**Разрушение озонового слоя**

Озоновый слой представляет собой одну из самых важнейших составляющих стратосферы, ведь именно благодаря ему все живые организмы планеты продолжают существовать в своей естественной среде, не испытывая негативных влияний извне. Однако в настоящее время целостность озонового слоя Земли стоит под большим вопросом. Это обусловлено нескончаемыми изменениями геоэкологическихпроцессов, влекущих за собой негативные последствия для всего живого на нашей планете. Но что именно приводит нас к подобным проблемам? Это влияние техногенной деятельности человека или же самой природы? Особенно актуален вопрос: можно ли предотвратить это разрушение и спасти нашу планету от медленного уничтожения? Для начала, необходимо понять, что именно подразумевает под собой «озоновый слой».

Ученые предполагают, что озоновый слой Земли образовался около 850-1850 миллионов лет назад. Именно этот процесс, по их мнению, позволил микроорганизмам подняться со дна океана и выйти на сушу. Еще в процессе зарождения жизни озон, образовавшийся в земной атмосфере, и клетки живых организмов поглощали биологически опасное коротковолновое излучение солнца в одном и том же диапазоне длин волн (230-290 нанометров). Опасное воздействие ультрафиолетового излучения на клетку заключается в том, что оно повреждает молекулу ДНК, которая поглощает его сильнее, чем молекулы белков клетки. То есть именно после образования озонового слоя на суше появилось и начало жизни [3, c. 25].

В отличие от кислорода, молекула озона состоит не из двух, а из трех атомов. Лучи ультрафиолета, поступающие от Солнца на Землю, расщепляют молекулы кислорода, превращая его из O2 в В + О. После расщепления В присоединяется к другим молекулам кислорода, создавая таким образом озон (О 3 = О + О 2 ). Озон вместе с молекулами кислорода поглощает до 99% вредного ультрафиолетового излучения, превращая его в тепло.

Разрушение озонового слоя вызвано снижением уровня молекулы озона в наземной стратосфере вследствие выделения загрязняющих газов, таких как растворители, галогенуглеводороды, хладагенты, пропелленты и тому подобные.

Нормальной концентрацией озона для озонового слоя считается 300 единиц. То есть толщина озонового слоя - всего три миллиметра. Но почему же тогда мы говорим, что он располагается на высоте от 11 до 50 километров? Ответ прост: такое расхождение в высотах существует из-за того, что озоносфера в разных широтах планеты расположена на разных уровнях. Например, в тропиках - на высоте 25-30 километров, а на полярном круге - от 15 километров.

Особенности климата, испарения воды с поверхности и антропогенные загрязнения атмосферы - именно это, а не работа холодильников, больше всего влияет на разрушение озонового слоя. Фреоны, используемые в качестве хладагентов, также достигают стратосферы и разрушают молекулы озона. Но их вклад не такой значительный, а после подписания Монреальского протокола и вовсе был сведен к минимуму [2, c. 63]. В течение 1989 Монреальский протокол вступил в силу с целью уменьшения использования газов, разрушающих озоновый слой [2, c. 78]. Это привело к тому, что дыра в озоновом слое над Антарктидой достигла наименьшего масштаба в 2019 году. С другой стороны, в январе 2011 года на Северном полюсе было обнаружено небольшое отверстие, которое просуществовало месяц. Позже, в марте 2020 года, была обнаружена еще одна яма длиной около 20 млн км, которая была временной.

Термин «озоновая дыра» с точки зрения геофизики является не совсем корректным. Это явление правильнее называть сезонной вариацией озона в атмосфере. Ведь «дыра» в данном случае является лишь меньшей локальной концентрацией, а никак не физической проблемой в стратосфере. К сожалению, многие СМИ используют этот термин для создания нездоровой сенсации вокруг геофизического явления, которое уже давно известно. Сегодня в мире большинство ученых и специалистов уже не сомневается в причинах истощения озонового слоя.

В 1985 году на Южном полюсе была обнаружена дыра в озоновом слое, которая возникла во время австралийской весны (июль-сентябрь). Ученые обнаружили, что разрушение озона является следствием действия определенных газов, выбрасываемых в окружающую среду в результате деятельности человека [1, c. 110].

Нужно исходить из того, что озон является неустойчивой формой кислорода, поэтому он постоянно образуется и снова разлагается на молекулярный кислород (O 2 ) и свободный кислород (O). Это формирует деликатный баланс, на который могут влиять различные факторы. Основной причиной разрушения озонового слоя являются выбросы промышленных газов, диссоциирующие стратосферный озон. Эти газы включают хлорфторуглерода (ХФУ) и оксиды азота (NOx), гидрофторуглероды (ГФУ), перфторированные углеводород (PFC), гексафторид серы (SF 6), метилхлороформ, что используется в промышленных процессах, и галлон, что используется в огнетушителях.

