**Проблема стратосферного озону. Хлорфторвуглеці(ХФВ) та їх вплив на озоновий шар**

Реферат виконав: студент ФПрН-3 Фурсов Е.Ю

Національний Університет «Києво-Могилянська Академія»

Кафедра екології

КИЇВ 1999

**Вступ**

У 1985 р. фахівці з Британської Антарктичної Служби дослідження атмосфери повідомили про абсолютно несподіваний факт: весняний вміст озону в атмосфері над станцією Халлі-Бей в Антарктиді зменшився за період з 1977 по 1984 р. на 40%. Незабаром це підтвердили інші дослідники, що показали, що область зниженого вмісту озону іде за межі Антарктиди і за висотою охоплює шар від 12 до 24 км, тобто значну частину нижньої стратосфери. Найбільш докладним дослідженням озонового шару над Антарктидою було міжнародний Літаковий Антарктичний Озоновиий Експеримент. Протягом експеременту вчені з 4 країн декілька разів піднімалися в зону зниженого вмісту озону і зібрали детальні дані про її розміри і хімічні процеси, які там вібуваються. Фактично це означало, що в полярній атмосфері є озонова "дірка". На початку 80-х за вимірюваннями зі супутника "Німбус-7" аналогічна дірка була виявлена і в Арктиці, правда вона охоплювала значно меншу площу і зниження рівня озону в ній було не таке суттєве - біля 9%. У середньому на Землі з 1979 по 1990 р. вміст озону впав на 5%.

**Принцип проблеми. Наслідки для “живого”.**

Це відкриття стурбувало як вчених, так і широку громадськість, оскільки це означало, що шар озону, який охоплює нашу планету, знаходиться в більшій небезпеці, ніж вважали раніше. Потоншення цього шару може призвести до серйозних наслідків для людства. Вміст озону в атмосфері менше за 0.0001%, однак саме озон повністю поглинає смертельне ультрафіолетове випромінювання сонця з довжиною хвилі l<280 нм і значно ослабляє смугу УФ-Б з 280<l<315 нм, що завдають великої шкоди кліткам живих організмів.

Зниження концентрації озону на 1% приводить в середньому до збільшення інтенсивності жорсткого ультрафіолету у поверхні землі на 2%. Ця оцінка підтверджується вимірюваннями, проведеними в Антарктиді (правда, через низьке положення сонця, інтенсивність ультрафіолету в Антарктиді все ще нижче, ніж в середніх широтах). За своїм впливом на живі організми жорсткий ультрафіолет подібний до іонізуючих випромінювань, однак, через більшу, ніж у g-випромінювання довжину хвилі він не здатний проникати глибоко в тканини, і тому вражає тільки поверхневі органи. Жорсткий ультрафіолет володіє достатньою енергією для руйнування ДНК і інших органічних молекул, що викликає рак шкіри, осбливо швидкоплинну злоякісну меланому, катаракту і імунну недостатність. Природно, жорсткий ультрафіолет здатний викликати і звичайні опіки шкіри і рогівки. Вже зараз у всьому світі помітне збільшення захворювання раком шкіри, однак значна кількість інших чинників (наприклад, популярність загару зросла, яка призводить до того, що люди більше часу проводять на сонці, таким чином отримуючи велику дозу УФ опромінення) не дозволяє однозначно стверджувати, що цьому сприяло зменшення вмісту озону. Жорсткий ультрафіолет погано поглинається водою і тому представляє велику небезпеку для морських екосистем. Експерименти показали, що планктон, який мешкає в приповерхневому шарі при збільшенні інтенсивності жорсткого УФ може серйозно постраждати і навіть загинути повністю. Планктон знаходится в основі харчових ланцюжків практично всіх морських екосистем, тому без прикрас можна сказати, що практично все життя приповерхневих шарів морів і океанів може зникнути. Рослини менш чутливі до жорсткого УФ, але при збільшенні дози можуть постраждати і вони. Якщо вміст озону в атмосфері значно зменшиться, людство легко знайде засіб захисту від жорсткого УФ випромінювання але при цьому ризикує померти від голоду.

