**Озон и озоновый слой в атмосфере**

Озоновый слой это воздушный слой в верхних слоях атмосферы (стратосфере) состоящий из особой формы кислорода озона. Молекула озона состоит из трех атомов кислорода (О3). Озоновый слой начинается на высотах около 8 км над полюсами (или 17 км над Экватором) и простирается вверх до высот приблизительно равных 50-ти км. Однако плотность озона очень низкая, и если сжать его до плотности, которую имеет воздух у поверхности земли, то толщина озонового слоя не превысит 3,5 мм. ("Reporting on Climate Change"). Озон образуется, когда солнечное ультрафиолетовое излучение бомбардирует молекулы кислорода (О22 —> О3).

Так как озоновый слой поглощает ультрафиолетовое излучение, то его разрушение приведет к более высоким уровням ультрафиолетового излучения на поверхности земли. Это, в свою очередь, вызовет увеличение случаев рака кожи. Другим следствием повышенного уровня ультрафиолетового излучения станет разогрев поверхности земли и, вследствие этого, изменение температурного режима, режима ветров и дождей и повышение уровня моря.

В 1985 году британские ученые обнародовали данные, согласно которым в предшествующие восемь лет были обнаружены увеличивающиеся каждую весну озоновые дыры над Северным и Южным полюсами.

Ученые предложили три теории, объяснявшие причины этого феномена:

разрушение озонового слоя окисями азота соединениями, образующимися естественным образом на солнечном свету;

воздушные потоки из нижних слоев атмосферы при движении вверх расталкивают озон и

соединения хлора в атмосфере разрушают озон.

Ученые пришли к заключению, что соединения хлора, называемые хлорфторуглеродами (ХФУ), которые широко использовались в промышленности и в быту, несут ответственность за разрушение озонового слоя земли. Некоторые виды хлорфторуглеродов использовались в качестве охладителей в холодильных установках и кондиционерах. Другие ХФУ применялись для производства поролонов и пенопластов материалов, широко используемых во многих потребительских товарах, начиная от одноразовой пенопластовой посуды и заканчивая изоляционными материалами. Хлорфторуглероды нашли широкое применение в баллонах для распыления аэрозолей и в качестве веществ для промывания электрооборудования.

В середине сентября 1987 года представители двадцати четырех стран встретились в Монреале и подписали соглашение, по которому обязались сократить вдвое использование озоноразрушаюших ХФУ к 1999-му году. Однако в связи с ухудшающейся ситуацией в 1990-м году в Лондоне были приняты поправки к Монреальскому протоколу. Согласно Лондонским поправкам в список регулируемых ХФУ вошли еще десять веществ и было принято решение прекратить использование ХФУ, галогенов и четырехлористого углерода к 2000-х тысячному, а метилхлороформа к 2005-му году.(Reporting on Climate Change. p.75)

В Монтреале была принята система, по которой озоноразрушающие вещества подразделялись по следующим критериям: способность разрушать озон и продолжительность их жизни в атмосфере (Reporting on Climate Change. p.73) Ниже приведена таблица этих веществ, взятая из Федерального реестра 1988-го года (английская аббревиатура CFC обозначает «хлорфтороуглерод»):

Озоноразрушающий потенциал некоторых веществ

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | Разрушающий потенциал  (усл.ед) | Продолжительность жизни  (лет) |
| CFC 11 | 1.0 | 75 |
| CFC 12 | 1.0 | 111 |
| CFC 113 | 0.8 | 90 |
| CFC 114 | 1.0 | 185 |
| CFC 115 | 0.6 | 380 |
| HCFC 22 | 0.05 | 20 |
| Метилхлороформ | 0.10 | 6.5 |
| Четырехлористый углерод | 1.06 | 50 |
| Halon 1211 | 3.0 | 25 |
| Halon 1301 | 10.0 | 110 |
| Halon 2402 | 6 | не установлено |

Иная проблема, связанная с озоном, но не связанная с разрушением озонового слоя это фотохимический смог. Озон в нижних слоях атмосферы (тропосфере) является загрязняющим веществом. Он образуется на свету при реакции оксидов азота с углеводородами (см. главу "Взвешенные в воздухе токсичные вещества"). Озон в тропосфере снижает продуктивность сельскохозяйственных культур. Он замедляет фотосинтез в растениях и ослабляет их. По оценкам специалистов, в США ежегодные потери кукурузы, пшеницы, соевых бобов и арахиса вызванные озоном достигают от 1.9 до 4.5 миллиардов долларов.

