

#### 4.1.4. Проблема руйнування озонового шару

Як було показано раніше, молекули озону  $O_3$  зароджуються у верхніх прошарках атмосфери внаслідок фотодисоціації молекулярного кисню  $O_2$  під впливом ультрафіолетового (УФ) випромінювання сонця з довжиною хвиль менше 242 Нм:  $O_2 + h\nu \rightarrow O + O$ ;  $O + O_2 \rightarrow O_3$ . Ці ж вільні атоми кисню беруть участь у природному руйнуванні озону  $O + O_3 \rightarrow 2O_2$ . На цей процес витрачається біля 5% сонячної енергії, яка надходить до Землі. Озон руйнується також в каталітичних циклах за участю атомів хлору і бромю, оксидів азоту та гідроксилу. Внаслідок балансу процесів зародження і руйнування формується озоновий шар, який захищає живу речовину від згубної дії УФ з довжиною хвилі 280-320 Нм.

Розподіл озону в атмосфері нерівномірний. Він залежить від температури, циркуляції повітря, наявності аерозолів, сезонних змін

стану атмосфери тощо. Найбільш ефективно утворення озону відбувається поблизу екватора, де потік сонячного випромінювання максимальний.

У свою чергу зміни в озоновому шарі впливають на стан атмосфери. Надмір УФ променів руйнує листя дерев, знижує біологічну продуктивність, викликає у людей рак шкіри, захворювання сітчатки очей, непередбачені мутації тощо. В Новій Зеландії статистично визначено, що при зменшенні густини озонового прошарку на один відсоток кількість онкозахворювань збільшується на 4-5%.

До певного часу життєдіяльність людини не впливала на процеси в озоновому шарі. Розвиток промисловості, транспорту, авіації та ракетно-космічної техніки, широке вживання штучних хімічних речовин у побуті і промисловості призвели до підвищення в атмосфері концентрації активних по відношенню до озону речовин. Перш за все це стосується хлорофторовуглеців (ХФВ) (фреонів  $\text{CF}_2\text{Cl}$ ,  $\text{C}_2\text{F}_3\text{Cl}_3$ ,  $\text{C}_2\text{F}_4\text{Cl}_2$ ,  $\text{C}_2\text{F}_5\text{Cl}$  та галонів  $\text{CF}_2\text{BrCl}$ ), котрі використовуються в криогенній техніці, кондиціонуванні повітря, протипожежних сумішах, аерозольних упаковках тощо. Вони хімічно інертні, високостабільні, не розчиняються у воді, не горять, можуть у повітрі існувати сотні років. Руйнує їх лише ультрафіолетове випромінювання сонця в процесі фотодисоціації, коли вони ~~на~~ накопичуються в нижніх шарах атмосфери. При руйнуванні ХФВ утворюються вільні атоми хлору, які викликають ланцюг згубних для озону реакцій:  $\text{Cl} + \text{O}_3 \rightarrow \text{ClO} + \text{O}_2$ ;  $\text{ClO} + \text{O} = \text{Cl} + \text{O}_2$  і так далі. Один вільний атом хлору здатен зруйнувати 100 тисяч молекул озону. Вивчення стратосферних процесів у Південній півкулі виявило таку залежність: при збільшенні концентрації  $\text{ClO}$  у повітрі з 0,05...0,10 до 1,05...1,10<sup>-1</sup> млрд. концентрація  $\text{O}_3$  зменшилася з 2,5...2,7 до 1,0...1,1 млн<sup>-1</sup>.

Аналогічні реакції викликає і бром. Кількість викидів ХФВ складає десятки мільйонів тонн, чого достатньо для відчутного впливу на стан озонового прошарку атмосфери. На початку 70-х років відносна кількість хлору в атмосфері дорівнювала  $1,5 \cdot 10^{-3}$  частин на мільйон. Зараз ця цифра збільшилась до  $4 \cdot 10^{-3}$  млн<sup>-1</sup>.

З 80-х років минулого століття вчені спостерігають періодичне різке зниження концентрації озону в північних районах атмосфери, що

отримало назву “озонові діри”. Циркумполярний (зимній полярний) вихор повітряних мас розширяє область руйнування озону. Якщо в центрі вихору над Антарктидою потужність озону знижується до 125, то над Європою озонові діри характеризуються значенням 200...250 о.Д.

Внаслідок серйозної загрози життю на Землі від руйнування озонowego прошарку світова спільнота вдається до захисних засобів – у 1982 році було складено Монреальський протокол, а в 1985 році підписано Віденську конвенцію, в яких передбачено зменшення виробництва ХФВ з кінцевою метою повної їх заборони. Зараз кількість нових ХФВ зменшується, але вплив накопичених в атмосфері буде відчуватися ще багато десятиліть. Тому загроза антропогенного походження для озонowego шару не знята, в зв'язку з чим вчені ведуть пошуки штучного прискорення процесу поновлення озону. Сьогодні найбільш перспективним вважається спосіб опромінювання повітря лазером з довжиною хвиль 762 і 1270 нм.

### *Контрольні запитання і завдання*

1. Що таке озоневий прошарок?
2. Описати процеси природного утворення і руйнування озону.
3. Яке значення має озоневий шар для життя на Землі?
4. Яким чином людська діяльність впливає на стан озонowego шару?
5. Що таке ХФВ?
6. Які властивості ХФВ роблять їх небезпечними?
7. Описати дію ХФВ на озон.
8. Що таке “озоневий діра”?