

MÔI CHẤT LẠNH VÀ VẤN ĐỀ BẢO VỆ TẦNG ÔZÔN

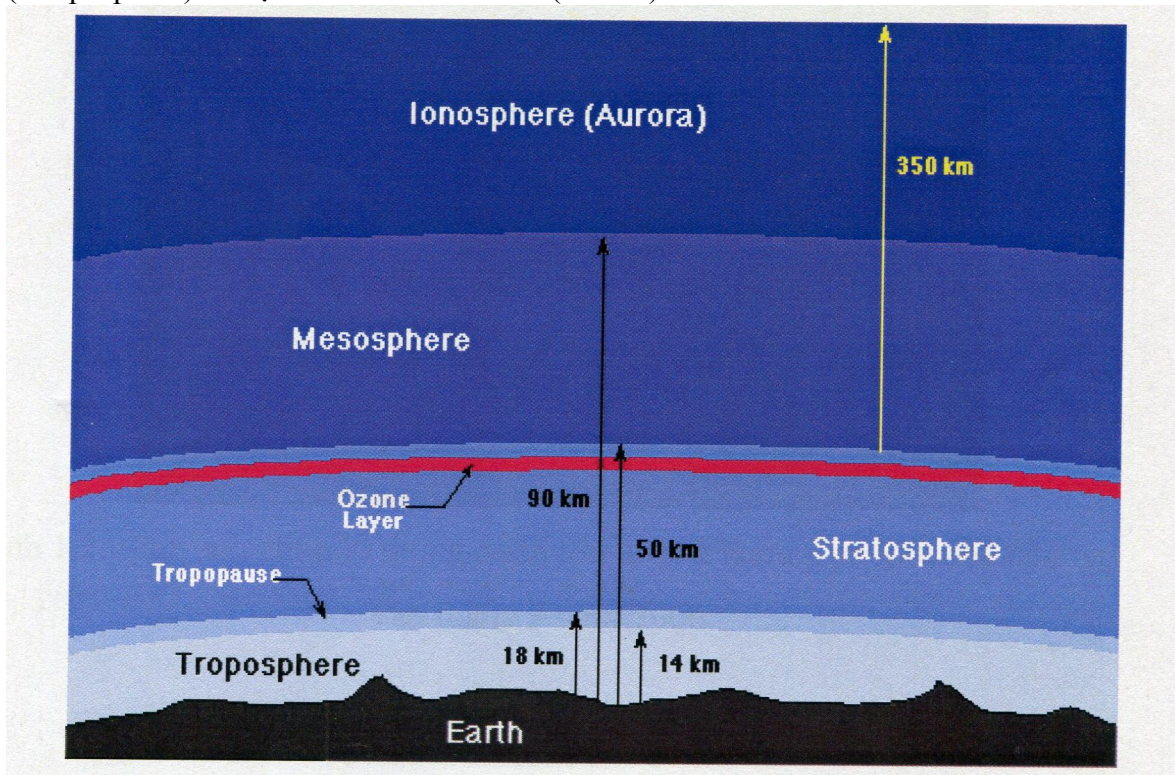
GS.TS Phạm Văn Tuyền

Tầng ôzôn – lá chắn bảo vệ hành tinh của chúng ta.

Hiện nay loài người đang phải đối mặt với những hậu quả tai hại của biến đổi khí hậu, trong đó hiện tượng nóng lên toàn cầu và tầng ôzôn suy giảm là những tác động hàng đầu thu hút sự quan tâm của tất cả các quốc gia và tổ chức Liên hiệp quốc.

Môi trường sống của con người có thể được hiểu là các điều kiện vật lý, hóa học, sinh học, xã hội bao quanh con người và có ảnh hưởng tới sự sống của từng cá nhân và toàn bộ loài người trên hành tinh. Như vậy thành phần quan trọng của môi trường sống là bầu khí quyển bao quanh trái đất, nó không chỉ đóng vai trò cung cấp ôxy duy trì sự sống trên trái đất và ngăn ngừa những tác động xấu đến từ vũ trụ mà tiêu biểu là của tia cực tím và của sự gia tăng nhiệt độ trái đất.