Растущая индустриализация во всем мире не только отвечает за выбросы газов, разрушающих озоновый слой, она также влияет на важнейшие процессы поддержания озонового слоя, такие как производство кислорода, загрязнением вод. Выбросы продуктов антропогенной деятельности влечет образование газов, непосредственно повреждающих озоновый слой, образовывая в нём дыры[1, c. 78].Современное сельское хозяйство сильно зависит от использования химических веществ, которые прямо или косвенно влияют на озоновый слой непосредственно с помощью пестицидов и бромметана. Также химические удобрения способствуют образованию оксидов азота. Путем побочного генерирования процессов эвтрофикации уменьшается производство кислорода в пресных и морских водах.

Преимущество экономических интересов над поддержкой планетарного экологического баланса выражается в нарушении международных соглашений. Такие промышленно развитые страны как США и Китай открыто отрицают свою поддержку соглашений, направленных на уменьшение глобального потепления, аргументируя свои экономические интересы. Глобальное загрязнение окружающей среды приводит как к прямому, так и косвенному разрушению озонового слоя [2, c. 25].В общем, в основе проблемы разрушения озонового слоя лежит экономическая модель. Модель, основанная на растущем потреблении сырья на безудержной индустриализации, образует большое количество отходов.

Однако процессы разрушения озонового слоя имеют и природный характер. Атмосферные вихри, вызванные развитием зон низкого давления над полюсами зимой, концентрируют вредоносные газы при низких температурах. Ледяные кристаллы, образующиеся в холодной, влажной воздушной массе в стратосфере, обеспечивают поверхность для различных реакций. Затем ранней весной интенсификация солнечной радиации движет химическими реакциями, связанными с разрушением озона [3, c. 74].

Атомы хлора взаимодействуют с озоном (O 3 ), вызывают их разложения, теряя атом кислорода. Это происходит вследствие так называемой цепной реакции цикла хлора, в которой атом хлора присоединяется к одному из атомов кислорода озона [2, c. 45].При этом образуется оксид хлора (ClO) и молекулярный кислород (O 2 ). ClO реагирует с атомом кислорода, образуя диоксид. Таким образом, атом хлора снова выделяется, повторяя цикл, и один атом хлора способен уничтожить около 100 000 молекул озона.

Cl + O 3 → ClO + O 2

ClO + O 3 → Cl + 2 O 2

Молекула ClO удаляет кислород из молекулы озона, и хлор может свободно вернуться к этапу 1. Затем диоксид азота (NO 2 ) реагирует со свободным кислородом (O) и оксидом азота (NO) и молекулярным кислородом (O 2 ). Таким образом цикл продолжается бесконечно, разрушая тысячи молекул озона [1, c. 88].

Хотя разрушение озонового слоя происходит по всей стратосфере, его наибольшее влияние происходит на полюсах, особенно на Южном полюсе. Хотя дыры в озоновом слое также образуются на северном полюсе, они реже и короче продолжаются. Основой реакций разрушения озона является образование стратосферных облаков ледяных кристаллов. Эти облака образуются при температуре ниже -85 ºC, а в Арктике (Северный полюс) температуры редко опускаются ниже -80 ºC.Поэтому в этой области стратосферные облака образованы из кристаллов тригидрата азотной кислоты. Тогда как Антарктида (Южный полюс) гораздо холоднее, с температурой -90 ºC, образуя кристаллы льда.

Принципиальным следствием разрушения озонового слоя является увеличение ультрафиолетового излучения, которому удается проникнуть к Земле. Ультрафиолетовое излучение является частью электромагнитного спектра, излучаемого Солнцем, и имеет высокую энергию. Это в свою очередь приносит ряд негативных последствий для экологического равновесия жизни на планете [2, c. 36].Уровень ущерба, который оно наносит, зависит от интенсивности, с которой лучи ультрафиолета достигают земной поверхности и от толерантности каждого живого организма. Этот вред колеблется от разрушения внекорневой ткани у растений к раку кожи у человека. У людей это также вызывает преждевременное старение, катаракту, солнечные ожоги и подавляет иммунную систему. Это делает его более восприимчивым к болезням, поскольку эта система уничтожает вирусы, бактерии и другие вредные агенты.

Когда озоновый слой разрушается, попадания ультрафиолетового излучения с высокой энергетической ценностью увеличивается. Это вызывает большое потепление планеты, увеличивает среднюю температуру вместе с уменьшением выхода земного тепла за счет парникового эффекта [1, c. 45].

