в выбросах медно-никелевого производства, а ртути — в выбросах цинко-кадмиевого производства.

Обжиг и переработка сульфидных руд меди, свинца и цинка сопряжены с интенсивными поступлениями SO_2 в атмосферу. Цветная металлургия — это вторая после теплоэнергетики загрязнитель биосферы сернистым газом.

В процессе выплавки меди концентрация SO_2 в отходящих газах составляет на разных стадиях 2–8%. Имеются производства, на которых в выбросах газов в атмосферу содержится около 4–10% SO_2 т. е. количество, достаточное для организации производства серной кислоты.

Свинец и цинк чаще всего получают из сульфидных минералов галенита (PbS) и цинковой обманки (ZnS), которые обычно в природном сырье присутствуют вместе. Отходящие газы этого производства содержат до 6% SO_2 их используют, когда это возможно, для производства серной кислоты.

С производством цветных металлов и сплавов, а также с гальваническим производством связаны возможные поступления в окружающую среду таких элементов, как Se, As, Sb, Си, Ag, Sr, Zn, Cd, Hg, Al, Sn, Pb, Bi, Mo, W, Ni.

Твердыми отходами черной и цветной металлургии являются шлаки, которые в виде пыли из отвалов попадают в атмосферу, особенно в ветреную погоду. Наряду с основными компонентами металлургических шлаков, в числе которых SiO_2 , CaO, Al_2O_3 , MgO, Fe_2O_3 , FeO, MnO, SO), шлаки содержат также тяжелые металлы, мышьяк, сурьму и другие примеси (Голдовская, 2007).

Нефтеперерабатывающая и нефтехимическая промышленность

Нефть помимо углеводородов, общая формула которых C_xH_y , содержит серо-содержащие органические и неорганические соединения, железо, ванадий, а также соли щелочных и щелочноземельных металлов, образующие при сгорании золу. Сера в составе нефти разных месторождений обнаруживается

либо в виде простого вещества, либо в виде соединений: сероводорода, меркаптанов (тиолов), сульфидов, дисульфидов, полисульфидов и др.

Содержание сернистых соединений в сырой нефти составляет от 0,1% (в Бакинской и Грозненской нефти) до 4,5% и более (в Башкирской и Волжской нефти). В странах СНГ примерно 65–69% добываемой нефти относится к сернистым (содержание общей серы до 1,9%) и высокосернистым (содержание общей серы выше 2,0%) ее разновидностям. Зольность нефти невелика, составляет не более 0,1%. Для сравнения: зольность угля составляет 1% и более (Лебедев, 1981).

В настоящее время в мире ежегодно добывается более 4 млрд т. сырой нефти, при добыче, транспортировке и переработке которой потери составляют около 50 млн т. сырой нефти и нефтепродуктов.

Загрязнение атмосферного воздуха происходит уже при добыче нефти, до ее поступления на нефтеперерабатывающие заводы (НПЗ).

Значимым источником загрязнения атмосферного воздуха являются нефтеперерабатывающие заводы.

В процессе нефтепереработки (прямая гонка нефти, переработка мазута, крекинг, риформинг, коксование, гидроочистка, окисление битума) большинство серосодержащих соединений превращается в сернистый газ. Он обнаруживается вокруг нефтеперерабатывающих и нефтехимических заводов в радиусе 8–12 км. Отрицательное влияние выбросов SO_2 на нефтеперерабатывающем заводе мощностью 12 млн т. в год может проявляться на расстоянии до 20 км от предприятия. Из общего количества сернистого газа, выделяемого в атмосферу Земли, около 40% приходится на долю нефтепродуктов.

По сравнению с нефтеперерабатывающими предприятиями нефтехимические производства выбрасывают в атмосферу самые разнообразные вещества, среди которых можно выделить предельные, непредельные и ароматические углеводороды, алкилнитрил, ацетонитрил, дихлорэтен, хлорэтен, метанол, органические кислоты и ангидриды, оксиды серы, азота, углерода, сероводород и сероуглерод. Наиболее опасная обстановка возникает на нефтехимических заводах в аварийных ситуациях.

В последние годы уделяется большое внимание совершенствованию технологии добычи и переработки нефти с целью уменьшения отрицательных последствий для атмосферного воздуха и всей биосферы (Голицын, 2004).

Химическая промышленность

Предприятия химической промышленности являются источниками самых разнообразных по химическому составу выбросов в атмосферу. К важнейшим производствам химической промышленности относятся производство кислот, щелочей, аммиака, минеральных удобрений, водорода, галогеновых соединений, лаков, красок, полимеров, искусственных и синтетических волокон и др.