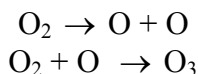
Ta biết rằng khí quyển bao quanh trái đất là lớp không khí có bề dày khoảng 50 km, càng lên cao thì mật độ không khí càng giảm. Có thể coi khí quyển bao quanh chúng ta tạo thành từ hai tầng chính là tầng đối lưu (Troposphere) có độ cao từ 0 đến 10 km và tầng bình lưu (Stratosphere) có độ cao từ 10 đến 50 km (Hình 1).



Hình 1. Hình ảnh bầu khí quyển bao quanh trái đất

Ngoài 78% khí quyển là nitơ, 21% là ôxy, còn có 1% là các khí khác như hơi nước, khí cacbôníc, mêtan, các ôxyt nitơ, các khí trơ như argon, hêli, nêon,... và ôzôn. Tuy chỉ chiếm khoảng 3 phần triệu nhưng sự có mặt của ôzôn trong khí quyển lại có vai trò đặc biệt quan trọng. Ôzôn là một dạng tồn tại của nguyên tố ôxy, phân tử gồm 3 nguyên tử ôxy, trong điều kiện bình thường ở dạng khí, màu tím nhạt và có mùi hơi hăng. Ôzôn trong khí quyển phân bố không đều,

phụ thuộc vào độ cao và vị trí địa lý. Ôzôn được hình thành do tác động của bức xạ mặt trời, đồng thời nó cũng mất đi do sự tác động của bức xạ mặt trời, vì vậy ôzôn trong khí quyển tồn tại ở trạng thái cân bằng động. Lượng ôzôn chủ yếu tập trung trong lớp khí quyển có độ cao từ 10 đến 50 km của tầng bình lưu, đặc biệt là ở độ cao 19 đến 23 km có đến 90% lượng ôzôn tập trung ở đây, do vậy đó cũng chính là nơi sản sinh ra ôzôn trong khí quyển do phản ứng quang hóa của bức xạ mặt trời:



Ôzôn được hình thành quanh năm trong tầng bình lưu vùng xích đạo, do quá trình động học quy mô lớn của khí quyển về phía hai cực nên ôzôn được di chuyển về phía hai cực. Ở vùng xích đạo, trong tầng bình lưu mật độ ôzôn lớn nhất ở độ cao khoảng 18 km, ở hai cực mật độ ôzôn lớn nhất ở lớp khí quyển có độ cao từ 8 đến 10 km.

Ôzôn ở tầng bình lưu có vai trò hết sức quan trọng đối với sự sống trên trái đất. Nó hấp thụ hầu hết các tia bức xạ sóng ngắn, sóng dài và đặc biệt là sóng trung là sóng rất nguy hiểm tới sự sống trên trái đất. Đó là lá chắn bảo vệ sự sống trên trái đất và được gọi là tầng ôzôn.

Nói đến tầng ôzôn là phải nói đến sự tương tác của nó với tia cực tím. Tia cực tím giải sóng ngắn (UV.C) bị ôzôn chặn lại và hấp thụ trong quá trình quang hóa tạo ra phân tử ôzôn từ ôxy, và cũng phân hủy ôzôn thành ôxy (xem hình 2), nhưng đặc biệt là nó có khả năng phá hủy AND của gen di truyền, làm giảm khả năng đề kháng của cơ thể sống, nhất là khi có lỗ thủng ôzôn UV.C có khả năng chiếu trực tiếp vào cơ thể sống làm biến đổi gen di truyền. Tia cực tím giải sóng trung bình (UV.B) bị ôzôn hấp thụ rất mạnh, đặc biệt là ôzôn tầng bình lưu. Chính UV.B có khả năng tăng cường tổng hợp sinh tố D₃ có lợi cho răng, xương và ngăn ngừa một số bệnh. Nhưng nếu UV.B tăng quá mức cần thiết sẽ gây ra đột biến AND và một số bệnh về da như ung thư da, lão hóa da, giảm khả năng miễn dịch, các bệnh về mắt, làm đục thủy tinh thể. Với môi trường, nó gây cản trở sự phát triển của thực vật, làm gãy các phân tử polyme, phá hủy vật liệu, làm biến đổi khí hậu toàn cầu. Các bức xạ cực tím sóng dài (UV.A) có khả năng thâm nhập sâu vào trong da và ngăn chặn những ảnh hưởng xấu đến da của UV.B. Tuy nhiên khi lượng UV.A nhiều hơn mức cần thiết nó sẽ gây ra hiện tượng đông kết các chất sắc tố.