Ультрафиолетовое излучение попадает в глубокие слои океанической воды, повреждая планктон, который является основой морских пищевых сетей. Планктон также является основным источником кислорода, поэтому цикл кислорода меняется. Это порождает отрицательную обратную связь, поскольку уменьшение кислорода влияет на образование озонового слоя.

Большая частота ультрафиолетового излучения, вызванного разрушением озонового слоя, негативно влияет на сельскохозяйственное и животноводческое производство, а также на производительность водных экосистем. Поэтому оно оказывает решающее влияние на количество доступной пищи, способствуя голод в мире.

Существует несколько решений для повышения уровня озона:

Первое, что нужно сделать, это повлиять на непосредственную причину ухудшения озонового слоя, то есть исключить использование газов, разрушающих озон. Это то, к чему стремился Монреальский протокол с 1989 г., Однако необходимо его расширение, ведь в этот протокол не включаются новые сильные ударные газы, такие как оксиды азота [3, c. 87].

Во-вторых, другим решением является внедрение систем, позволяющих восстанавливать и переделывать газы, влияющие на озоновый слой. Хотя некоторые описывают идею инжекции стратосферного озона как утопию, предлагается массово производить и вводить свежий озон в стратосферу, чтобы компенсировать его потери [1, c. 52].

Одним из способов решить проблему является разработка технологических вариантов, которые не требуют газов, разрушающих озоновый слой. Это побуждает на поиск новых технологий в таких сферах, как охлаждение, транспортировка, борьба с вредителями в сельском хозяйстве и различные промышленные процессы [3, c. 89].

Особенно актуальным является защита экосистем. Уменьшение загрязнения моря и потеря лесов отрицательно сказываются на круговороте кислорода, способствуя нарушению естественных процессов атмосферы.

Планета нуждается во внедрении модели устойчивого развития, которая уменьшит зависимость от ископаемого топлива и образования отходов.

Человек влияет на озоновый слой различными способами, и каждый связан с важной стороной его техногенной деятельности. Это касается производства сельскохозяйственной продукции, использования азотных удобрений, ядерные взрывы, мирные электростанции, высотные военные самолеты, холодильная промышленность и бытовые аэрозоли [1, c. 78].

К 2030 году, по данным международных конференций, могут произойти непоправимые изменения в озоновом слое. А это значит, что изменится климат, поднимется уровень Мирового океана, увеличится число онкологических и других заболеваний из-за увеличения солнечного ультрафиолетового излучения, достигающего Земли. Вся планета испытает ужасные изменение.

Именно после этого объявления весь мир начал беспокоиться о своем будущем и был принят ряд международных соглашений. Венская конвенция об охране озонового слоя, принятая Организацией Объединенных Наций 22 марта 1985, обязала применять в промышленности и сельском хозяйстве альтернативные технологии и оборудования, использование которых дает возможность уменьшить или совсем устранить выбросы веществ, неблагоприятно влияющих на озоновый слой[2, c. 112]. Нормы Венской конвенции обязывают государства-участников в соответствующем порядке организовывать исследования и давать научные оценки по вопросам физических и химических процессов, которые могут повлиять на озоновый слой, здоровье человека, биологические процессы, и могут быть подвергнуты отрицательным изменениям, вызываемыми нарушением состояния озонового слоя. Стороны обязуются сами или через компетентные международные органы с полным учетом законодательства и деятельности, проводимой как на национальном, так и на международном уровне, способствовать проведению совместных или взаимодополняющих программ систематического наблюдения за состоянием озонового слоя и другими соответствующими параметрами.

В современном мире человек должен заботиться об окружающей среде, ведь мы даже не задумываемся, что своими действиями ставим под вопрос существование будущего целой планеты. Озоновый слой является очень важным объектом международной защиты, ведь благодаря ему, все живое может существовать, а может и погибнуть с течением времени. Наша страна делает большой шаг вперед принятием новых законопроектов и уже вскоре сделает весомый вклад в международную борьбу, как по поводу защиты озонового слоя, так и касательно предупреждения о глобальном потеплении, последствия которого мы терпим ежедневно.

**Список использованной литературы:**

1. CananP., Andersen, ReichmanN. AndGareauB. Введение в специальный выпуск по защите озонового слоя и изменения климата: невероятный опыт построения Монреальского протокола, полученные уроки и надежды на будущие усилия по изменению климата. Журнал экологических исследований и наук - (2015).

2. Ясинский М., Дорс М. и Мизерачик Дж. Разрушение фреона HFC-134a с помощью безсоплового источника микроволновой плазмы. – (2009).

3. Равишанкара А.Р., Даниэль Дж. иПортманн, Р. Закись азота (N2O): Доминирующее вещество, разрушающее озоновый слой, выделяется в 21 веке. – (2009).