**Проблема з “хімічної” точки зору**

Утворення озону описується рівнянням реакції:

O2+O0 →O3

Необхідний для цієї реакції атомарний кисень вище за рівеню 20 км утвориться при розщепленні кисня під дією ультрафіолетового випромінювання з l<240 нм

O2+hО0→2O

Нижче за цей рівень такі фотони майже не проникають, і атоми кисня утворяться, в основному, при фотодиссоціації двоокисі азотуфотонами м'якого ультрафіолета з l<400 нм:

NO2+hО0→NO+2О

Руйнування молекул озону проходить при їх попаданні на частки аерозолів або на поверхню землі, але основний стік озону визначають цикли каталітичних реакцій в газовій фазі:

O3+Y0→YO+O2YO+O0→Y+O2

де Y=NO, OH, Cl, Br

Вперше думка про небезпеку руйнування озонового шару була висловлена ще в кінці 1960-х років, тоді вважалося, що основну небезпеку для атмосферного озону являють викиди водяної пари і окисів азоту (NOХ) з двигунів надзвукових транспортних літаків і ракет. Однак, надзвукова авіація розвивалася значно менш бурхливими темпами, ніж передбачалося. Зараз у комерційних цілях використовується тільки "Конкорд", що здійснює декілька рейсів в тиждень між Америкою і Європою, з військових літаків в стратосфері літають практично тільки надзвукові стратегічні бомбардувальники, такі як B1-B або Ту-160 і розвідувальні літаки типу SR-71. Таке навантаження навряд чи представляє серйозну загрозу для озонового шару. Викиди окисів азоту з поверхні землі внаслідок спалення викопного палива, масового виробництва і застосування азотних добрив також представляє певну небезпеку для озонового шару, але окиси азоту нестійкі і легко руйнуються в нижніх шарах атмосфери. Запуски ракет також відбуваються не дуже часто, проте, хлоратні тверді палива що використовуються в сучасних космічних системах, наприклад в твердопаливних прискорювачах "Спейс-Шаттл" або "Аріан", можуть наносити серйозної локальної шкоди озоновому шару в районі запуску.

Хлорфторвуглеці(-водні) (ХФВ)

У 1974 г. М. Моліна і Ф. Роуленд з Каліфорнійського університету в Ірвіне показали, що хлорфторвуглеці (ХФВ) можуть руйнувати озон. З того часу так звана хлорфторвуглецева проблема стала однією з основних в дослідженнях на забруднення атмосфери. Хлорфторвуглеці вже більше за 60 років використовуються як “холодагенти” в холодильниках і кондиціонерах, пропелленти для аерозольних сумішей, піноутворюючі агенти у вогнегасниках, очищувачі для електронних приладів, при хімічному чищенні одягу, при виробництві пінопластиків. Колись вони розглядалися як ідеальні для практичного застосування хімічні речовини оскільки вони дуже стабільні і неактивні, а значить не токсичні. Як це ні пародоксально, але саме інертність цих з'єднань робить їх небезпечною для атмосферного озону. ХФВ не розпадаються швидко в тропосфері (нижньому шарі атмосфери, який має межі від поверхні землі до висоти 10 км), як це відбувається з більшістю оксидів азоту, і зрештою проникають в стратосферу, верхня межа якої розташовується на висоті біля 50 км. Коли молекули ХФВ підіймаються до висоти приблизно 25 км, де концентрація озону максимальна, вони зазнають інтенсивного впливу ультрафіолетового випромінювання, який не проникає на менші висоти через екрануючу дію озону. Ультрафіолет руйнує стійкі в звичайних умовах молекули ХФВ, які розпадаються на компоненти що володіють високою реакційною здатністю, зокрема атомний хлор. Таким чином ХФВ переносить хлор з поверхні землі через тропосферу і нижні шари атмосфери, де менш інертні з'єднання хлора руйнуються, в стратосферу, до шара з найбільшою концентрацією озону. Дуже важливо, що хлор при руйнуванні озону діє подібно каталізатору: в ході хімічного процесу його кількість не зменшується.