Cũng phải nói thêm rằng cũng chính ôzôn là chất khí nhà kính quan trọng, cũng như các khí nhà kính khác, nó phản xạ các tia hồng ngoại bức xạ từ bề mặt trái đất làm khí quyển ở tầng thấp nóng lên.

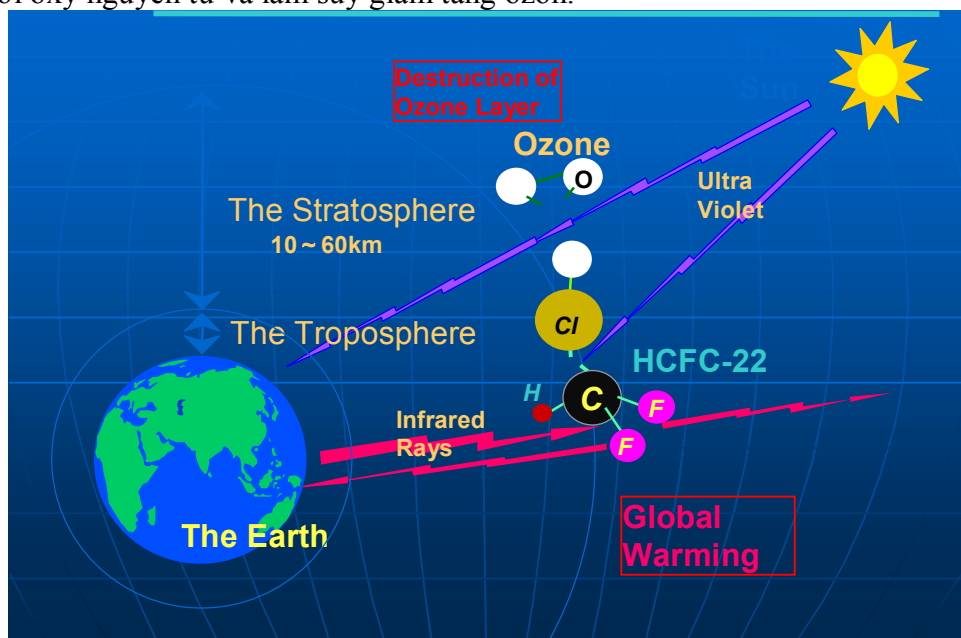
Ngoài các tính chất trên, người ta còn thấy rằng lớp ôzôn ở sát bề mặt trái đất là chất khí không tốt cho hệ sinh thái vì nó làm tăng nhiệt độ, giảm độ ẩm của đất và gây tổn thương cho đường hô hấp của cơ thể sống. Nhưng rất may là nó chỉ tồn tại trong một khoảng thời gian rất ngắn. Ở tầng đối lưu ôzôn tạo hiệu ứng nhà kính, đặc biệt ở bắc bán cầu, nó có tác động xấu tới sức khỏe của con người và động vật ngay cả khi có tỷ lệ ở mức độ thấp dưới 60 phần tỷ thể tích. *Lượng ôzôn ở tầng bình lưu lại có một vai trò cực kỳ quan trọng. 90% lượng ôzôn tập trung ở đây là nhân tố chủ yếu hấp thụ các bức xạ cực tím UV.B, UV.C có hại.* Điều đó nói lên tầm quan trọng của việc bảo vệ, chống suy giảm tầng ôzôn để tránh gây nên những hậu quả nghiêm trọng do các tia cực tím từ bức xạ mặt trời gây ra cho hành tinh của chúng ta.

Môi chất lạnh và tác động làm suy giảm tầng ôzôn.

Nhận thức được vai trò quan trọng của tầng ôzôn nên ngay từ những năm 20 của thế kỷ trước con người đã tìm cách đo đạc tổng lượng ôzôn trong khí quyển và sau đó đã thiết lập một hệ thống quan trắc trên toàn cầu, trong đó Việt Nam cũng có một số trạm như ở Hà Nội, Sa Pa và

Tp Hồ Chí Minh. Từ những năm 70 các nhà khoa học đã phát hiện ra nguyên nhân chính gây nên sự suy giảm ôzôn là những hóa chất nhân tạo trong phân tử có chứa clo, điển hình là cloflocacbon (CFC), chiếm tới 70% các hóa chất nhân tạo phá hủy tầng ôzôn do con người tạo ra phát thải vào khí quyển. Ta biết rằng các môi chất lạnh là các CFC như CCl_3F (R11), CCl_2F_2 (R12), CClF_3 (R13), $\text{C}_2\text{Cl}_2\text{F}_4$ (R114) và một số các hỗn hợp đồng sôi như R500, R502 chiếm tỷ lệ rất lớn trong các hệ thống lạnh dân dụng và công nghiệp sử dụng ở nước ta cho mục đích làm lạnh và điều hòa không khí.

