

ДОСЛІДЖЕННЯ ОЗОНОВОЇ ДІРИ: ГІПОТЕЗИ ТА НЕБЕЗПЕКА

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Сучасна теорія ПСХ-ХФВ утворення озонної діри пояснює більшість даних спостережень. Виділення ХФВ в результаті людської діяльності відповідає головним чином за виснаження шару озону в Північній півкулі. Озонна діра біля Антарктики весною виникає тому, що для утворення діри необхідна присутність стратосферних хмар, що утворюються тільки в найхолоднішу пору року. Перші ж промені сонця ініціюють хімічні реакції, що виснажують озонний шар. Втрата озону відчутніше над Антарктикою ніж над Арктикою, тому що антарктична стратосфера холодніша і тут утворюється більше хмар, особливо на висоті менше 20 км. Більше хмар - більше активних атомів хлору та інтенсивніше видалення азотних сполук - більші втрати озону.

Ключові слова: озонна діра, втрати озону, хлор, механізм вивільнення хлору з резервуарів.

Abstract

The current UGS-CFC theory of ozone hole formation explains most of the observational data. The release of CFCs from Indian activities is mainly responsible for the depletion of the ozone layer in the Northern Hemisphere. The ozone hole near Antarctica appears in spring because the hole requires the presence of stratospheric clouds, which form only in the cold season. The first rays of the sun initiate chemical reactions that deplete the ozone layer. The loss of ozone is noticeable over Antarctica than over the Arctic, since the Antarctic stratosphere is colder and more clouds form here, especially at altitudes less than 20 km. More clouds - more active chlorine atoms and more intensive removal of nitrogen compounds - greater ozone losses.

Keywords: ozone hole, ozone loss, chlorine, the mechanism of chlorine release from tanks.

Вступ

В 1985р Джозеф Фарман разом зі своїми співробітниками з Британської антарктичної служби вперше повідомив, що з кінця 1970х років над Антарктидою відбувалося значне потоншення озонного шару. Виміри супутника "Німбус-7", зроблені Арліном Крюгером з Годдардовського центра космічних польотів НАСА, показали, що з роками дефіцит озону збільшувався від однієї південної весни до іншої. В вересні та жовтні втрачається біля 70% озону над Антарктидою, що дорівнює приблизно 3% всього озону атмосфери. Було висунуто ряд гіпотез щодо пояснення виникнення озонної діри. Було відправлено декілька експедицій для того, щоб відсіяти невірні гіпотези.

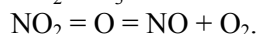
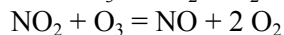
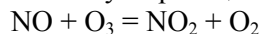
Результати дослідження

Гіпотеза 1: атмосферна циркуляція. Схема циркуляції могла поступово змінитись так, що над Антарктидою потоки повітря спрямовані вгору. В результаті стратосферне повітря, збагачене озоном, заміщується повітрям з тропосфери - нижнього 10км-шару, що втримує мало озону. Макс Левенштайн та його група з Еймського дослідницького центру НАСА та їх колеги національного центру атмосферних досліджень та інші показали, що відповідно до динамічних моделей використаних приблизно гіпотези циркуляції, на висоті озонної діри мають бути присутніми газоподібні мікроелементи з поверхні Землі. Виміри, навпаки, показали низькі рівні газоподібних мікроелементів, отже насправді повітря, що заповнює озонну діру поступає з більших висот, де озону зазвичай багато.

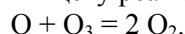
Гіпотеза 2: хімічні реакції. В одній з перших гіпотез йшлося про те, що навколо озонної діри може у підвищених концентраціях бути присутніми сполуки азоту, що є найважливішими агентами в руйнуванні озону. в нижніх шарах атмосфери. Підвищення концентрації приписувалось сонячній активності та атмосферної циркуляції. В теорії припускалося, що за утворення озонної діри відповідають сполуки хлору, що надходять в атмосферу головним чином у складі антропогенного хлорфторвуглецю (ХФВ). Ці інертні сполуки, що використовуються як хладагенти для кондиціонерів та холодильників, як хімічні агенти для виробництва пінопластів, можуть зберігатися в атмосфері від 50 до 100 років.

За декілька тисячоліть вони досягають середини стратосфери, розташованої на висоті біля 30 км, або піднімаються вище. Там ультрафіолетове випромінювання розриває їх. Хлор, що виділився з молекул ХФВ спочатку існує в вигляді вільного хлору або реагує з озоном, утворюючи закис хлору ClO. Обидві форми вступають в подальші реакції, утворюючи стійкі сполук - резервуари хлору. Вони складаються з різноманітних форм хлористооководневої кислоти HCl, що утворюється під час реакції вільного хлору з такими компонентами, як метан та нітрат хлору ClONO₂, що виникає в реакції між ClO та двоокисом азоту NO₂. Доктор технічних наук В. П. Бурдаков та кандидат технічних наук В. М. Філін в своїх працях дають багато цікавих та переконливих даних про дію викидів стратегічних ракет та шатлів, використовуючи порівняльну характеристику хімічного складу цих викидів.