Загрязнение атмосферы соединениями серы (SO_2 , SO , H_2SO_4 , H_2S , CS_2 , меркаптанами) происходит при производстве серной кислоты, фосфорных удобрений (суперфосфата), некоторых сложных удобрений (аммофоса, нитрофоски), капролактама, карбофоса, искусственных волокон, бумаги, целлюлозы и др.

Поставщиками соединений азота (NO , NO_2 , NH_3 , HNO_2 , HNO_3) в атмосферу являются предприятия по производству аммиака, азотной кислоты, азотных удобрений (аммиачной воды, калийной селитры, натриевой селитры, аммиачной селитры, сульфата аммония, карбамида), сложных удобрений (аммофоса), соды (аммиачно-хлоридным способом), серной кислоты (нитрозным методом). Соединения азота поступают в атмосферу также в производстве органических веществ: щавелевой кислоты, капролактама, анилиновых красителей, вискозы, фотопленки, целлулоида и др.

Хлор и его соединения поступают в атмосферу при производстве соляной кислоты, хлорида кальция, хлорной извести, соды, хлора и едкого натра (электролизом водного раствора хлорида натрия), поливинилхлоридной смолы, тетрахлорэтилена, органических красителей, пестицидов, уксусной кислоты и др.

Загрязнение атмосферы фтором и его соединениями происходит при производстве фосфорных удобрений (суперфосфата), некоторых сложных удобрений, эмалей, алюминия и др.

Химическая промышленность является источником самых разнообразных выбросов в атмосферу, содержащих как

неорганические, так и органические вещества (Соколов, 2000).

Автотранспорт

Наряду со стационарными источниками вредных выбросов в атмосферу (тепловые электростанции, заводские котельные и т. д.) В крупных городах в загрязнении воздуха возрастает роль автотранспорта, на долю которого в некоторых городах приходится до 75% всего объема выбросов.

В отличие от стационарных систем в двигателях внутреннего сгорания продолжительность горения значительно меньше (доли секунды). При этом холодные стенки камеры сгорания в автомобиле не дают возможности топливу сгорать полностью. В результате образуются и выбрасываются в атмосферу продукты неполного сгорания, увеличивая количество углеводородов и угарного газа.

Топливо для двигателей внутреннего сгорания (бензин, дизельное топливо) состоит в основном из углеводородов: парафинов, циклопарафинов, ароматических. Бензин представляет собой смесь углеводородов разного строения фракций C₄–C₁₂ (300 соединений). Дизельное топливо состоит из углеводородов с более высокой молекулярной массой. При полном сгорании топлива образуются углекислый газ, вода, выделяется теплота. Например, для октана реакция горения имеет вид:



Двигатель внутреннего сгорания представляет собой пульсирующий химический реактор, предназначенный для преобразования тепловой энергии химической реакции в механическую. Отработанные газы автомобильных двигателей содержат более 200 веществ, большинство из которых токсичны. Основными компонентами выхлопных газов автомобилей являются N₂, O₂, H₂O, CO₂, CO, оксиды серы (преимущественно SO₂, оксиды азота (NO, NO₂), углеводороды, альдегиды, сажа, бенз[а]пирен.

На долю автотранспорта приходится 70–90% годового выброса в атмосферу CO, 40–45% оксидов азота и 30–40% углеводородов. Химический состав выхлопных газов зависит от типа двигателя, режима его работы и качества используемого топлива. Например, в выбросах карбюраторного двигателя содержится больше оксида углерода и не-

сгоревших углеводородов, однако меньше оксидов азота и сажи, чем в выбросах дизельного двигателя. Выхлопы дизельного двигателя имеют характерные дым и запах. Неприятный запах, сопровождающий работу двигателя этого типа, обусловлен наличием оксидов азота и окисленных органических соединений (Калыгин, 2004).

Характер вождения автомобиля также влияет на состав выхлопов. Наихудший режим по выбросу оксида азота соответствует повышенной и средней скорости, в то время как холостой ход и снижение скорости приводят к высоким выбросам углеводородов и оксида углерода. Количество SO₂ в выхлопных газах зависит от содержания серы в топливе.

Полициклические ароматические углеводороды, входящие в состав газов автомобильных выхлопов, обладают канцерогенными свойствами, поэтому необходим строгий контроль за их содержанием. К ним относится бенз[а]пирен. Образование подобных углеводородов не связано непосредственно с содержанием ароматических углеводородов в горючем. Большое влияние на количество этих углеводородов в выхлопных газах оказывает не вид горючего, а характеристика двигателя, потребление горючего и режим работы. Считают, что выбросы дизельного топлива содержат больше канцерогенных веществ.