Các kết quả nghiên cứu đã chứng minh rằng clo phản ứng rất nhanh với ôzôn để tạo thành chlorine ôxit (ClO), sau đó ClO lại phân ly thành Cl nguyên tử và ôxy, Cl lại tiếp tục phản ứng với ôzôn,... Quá trình lặp lại nhiều lần như vậy như một chuỗi phản ứng, mỗi nguyên tử Cl có thể phá hủy hàng nghìn phân tử ôzôn. Lượng ôzôn bị phá hủy nhiều tới mức đã xuất hiện lỗ thủng ở tầng ôzôn, các tia cực tím khi đó có cơ hội đi tới bề mặt trái đất và gây các tác dụng xấu. Cơ chế tác động làm suy giảm tầng ôzôn của môi chất lạnh có chứa Clo được minh họa ở hình 2. Ta thấy rằng dưới tác dụng của tia cực tím ôzôn bị phân tích thành $\text{O}_2 + \text{O}$ và Clo tách ra từ HCFC 22 lại tác dụng với ôxy nguyên tử và làm suy giảm tầng ôzôn.



Hình 2. Cơ chế làm suy giảm tầng ôzôn và gây hiệu ứng nhà kính của R22.

Như vậy các môi chất lạnh càng có nhiều nguyên tử Clo thì sức phá hủy ôzôn của nó càng mạnh, trong số các môi chất có chứa Clo là CFC và HCFC thì rõ ràng các CFC có số nguyên tử Clo cao hơn (ở các HCFC đã có các nguyên tử hydro thế chỗ một số nguyên tử Clo), do đó “kẻ thù” lớn nhất của ôzôn là các chất CFC. Các số liệu năm 1996 cho thấy tổng lượng ôzôn ở Nam cực đã giảm 60% so với những năm 60, ở Bắc cực cũng giảm khoảng 50%.

Sự giảm lượng ôzôn trong khí quyển, mà chủ yếu sự suy giảm trong tầng bình lưu đang là điều cảnh báo đối với nhân loại, nhắc nhở chúng ta phải có những hành động cụ thể bảo vệ tầng ôzôn và đó cũng là mối quan tâm của ngành lạnh và điều hòa không khí, nơi sở hữu nhiều nhất các CFC, HCFC làm suy giảm tầng ôzôn một khi nó được xả vào khí quyển.

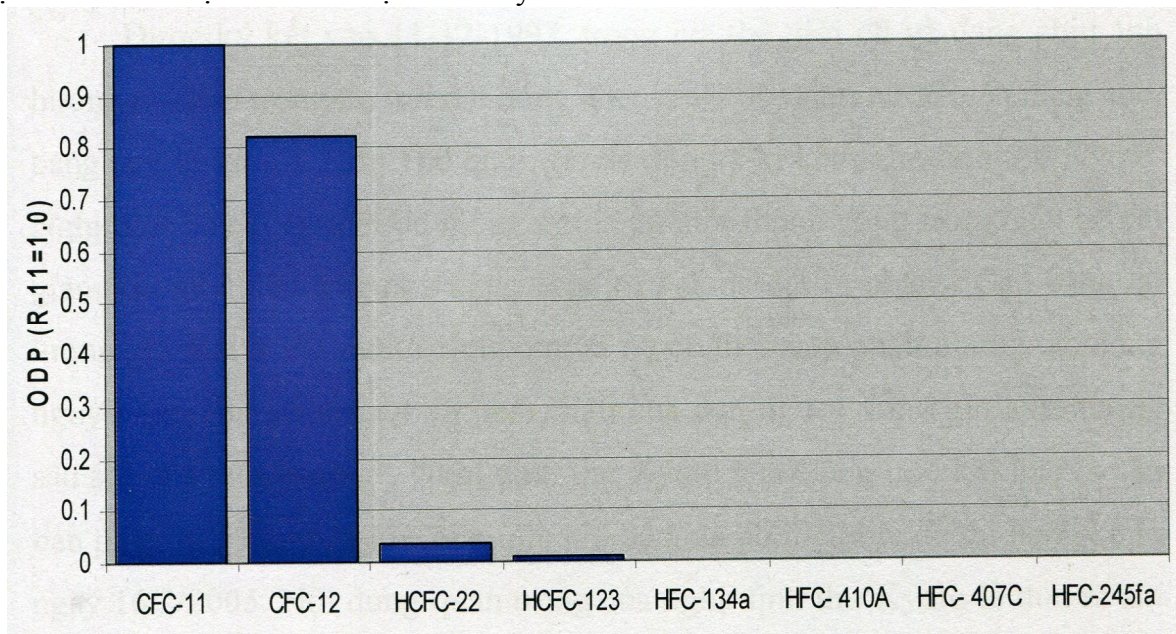
Công ước Viên và Nghị định thư Montreal về bảo vệ tầng ôzôn.