За їх свідченнями у викидах всіх літаків 0,1% оксидів азоту NO та NO₂, що під дією УФ-випромінювання сонця майже не утримується в атмосфері. Потім молекули NO грають роль руйнівників озону за реакціями:



Кінцеву реакцію можна записати так:



Було підраховано, що до моменту свого зникнення кожна молекула оксиду азоту знищує в середньому 10 молекул озону. Окремим аспектом дослідження озону в атмосфері є дослідження вмісту озону у приземному шарі, де його виникнення пов'язане з фотохімічними реакціями та спричиненням небезпеки для здоров'я населення. Для дослідження забруднення приземного шару атмосфери можуть використовуватись лідарні засоби екологічного моніторингу та біоіндикація, зокрема ліхеноіндикація [9–23].

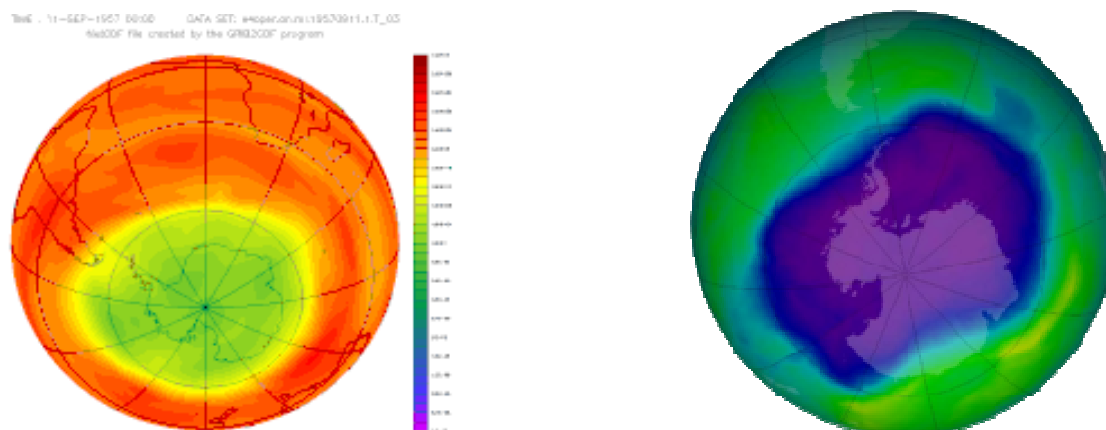


Рис.1 Еволюція озонової діри над Антарктидою 1957-2006 роки

Висновки

Дослідники передбачають, що кількість хлору в атмосферу досягне свого піка в першому десятиріччі наступного століття, тому, що хлорфторвуглецеві сполуки мають настільки великий час життя, що кількість хлору в атмосфері буде не тільки залишатися постійною (не дивлячись на численні міжнародні конференції, угоди тощо), а буде продовжувати рости до середини наступного сторіччя, а може й далі. Отож втрати озону найближчим часом будуть зростати в зоні антарктичної озонової діри. Можливе подвоєння цих втрат. Реальних результатів боротьби за озоновий шар планети поки що ніхто не знає.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Корсак К. В., Коцаренко М. Я. Озонова діра - сигнал небезпеки. - К: Т-во "Знання" УРСР, 1990 – 48 с.
2. Пертов С. П., Хргиан А. Х. Атмосферный озон. - Л.: "Гидрометеиздат", 1980- 287 с.
3. Данилов А. Д., Кароль И. Л. Атмосферный озон - сенсации и реальность. - Л.: "Гидрометеиздат", 1991. - 120 с. .