Внаслідок цього один атом хлора може зруйнувати до 100 000 молекул озону перш ніж буде дезактивован або повернеться в тропосферу. Зараз викид ХФВ в атмосферу оцінюється мільйонами тонн, але потрібно зазначити, що навіть у гіпотетичному випадку повного припинення виробництва і використання ХФВ негайного результату досягнути не вдасться: дія ХФВ, що вже попали в атосферу буде продовжуватися декілька десятиріч. Вважається, що час життя в атмосфері для двох ХФВ фреон-11 (CFCl3), що найбільш широко використовуються і фреон-12 (CF2Cl2) становить 75 і 100 років відповідно.

Окиси азоту здатні руйнувати озон, однак, вони можуть реагувати і з хлором.

Наприклад:

O3+Cl0→ClO+O2

ClO+NО0→NO2+Cl

NO2→NO+О0

O2+O0→O3

В ході цієї реакції вміст озону не міняється. Більш важливою є інша реакція:

ClO+NO2→ClONO2

Сполука, що утворюється в ході реакції хлористий нітрозил є так званим “резервуаром” хлора. Хлор, який міститься в йому неактивний і не може вступити в реакцію з озоном. Зрештою така молекула-резервуар може поглинути фотон або вступити в реакцію з будь-якою іншою молекулою і вивільнити хлор, але вона також може покинути стратосферу. Розрахунки показують, що якби в стратосфері були відсутні окиси азоту, то руйнування озону йшло б набагато швидше. Іншим важливим резервуаром хлора є хлористий водень HCl, що утворюється при реакції атомарного хлора і метану СH4.

ХФВ в промисловості.

Приймаючи до уваги ці аргументи багато країн почали вживати заходів направлених на скорочення виробництва і використання ХФВ. З 1978 р. в США було заборонене використання ХФВ в аерозолях. На жаль, використання ХФВ в інших галузях обмежене не було. У вересні 1987 р. 23 найрозвинутіші країни світу підписали в Монреалі конвенцію, що зобов'язує їх знизити споживання ХФВ. Згідно з досягнутою домовленістю розвинені країни повинні до 1999 р. знизити споживання ХФВ до половини рівня 1986 р. Для використання в якості пропеллента в аерозолях вже знайдений непоганий замінник ХФВ - пропан-бутанова суміш. По фізичних параметрах вона практично не поступається фреонам, але, на відміну від них, вогненебезпечна. Проте такі аерозолі вже використовують в багатьох країнах світу. Складніше з холодильними установками - другим по величині споживачем фреонов. Справа в тому, що через полярність молекули ХФВ мають високу теплоту випаровування, що дуже важливо для робочого тіла в холодильниках і кондиціонерах. Кращим відомим на сьогодні замінником фреонов є аміак, але він токсичний і все ж поступається ХФВ за фізичними параметрами. Непогані результати отримані для повністю фторованих вуглеводнів. У багатьох країнах ведуться розробки нових замінників і вже досягнуті непогані практичні результати, але повністю ця проблема ще не вирішена.

Використання фреонів продовжується і поки далеко навіть до стабілізації рівня ХФВ в атмосфері. Так, за даними мережі Глобального моніторинга змін клімату, в фонових умовах - на берегах Тихого і Атлантичного океанів і на островах, далеких від промислових і густонаселених районів - концентрація фреонів -11 та -12 в цей час росте з швидкістю 5-9% на рік. Вміст в стратосфері фотохімічно активних з'єднань хлора в цей час в 2-3 рази вище в порівнянні з рівнем 50-х років, до початку швидкого виробництва фреонів.