Trước nguy cơ tia cực tím xâm hại sự sống trên hành tinh do sự suy giảm của tầng ôzôn, tháng 3 năm 1985, 42 quốc gia tham dự hội nghị quốc tế tại Viên đã ký kết Công ước Viên gồm 21 điều thúc đẩy các quốc gia thực hiện các cam kết bảo vệ sức khỏe của con người và môi trường khỏi những tác động tiêu cực do tầng ôzôn bị suy giảm và kêu gọi hợp tác trong nghiên cứu, quan trắc và trao đổi thông tin trong lĩnh vực bảo vệ tầng ôzôn. Tiếp đó, tháng 9 năm 1987 Nghị định thư của Công ước Viên được thông qua tại Montreal (Canada) nhằm xác định các biện pháp cần thiết để các quốc gia tham gia hạn chế và kiểm soát việc sản xuất và tiêu thụ CFC và có hiệu lực từ ngày 1-1-1989. Lộ trình loại bỏ CFC như ghi trong bảng 1.

Bảng 1. Thời hạn loại bỏ CFC theo Nghị định thư Montreal

<i>Thời hạn</i>	<i>Các nước phát triển</i>	<i>Các nước đang phát triển</i>
1/1/1996	Loại bỏ CFC	
1/7/1999		Bước đầu loại bỏ CFC
1/1/2005		Cắt giảm 50% CFC
1/1/2007		Cắt giảm 50% CFC
1/1/2010		Loại bỏ CFC

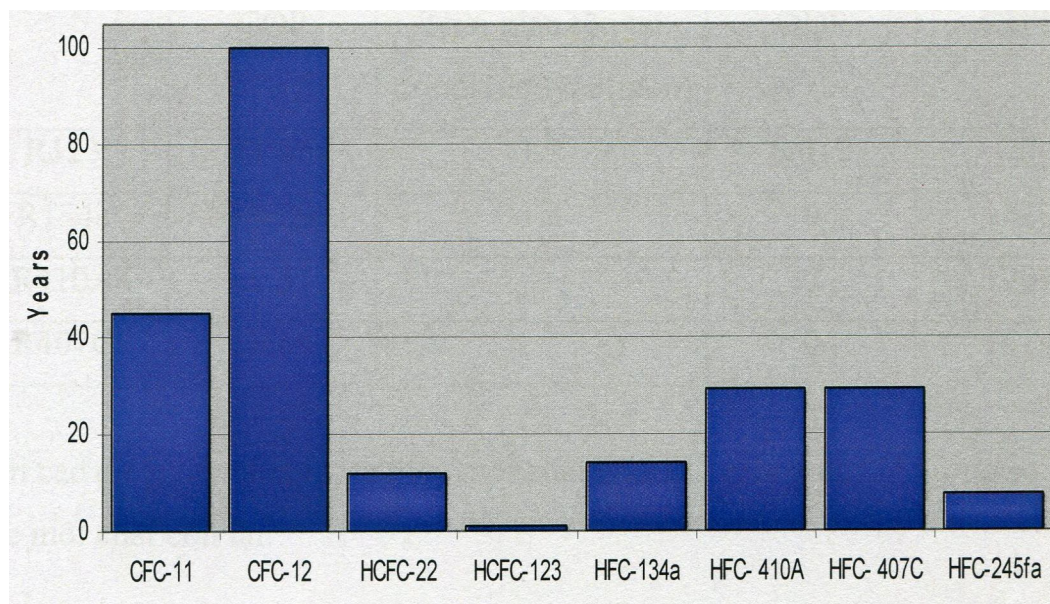
Những năm tiếp theo, công ước đã qua nhiều lần chỉnh sửa. Các chất bị coi là làm suy giảm tầng ôzôn (ODS – Ozon Depletion Substance) nếu nó có chỉ số làm suy giảm tầng ôzôn (ODP – Ozon Depletion Potential) lớn hơn không. Các chất CFC 11 (R11) chứa nhiều nguyên tố Clo có khả năng làm suy giảm mạnh tầng ôzôn được chọn làm chuẩn để so sánh, tức là lấy chỉ số ODP của R11 chính xác là 1 để đánh giá so sánh khả năng làm suy giảm tầng ôzôn của các chất. Trị số ODP của một số freon được trình bày trên hình 3.