4. Ортенберг Ф. С., Трифонов Ю. М. Озон: взгляд из космоса. - М: "Знание", 1990. - 64 с.
5. В мире науки (Scientific American, издание на русском языке) № 8. - М: Мир, 1991. - с. 34 – 41.
6. В мире науки (Scientific American, издание на русском языке) № 3. - М: Мир, 1991. - с 6 – 13.
7. The new GROLIER multimedia encyclopedia for MPC IBM PC's & Compatibles, release - The Software Toolworks Inc., 1993.
8. Лунин В. В., Попвич М. П., Ткаченко С. Н. Физическая химия озона. - М:Изд-во МГУ. -480с.
9. Селіванова А. Р., Кватернюк О. Є., Кватернюк С. М. Аналіз стану атмосферного повітря в ряді мікрорайонів м. Вінниці за допомогою пасивної ліхеноіндикації. VII-й Всеукраїнський з'їзд екологів з міжнародною участю [Електронне мережне наукове видання] : зб. наук. праць. (м. Вінниця, 25–27 вересня 2019 р.). Вінниця, 2019. С. 116. – 6 Мб.
10. Петрук В. Г., Кватернюк С. М., Безусяк Я. І. Мультиспектральний контроль забруднення атмосферного повітря з використанням біосенсорів та ліхеноіндикації. V-й Всеукраїнський з'їзд екологів з міжнародною участю : зб. наук. праць. (м. Вінниця, 23–26 вересня 2015 р.). Вінниця, 2015. С. 246.
11. Петрук В. Г., Кватернюк С. М., Васильківський І. В., Ковтонюк А. В. Контроль та прогнозування забруднення атмосфери оксидами азоту. IV-ий Всеукраїнський з'їзд екологів з міжнародною участю : зб. наук. стат. (м. Вінниця, 25–27 вересня 2013 р.). Вінниця, 2013. С. 508–509.
12. Петрук В. Г., Кватернюк С. М., Васильківський І. В., Ковтонюк А. В. Оцінювання екологічних ризиків при забрудненні атмосфери оксидами азоту. IV-ий Всеукраїнський з'їзд екологів з міжнародною участю : зб. наук. стат. (м. Вінниця, 25–27 вересня 2013 р.). Вінниця, 2013. С. 510–511.
13. Петрук В., Васильківський І., Кватернюк С., Слободиський А. Лідарний контроль аерозольного забруднення атмосфери. Вимірювання, контроль та діагностика в технічних системах (ВКДТС–2013) : зб. тез доп. II-ої міжнар. наук. конф. (м. Вінниця, 29–30 жовтня 2013 р.). Вінниця, 2013. С. 150–152.
14. Петрук В. Г., Кватернюк С. М., Трач І. А. та ін. Дослідження антропогенних аерозолів в атмосфері. Збірник наукових праць Вінницького національного аграрного університету. Серія: Сільськогосподарські науки. 2012. № 63. Вип. 4. С. 204-209.
15. Васильківський І. В., Петрук В. Г., Кватернюк С. М. Аналіз систем лідарного зондування атмосферного середовища. Вісник Вінницького політехнічного інституту. 2010. № 1. С. 27–34.
16. Іванов А. П., Чайковський А. П., Васильківський І. В., Петрук В. Г., Кватернюк С. М. Лідарний екологічний моніторинг атмосферного аерозолю. Вісник Вінницького політехнічного інституту. 2010. № 3. С. 7–14.
17. Петрук В. Г., Васильківський І. В., Кватернюк С. М. Аналіз рівняння лазерного зондування атмосфери за допомогою лідара. Вісник Вінницького політехнічного інституту. 2009. № 6. С. 27–32.
18. Петрук В. Г., Васильківський І. В., Кватернюк С. М. Лідарний контроль параметрів атмосфери. II-й Всеукраїнський з'їзд екологів з міжнародною участю : зб. наук. стат. (м. Вінниця, 23-26 вересня 2009 р.). Вінниця, 2009. С. 271-275.
19. Іванов А. П., Чайковський А. П., Петрук В. Г., Васильківський І. В., Кватернюк С. М. Лідарний екологічний моніторинг атмосфери. II-й Всеукраїнський з'їзд екологів з міжнародною участю : зб. наук. стат. (м. Вінниця, 23-26 вересня 2009 р.). Вінниця, 2009. С. 275-280.
20. Петрук В. Г., Васильківський І. В., Кватернюк С. М. Характеристика лідарних досліджень стандартних параметрів атмосфери. II-й Всеукраїнський з'їзд екологів з міжнародною участю : зб. наук. стат. (м. Вінниця, 23-26 вересня 2009 р.). Вінниця, 2009. С. 346-350.
21. Петрук В. Г., Васильківський І. В., Кватернюк С. М. та ін. Дослідження розповсюдження лазерного випромінювання в атмосферному середовищі. Оптико-електронні інформаційно-енергетичні технології. 2008. № 2 (16). С. 114–126.
22. Петрук В., Васильківський І., Кватернюк С. Аналіз систем лідарного контролю атмосферного середовища. Контроль і управління в складних системах (КУСС-2008) : тези доп. IX міжнар. конф. (м. Вінниця, 21-24 жовтня 2008 р.). Вінниця, 2008. С. 161.
23. Васильківський І., Петрук В., Кватернюк С. Аналіз рівняння лазерного зондування атмосфери для однократного розсіювання. Контроль і управління в складних системах (КУСС-2008) : тези доп. IX міжнар. конф. (м. Вінниця, 21-24 жовтня 2008 р.). Вінниця, 2008. С. 156–157.

Руденко Дарія Володимирівна – студентка групи ЕКО-20б, інституту екологічної безпеки та моніторингу довкілля, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: daraverta@gmail.com

Rudenko Daria Volodymyrivna – student of ECO-20b group, Institute of Ecological Safety and Environmental Monitoring, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: daraverta@gmail.com