В дополнение озон ускоряет процесс разрушения резиновых изделий, текстиля и покрытий

**Взвешенные в воздухе токсичные частицы**

Одна из причин, по которой загрязненность воздуха вызывает всеобщее беспокойство это токсичные частицы и пыль, попадающие в организм при вдыхании и способные вызывать различные заболевания. Взвешенные в воздухе частицы обычно подразделяют на две категории: мелкодисперсные и крупнодисперсные. Мелкодисперсные аэрозольные частицы состоят из таких веществ, как соединения углерода, свинца, серы и азота, попадающих в атмосферу в результате человеческой деятельности. Крупнодисперсные частицы состоят из природных веществ, которые образуются вследствие естественной эрозии и в процессе различных работ по дроблению камня. К наиболее распространенным крупнодисперсным частицам относятся гипс, известняк, мрамор, карбонат кальция (мел), кремний и карбид кремния (карбид, используемый при сварочных работах).

Первичные мелкодисперсные примеси сажа, летучая зола, частицы металлов и пары попадают в атмосферу в результате физических или химических процессов. Вторичные мелкодисперсные примеси образуются вследствие реакций между различными газами в атмосфере. Вторичные примеси составляют от шестидесяти до восьмидесяти процентов всех мелкодисперсных частиц, регистрируемых в городах.

Человеческий нос естественным образом отфильтровывает крупные частицы пыли, но не защищает от мелкодисперсных частиц, и такие вещества, как серная кислота, мышьяк, бериллий или никель, могут попасть в легкие. Некоторые вещества (бенз[а]пирены, бензантрацен-супертоксикант, соединения металлов), попадающие в организм при вдыхании, обладают канцерогенными свойствами.

Одно исследование показало, что соли серной кислоты, выбрасываемые в атмосферу автотранспортом, а также при сжигании нефти и угля, стали причиной двадцати одной тысячи преждевременных смертей в регионе, где проводилось это исследование. Специалисты считают, что эти вещества обостряют респираторные заболевания астму, хронические бронхиты, эмфизему легких и вызывают прерывистое дыхание и раздражение слизистой оболочки глаз.

Оксиды азота (NOx), главным образом образующиеся вследствие вторичных реакций соединений азота, также связывают с респираторными и седечно-сосудистыми заболеваниями.

Металлы, обнаруженные в воздухе, включают: свинец, кадмий, никель, бериллий, ртуть, мышьяк, ванадий и хром. Кроме того в воздухе присутствуют сравнительно небольшие количества стекловолокнистого минерала асбеста. Высокие концентрации свинца поражают центральную нервную систему, в то время как низкие дозы поражают мозг и приводят к психическим расстройствам у детей. Асбест вызывает рак легких и плевры. Никель, мышьяк, хром и тальк связывают с образованием раковых опухолей.

В дополнение к перечисленным аэрозольным частицам, в воздухе присутствует еще множество других загрязняющих веществ, которые приводят к заболеваниям человека, животных и птиц, к поражениям сельхозкультур и так далее. Ниже приведен список наиболее часто встречающихся загрязнителей.

Наиболее распространенные химические вещества-загрязнители воздуха и их воздействие на человека

As (мышьяк). Источники поступления в атмосферу: угольные и нефтяные печи, стекольное производство. Вызывает разрушение вегетативной нервной системы, паралич кровеносной системы, нарушение обмена веществ. Воздействие на протяжении продолжительного времени может привести к раку легких и кожи.

С6Н6 (бензол). Источники поступления в атмосферу: нефтеперерабатывающие заводы, автомобильные выхлопы. Воздействие на протяжении продолжительного времени может вызвать лейкемию.

Cd (кадмий). Источники поступления в атмосферу: металлургическое производство, сжигание мусора, угля и нефти. Воздействие на протяжении продолжительного времени может вызывать поражение почек и легких, ослабление костей.