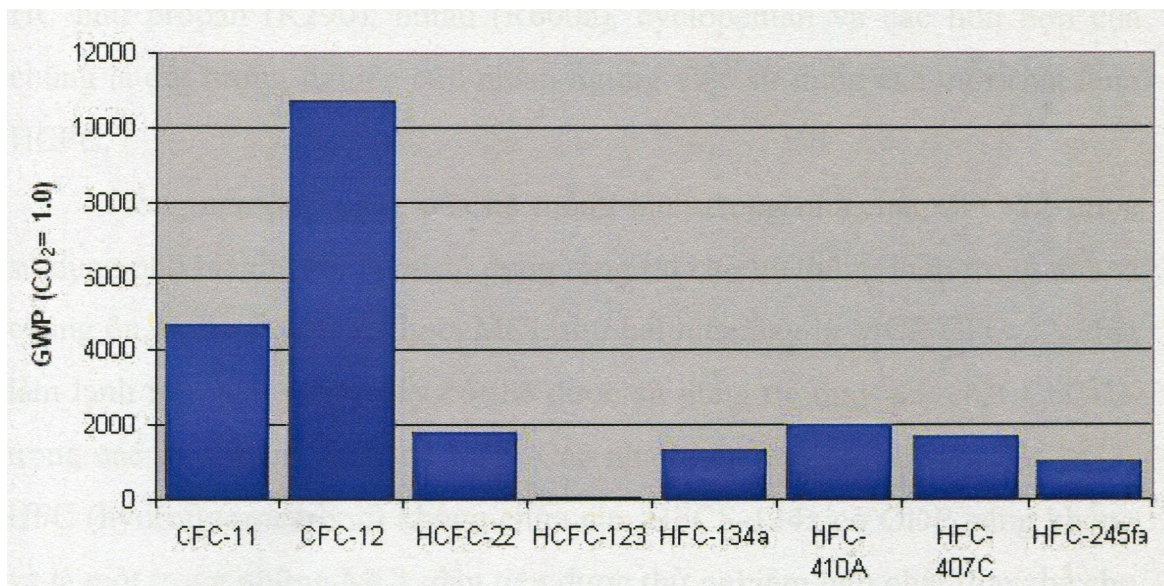
Hình 3. Chỉ số ODP của môi chất lạnh

Để đưa ra quyết định sử dụng hay đình chỉ một môi chất lạnh nào vì lý do tác hại đến tầng ôzôn, chúng ta không chỉ căn cứ vào chỉ số ODP mà còn phải xem xét cả khả năng gây hiệu ứng nhà kính hay khả năng làm nóng toàn cầu (GWP – Global Warming Potential) của nó nữa. Điều này hiện nay được xem như là một vấn đề nổi cộm tác động mạnh mẽ tới môi trường sống của hành tinh. Trong phạm vi bài viết này, chúng tôi chỉ giới thiệu vắn tắt về đặc tính này. Ta biết rằng các chất khí nhiều nguyên tử có đặc tính quang học giống như của kính trong suốt, nghĩa là nó cho các tia bức xạ sóng ngắn từ mặt trời (có nhiệt độ cao) đi qua để tới trái đất nhưng các tia bức xạ sóng dài phát đi từ bề mặt trái đất (nhiệt độ thấp hơn) lại bị phản xạ trở lại. Kết quả là trái đất cứ nhận bức xạ mặt trời mà không phát trở lại vào vũ trụ nên nhiệt độ trái đất cứ ngày càng tăng lên, giống như hiện tượng “bẫy nhiệt” hay hiệu ứng “nhà kính” của bộ thu năng lượng mặt trời, vì thế các khí này còn có tên gọi là khí nhà kính. Các môi chất lạnh khi được phát thải vào khí quyển sẽ cùng với các khí CO₂, H₂O và các khí khác do quá trình cháy nhiên liệu hóa thạch,...tạo thành các khí nhà kính, là nguyên nhân làm cho trái đất nóng lên. Các môi chất lạnh đều là các khí đa phân tử hay hỗn hợp các chất lưu, do đó dù ít hay nhiều, môi chất lạnh nào cũng gây nên hiệu ứng nhà kính. Trên hình 5 trình bày các giá trị GWP của một số môi chất lạnh thường gặp.