Роль автомобильного транспорта в загрязнении атмосферы обусловлена не только абсолютной массой выбросов. Большое значение имеет то, что выхлопные газы поступают непосредственно в приземный слой атмосферы, где скорость ветра незначительна и газы плохо рассеиваются в отличие от выбросов предприятий через высокие заводские трубы. Кроме того, основную массу выхлопа составляют тяжелые газы, что также препятствует их рассеиванию (Голдовская, 2007).

С начала 1930-х к большинству бензинов стали добавлять тетраэтилсвинец Pb(C₂H₅)₄ или тетраметилсвинец Pb(CH₃)₄. Эти добавки увеличивают октановое число и действуют в качестве антидетонатора, т. е. предотвращают взрывное сгорание бензина. Октановое число служит количественной характеристикой детонационной стойкости бензина. В 1921 г. была обнаружена способность тетраэтилсвинца подавлять де-

тонацию бензина и повышать мощность и экономичность двигателей внутреннего сгорания. Тетраэтилсвинец $Pb(C_2H_5)_4$ представляет собой бесцветную летучую, очень ядовитую жидкость. На 1 л бензина добавляется 0,6–0,9 г тетраэтилсвинца $Pb(C_2H_5)_4$. До 75% свинца, содержащегося в бензине, выделяется в воздух с выхлопными газами автомобилей. Потребление $Pb(C_2H_5)_4$ быстро росло, автомобильные, авиационные и судовые двигатели выбрасывали токсичный свинец в атмосферу все в больших количествах. Поскольку в антидетонационной жидкости содержится и дибромметан, после сгорания топлива свинец может находиться в воздухе, в виде твердых и газообразных бромистых соединений. На 70–80% автомобильный свинец представлен частицами диаметром меньше 1 мкм. Эти частицы образуют аэрозоли (Голдовская, 2007).

При сгорании 1 л горючего в воздух попадает от 200 до 500 мг свинца. В течение года автомобиль может выбрасывать около 1 кг этого металла. С увеличением числа автомобилей опасность свинцового загрязнения атмосферы возрастает. При содержании 1 г свинца в 2 л бензина и при плотности движения 1000 автомашин в час на каждом километре дороги с выхлопами ежедневно выносится 30–40 г свинца.

Загрязнение атмосферы города свинцом происходит в основном (на 90%) от выхлопных газов автомобилей. Воздух некоторых городов содержит в 20 раз больше свинца, чем воздух в сельской местности, и в 2000 раз больше, чем над открытым морем.

Твердые частицы выхлопов, содержащие свинец, в зависимости от размера либо оседают в непосредственной близости от магистрали, либо захватываются воздушными массами и затем выпадают с атмосферными осадками. Установлено, что время пребывания мелких частиц соединений свинца в атмосфере составляет 1–4 недели. Соединения свинца оседают преимущественно на почву и растительность, а затем включаются в пищевые цепи животных и человека. Свинец — кумулятивный яд (от

лат. *situatio* — скопление), он постепенно накапливается в организме человека, поскольку скорость его естественного выведения очень низка. Аккумуляция свинца растениями зависит от их видовых особенностей (Фелленберг, 1997).

Заключение

Стремительный рост численности человечества и его научно-технической вооружённости в корне изменили ситуацию на Земле. Современная цивилизация осуществляет невиданное воздействие на природу. Загрязнение природной среды промышленными выбросами оказывает вредное воздействие на людей, животных, растения, почву, здания, сооружения, снижает прозрачность атмосферы, повышает влажность воздуха, увеличивает число дней с туманами и т. д.

Литература

1. Голдовская Л.Ф. Химия окружающей среды / Л.Ф. Голдовская. – 2-е изд. – М.: Мир; БИНОМ. Лаборатория знаний, 2007. – 295 с.
2. Голицын А.Н. Основы промышленной экологии : учебник / А.Н. Голицын. – 2-е изд. – М.: Академия, 2004. – 240 с.
3. Гридэл Т.Е. Промышленная экология: учебник / Т.Е. Гридэл, Б.Р.Ален ; пер. с англ. – М. : Изд-во Юнити, 2004.
4. Калыгин В.Г. Промышленная экология: учеб. пособие. – М.: Издательский центр «Академия», 2004.
5. Лебедев Н.Н. Химия и технология основного органического и нефтехимического синтеза: учебник. – М. : Химия, 1981.
6. Соколов Р.С. Химическая технология. В 2 т. Т. 1. – М.: Гуманитарный издательский центр ВЛАДОС, 2000.
7. Чалый Г.В. Энергетика и экология. 1991.
8. Фелленберг Г. Загрязнение природной среды. Введение в экологическую химию / пер. с нем. – М.: Мир, 1997.