Інший погляд на проблему

Разом з тим, ранні прогнози, які передбачали, що при збереженні сучасного рівня викиду ХФВ, до середини XXI ст. вміст озону в стратосфері може впасти вдвічі, можливо були дуже пессемістичними. По-перше, “дірка” над Антарктидою багато в чому є слідством метеорологічних процесів. Утворення озону можливо тільки при наявності ультрафіолету і під час полярної ночі не йде. Зимою над Антарктикою утвориться стійкий вихор, який перешкоджає притоку багатого на озон повітря з середніх широт. Тому до весни навіть невелику кількість активного хлора здатна нанести серйозної шкоди озоновому шару. Такий вихор практично відсутній над Арктикою, тому у північній півкулі падіння концентрації озону значно менше. Багато дослідників вважають, що на процес руйнування озону впливають полярні стратосферні хмари. Ці висотні хмари, які набагато частіше спостерігаються над Антарктикою, чим над Арктикою, утворяться зимою, коли відсутнє сонячне світло і в умовах метеорологічної ізоляції Антарктиди температура в стратосфері падає нижче за -80°. Можна передбачити, що з'єднання азоту конденсуються, замерзають і залишаються пов'язаними з хмарними частками і тому позбавляються можливості вступити в реакцію з хлором. Можливо також, що хмарні частки здатні каталізувати розпад озону і резервуарів хлору. Все каже про те, що ХФВ здатні спричинити помітне зниження концентрації озону тільки в специфічних атмосферних умовах Антарктиди, а для помітного ефекту в середніх широтах, концентрація активного хлора повинна бути набагато вищою. По-друге, при руйнуванні озонового шару жорсткий ультрафіолет почне проникати глибше в атмосферу. Але це означає, що утворення озону буде відбуватися як і раніше, але тільки трохи нижче, в області з великим вмістом кисня. Правда, в цьому випадку озоновий шар буде в більшій мірі схильний до дії атмосферної циркуляції.

Хоч перші песимістичні оцінки були переглянені, це ні в якому разі не означає, що проблеми немає. Швидше стало ясно, що немає негайної, серйозної небезпеки. Навіть найбільш оптимістичні оцінки передбачають при сучасному рівні викиду ХФВ в атмосферу серйозні біосферні порушення у другій половині XXI ст., тому скорочувати використання ХФВ всеж таки необхідно.

Висновок

Можливості впливу людини на природу постійно ростуть і вже досягли такого рівня, коли людина може зруйнувати планету, знишити все живе, повністю змінити кліматичні умови інш. Вже не в перший раз речовина, який довгий час вважався абсолютно нешкідливою, виявляється насправді надто небезпечною. Років двадцять назад навряд чи хто-небудь міг передбачити що звичайний аерозольний балончик може представляти серйозну загрозу для планети загалом. На нещастя, далеко не завжди вдається вчасно передбачити, як та або інша сполука буде впливати на біосферу. Однак у випадку з ХФВ така можливість була: всі хімічні реакції, що описують процес руйнування озону ХФВ надто прості і давно відомі. Але навіть після того, як проблема ХФВ була в 1974 р. сформульована, лише США вжили які-небудь заходів по скороченню виробництва ХФВ хоча заходи ці були абсолютно недостатні. Була потрібна досить серйозна демонстрація небезпеки ХФВ для того, щоб були прийняті серйозні заходи в світовому масштабі. Потрібно помітити, що навіть після виявлення озоновой “дірки”, ратифікування Монреальської конвенції якийсь час знаходилося під загрозою. Може проблема ХФВ навчить з великою увагою і з застереженням ставитись до всіх речовин, що попадають в біосферу внаслідок діяльності людства.

**Список литературы**

Антропогенные изменения климата (под ред. Будыко М.И. и Израэля Ю.А.).-Л., Гидрометиздат, 1987.

Миронов Л.В. Разрушение озонового слоя Земли хлорфторуглеродами. -Л., Гидрометеоиздат, 1989.

Израэль Ю.А. Проблемы окружающей среды и пути их решения. –Л., Гидрометеоиздат, 1984.

Бронштейн Д.Л. Современные средства измерения загрязнения атмосферы. –Л.: Гидрометиздат, 1989.

Кондратьев К.Л. Современное состояние и перспективы применения спутников для монитринга климата.-Метеорология и гидрология. 1982, № 7.