Ngoài hai chỉ tiêu nói trên, khi đánh giá về tác động môi trường của môi chất lạnh chúng ta còn phải căn cứ vào thời gian tồn tại của nó trong khí quyển (ví dụ, xem hình 4). Chỉ số làm nóng toàn cầu có thể được tính theo GWP (với chuẩn quy ước của R11 là 1) hay theo HGWP (với chuẩn quy ước của CO₂ là 1 cho thời hạn 100 năm) như trường hợp trình bày trên hình 5.



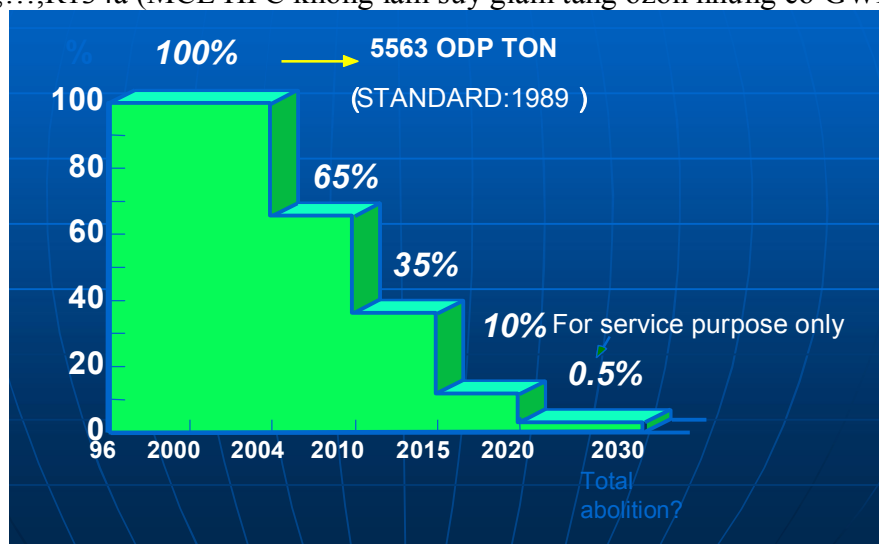
Hình 4. Thời gian tồn tại trong khí quyển của môi chất lạnh, năm



Hình 5. Chỉ số GWP của môi chất lạnh

Như vậy những môi chất lạnh sẽ bị đình chỉ sản xuất và sử dụng trước tiên là những chất có chỉ số ODP và GWP (hay HGWP) lớn. Căn cứ vào các trị số này, người ta đã phân tách các môi chất lạnh thành 3 loại với những ứng xử khác nhau:

- *Các MCL bị đình chỉ sử dụng* (quy định tại phụ lục A, B) chậm nhất đến năm 2010 (Với các nước đang phát triển, trong đó có Việt Nam): Các CFC, các halon 12B1, 13B1, R114B2, CCl₄(carbontetracloride), R140a (C₂H₃Cl₃) và methylcloroform.
- *Các MCL chuyển tiếp* (được sử dụng tạm thời, phải loại trừ vào năm 2030 – xem hình 6, với các nước đang phát triển và Việt Nam thời hạn này là năm 2040 – theo phụ lục C Nghị định thư Montreal): Các HCFC (R22, R123, R141b, R225, R225ca,...) và các HBFC (có Br, không có Cl) như R22B1,...,R134a (MCL HFC không làm suy giảm tầng ôzôn nhưng có GWP cao)