Сl2(хлор). Источники поступления в атмосферу: химическое производство. Вызывает раздражение слизистых тканей.

СО (угарный газ). Источники поступления в атмосферу: автомобильный транспорт, сжигание угля и нефти, сталеплавильное производство. Вызывает удушье, поражает сердечно-сосудистую систему, нарушает работу кровеносной системы.

F (ион фтора). Источники поступления в атмосферу: сталеплавильное производство. Высокие концентрации приводят к флюорозу (разрушению зубов у детей).

НхСх (углеводороды). Источники поступления в атмосферу пары несгоревшего бензина. На солнечном свету вступает в реакцию с оксидами азота и образует фотохимический смог.

НСНО (формальдегид). Источники поступления в атмосферу: автомобильный транспорт, химическое производство. Раздражает слизистые оболочки глаз и носа.

НСl (хлористый водород). Источники поступления в атмосферу: мусоросжигающие заводы, химическое производство. Раздражает слизистые оболочки глаз и легкие.

HF (фтористый водород). Источники поступления в атмосферу: заводы по производству минеральных удобрений, сталеплавильное производство. Раздражает кожу, глаза, слизистые оболочки.

Hg (ртуть). Источники поступления в атмосферу: сжигание угля и нефти, сталеплавильное производство. Вызывает тремор (дрожание рук) и психические расстройства, врожденные дефекты.

HNO3 (азотная кислота). Источник: реакции диоксида азота (NO2) в атмосфере. В высоких концентрациях приводит к возникновению кислотных дождей. Вызывает респираторные заболевания.

HONO (азотистая кислота). Поступает в атмосферу в результате реакций между диоксидом азота(NO2) и парами воды. Вызывает респираторные заболевания.

Н2S (сероводород). Источники поступления в атмосферу: нефтеперерабатывающие заводы, очистные сооружения, целлюлозно-бумажное производство. Вызывает тошноту, раздражает глаза.

H2SO4 (серная кислота). Источник поступления в атмосферу: образуется на солнечном свету при реакции диоксида серы и гидроксил ионов(-OH). Вызывает респираторные заболевания.

Mn (марганец). Источники поступления в атмосферу: металлургическое производство, электростанции. Воздействие на протяжении долгого времени может вызвать болезнь Паркинсона.

Ni (никель). Источники поступления в атмосферу: сталеплавильное производство, сжигание нефти и газа. В высоких концентрациях может вызывать рак легких.

NO (оксид азота). Источники поступления в атмосферу: автотранспорт, сжигание угля и нефти. Легко переходит в диоксид азота(NO2).

NO2 (диоксид азота). Источник поступления в атмосферу: образуется на солнечном свету из NO. При этом в тропосфере образуется озон, который в нижних слоях атмосферы является загрязнителем. При попадании в верхние слои атмосферы стратосферу диоксид азота разрушает озоновый слой земли. Диоксид азота вызывает бронхит, понижает сопротивляемость организма к респираторным заболеваниям.

ОН (радикал гидроксила). Источник поступления в атмосферу: образуется на солнечном свету при реакции углеводородов и оксидов азота. Вступает в реакции с другими газами и образует кислоты.

О3 (озон). Источники поступления в атмосферу: образуется на солнечном свету при реакции оксидов азота и углеводородов. Раздражает слизистые глаз, обостряет астму.

ПАН (гидронитрат пероксиацетила). Источники поступления в атмосферу: образуется на солнечном свету при реакции оксидов азота и углеводородов. Раздражает слизистые глаз, обостряет астму.

Pb (свинец). Источники поступления в атмосферу: выхлопы автомобильного транспорта, сталеплавильное производство. Поражает головной мозг, вызывает высокое кровяное давление, замедляет рост.

SiF4 (тетрофторид кремния). Источники поступления в атмосферу: химическое производство. Раздражает легкие.

SO2 (диоксид серы). Источники поступления в атмосферу: сжигание нефти и угля, сталеплавильное производство. Диоксид серы является причиной кислотных дождей. Понижает сопротивляемость к респираторным заболеваниям, раздражает слизистые глаз.