Hình 6. Lộ trình loại trừ các MCL HCFC theo Nghị định thư Montreal

- *Các MCL được sử dụng lâu dài* (MCL cho tương lai): Gồm các MCL có ODP = 0 và trị số GWP nhỏ như các MCL tự nhiên: H₂O (R718), không khí (R729), CO₂ (R744); NH₃ (R717); một số HC (dùng cho các máy nhỏ) như propan (R270), butan (R600), izobutan (R600a), hỗn hợp R600a với R270; các HFC có chỉ số GWP thấp như R407C, R404A,..., các MCL đồng sôi như R507

Ngoài *một số* môi chất lạnh freon gây tác dụng xấu cho tầng ôzôn như đã nói ở trên, tầng ôzôn còn bị xâm hại do những nguyên nhân khác nhau đến từ các ODS là các chất CFC dùng trong công nghệ sản xuất bọt xốp, đệm xốp, các tấm panel cách nhiệt (như R11); các CFC (như R12) hay HCFC (như R22) dùng làm chất đẩy trong các bình xịt khí trong công nghệ sản xuất sơn xịt, hóa mỹ phẩm, thuốc xông khí; các chất làm dung môi tẩy rửa trong công nghệ sản xuất linh kiện điện tử, quang học, cơ khí chính xác,...(như methyl cloroform C₂H₃Cl₃ và CCl₄); các chất dập lửa chống cháy tại các sân bay, tàu biển, dàn khoan,... và các chất sử dụng để diệt khuẩn phục vụ công nghệ bảo quản (như methyl bromua).

Như vậy vấn đề bảo vệ tầng ôzôn không phải chỉ là trách nhiệm của ngành lạnh và điều hòa không khí, bất kỳ chất lỏng nào có khả năng giải phóng nguyên tố Clo vào khí quyển và tham gia phân giải O₃ đều là nguyên nhân làm suy giảm tầng ôzôn. Những khí nhiều nguyên tử khác như CO₂ giải phóng ra khi đốt nhiên liệu hóa thạch như ở các nhà máy nhiệt điện để sản xuất điện năng tuy có gây hiệu ứng nhà kính nhưng không xâm hại tầng ôzôn (không phải như chương trình GO GREEN phát trên VTV1 tối 25 và sáng 26-5-1010 nói là CO₂ bay lên tác dụng với O₃ tạo lỗ thủng ở tầng ôzôn và ánh nắng mặt trời đi qua lỗ thủng này làm trái đất nóng lên).

Nhận thức rõ vai trò của việc bảo vệ tầng ôzôn, từ tháng 1 năm 1994 Việt Nam đã chính thức tham gia Công ước Viên và Nghị định thư Montreal, đồng thời phê chuẩn những sửa đổi, bổ sung sau đó của Nghị định này và xây dựng “Chương trình Quốc gia về bảo vệ tầng ôzôn” với sự điều hành của Văn phòng ôzôn trước đây và Vụ Hợp tác Quốc tế hiện nay (Bộ Tài nguyên và Môi trường). Từ nhiều năm nay chương trình đã được triển khai hiệu quả dưới nhiều hình thức nhằm hạn chế phát thải CFC vào khí quyển.

Các môi chất lạnh R22 và NH₃ đang được sử dụng nhiều nhất trong đời sống và trong công nghiệp ở Việt Nam. Chúng ta cũng đã bắt đầu sử dụng một số môi chất lạnh HFC không làm suy giảm tầng ôzôn như R134a, R410A, R407C,...nhưng khả năng làm nóng toàn cầu vẫn còn khá lớn. Để thay thế R134a cho các máy lạnh nhỏ như tủ lạnh gia đình, điều hòa không khí ô tô người ta bắt đầu sử dụng các môi chất lạnh HC như propan, izobutan và CO₂. Vào năm 2020 R22 sẽ không còn được sản xuất nữa nhưng môi chất lạnh này vẫn còn được sử dụng cho đến năm 2040. Vấn đề đặt ra là chúng ta phải có chế độ quản lý, vận hành hợp lý để tránh làm rò rỉ, thất thoát vào môi trường và có sách lược phù hợp cho phép nhập khẩu máy lạnh R22 để vẫn phát triển sản xuất và đảm bảo các yêu cầu điều hòa không khí mà tránh cho Việt Nam không gặp phải những khó khăn sau này vì thiết bị, công nghệ không đáp ứng các chỉ tiêu về bảo vệ môi trường mà không có cách tiêu hủy, vùi lấp hiệu quả./.

(Nguồn: Vụ Hợp tác Quốc tế Bộ TNMT, Hãng TRANE, tư liệu của tác giả)