

Chương 1

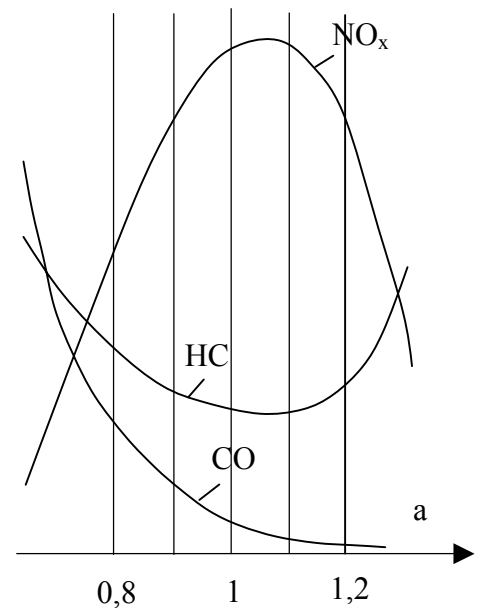
TÁC HẠI CỦA CÁC CHẤT Ô NHIỄM TRONG KHÍ XẢ ĐỘNG CƠ ĐỐT TRONG

1.1. Giới thiệu

Quá trình cháy lí tưởng của hỗn hợp hydrocarbure với không khí chỉ sinh ra CO_2 , H_2O và N_2 . Tuy nhiên, do sự không đồng nhất của hỗn hợp một cách lí tưởng cũng như do tính chất phức tạp của các hiện tượng lí hóa diễn ra trong quá trình cháy nên trong khí xả động cơ đốt trong luôn có chứa một hàm lượng đáng kể những chất độc hại như oxyde nitơ (NO , NO_2 , N_2O , gọi chung là NO_x), monoxyde carbon (CO), các hydrocarbure chưa cháy (HC) và các hạt rắn, đặc biệt là bồ hóng. Nồng độ các chất ô nhiễm trong khí xả phụ thuộc vào loại động cơ và chế độ vận hành. Ở động cơ Diesel, nồng độ CO rất bé, chiếm tỉ lệ không đáng kể; nồng độ HC chỉ bằng khoảng 20% nồng độ HC của động cơ xăng còn nồng độ NO_x của hai loại động cơ có giá trị tương đương nhau. Trái lại, bồ hóng là chất ô nhiễm quan trọng trong khí xả động cơ Diesel, nhưng hàm lượng của nó không đáng kể trong khí xả động cơ xăng.

Những tạp chất, đặc biệt là lưu huỳnh, và các chất phụ gia trong nhiên liệu cũng có ảnh hưởng đến thành phần các chất ô nhiễm trong sản phẩm cháy. Thông thường xăng thương mại có chứa khoảng 600ppm lưu huỳnh. Thành phần lưu huỳnh có thể lên đến 0,5% đối với dầu Diesel. Trong quá trình cháy, lưu huỳnh bị oxy hoá thành SO_2 , sau đó một bộ phận SO_2 bị oxy hoá tiếp thành SO_3 , chất có thể kết hợp với nước để tạo ra H_2SO_4 . Mặt khác, để tăng tính chống kích nổ của nhiên liệu, người ta pha thêm Thétiaétyle chì $\text{Pb}(\text{C}_2\text{H}_5)_4$ vào xăng. Sau khi cháy, những hạt chì có đường kính cực bé thoát ra theo khí xả, lơ lửng trong không khí và trở thành chất ô nhiễm đối với bầu khí quyển, nhất là ở khu vực thành phố có mật độ giao thông cao.

Một trong những thông số có tính tổng quát ảnh hưởng đến mức độ ô nhiễm của động cơ là hệ số dư lượng không khí a . Hình 1.1 trình bày một cách định tính sự phụ thuộc của nồng độ NO , CO và HC trong khí xả theo a . Động cơ đánh lửa cưỡng bức thường làm việc với hệ số dư lượng không khí $a \approx 1$. Theo đồ thị này thì động cơ làm



Hình 1.1: Biến thiên nồng độ các chất ô nhiễm theo hệ số dư lượng không khí

việc với hỗn hợp nghèo có mức độ phát sinh ô nhiễm thấp hơn. Tuy nhiên, nếu hỗn hợp quá nghèo thì tốc độ cháy thấp, đôi lúc diễn ra tình trạng bỏ lửa và đó là những nguyên nhân làm gia tăng nồng độ HC.

Nhiệt độ cực đại của quá trình cháy cũng là một nhân tố quan trọng ảnh hưởng đến thành phần các chất ô nhiễm vì nó ảnh hưởng mạnh đến động học phản ứng, đặc biệt là các phản ứng tạo NO_x và bồ hóng.

Nói chung tất cả những thông số kết cấu hay vận hành nào của động cơ có tác động đến thành phần hỗn hợp và nhiệt độ cháy đều gây ảnh hưởng trực tiếp hay gián tiếp đến sự hình thành các chất ô nhiễm trong khí xả.

Trong thực tế cuộc sống, do hàm lượng các chất độc hại trong khí xả động cơ đốt trong bé nên người sử dụng ít quan tâm tới sự nguy hiểm trước mắt do nó gây ra. Tuy nhiên sự phân tích các dữ liệu về sự thay đổi thành phần không khí trong những năm gần đây (bảng 1.1) đã cho thấy sự gia tăng rất đáng ngại của các chất ô nhiễm. Nếu không có những biện pháp hạn chế sự gia tăng này một cách kịp thời, những thế hệ tương lai sẽ phải đương đầu với một môi trường sống rất khắc nghiệt.

Bảo vệ môi trường không phải chỉ là yêu cầu của từng nước, từng khu vực mà nó có ý nghĩa trên phạm vi toàn cầu. Tùy theo điều kiện của mỗi quốc gia, luật lệ cũng như tiêu chuẩn về ô nhiễm môi trường được áp dụng ở những thời điểm và với mức độ khác nhau.

Ô nhiễm môi trường do động cơ phát ra được các nhà khoa học quan tâm từ đầu thế kỉ 20 và nó bắt đầu thành luật ở một số nước vào những năm 50. Ở nước ta, luật bảo vệ môi trường có hiệu lực từ ngày 10-1-1994 và Chính phủ đã ban hành Nghị định số 175/CP ngày 18-10-1994 để hướng dẫn việc thi hành Luật bảo vệ môi trường.

1.2. Ô nhiễm không khí là gì?

Chúng ta có thể tham khảo định nghĩa sau đây do Cộng đồng Châu Âu đưa ra vào năm 1967: *"Không khí gọi là ô nhiễm khi thành phần của nó bị thay đổi hay khi có sự hiện diện của những chất lạ gây ra những tác hại mà khoa học chứng minh được hay gây ra sự khó chịu đối với con người"*. Theo định nghĩa đó thì:

- Các chất gây ô nhiễm có thể gây nguy hại đến tự nhiên và con người mà khoa học ở thời điểm đó nhận biết được hay chỉ đơn thuần gây ra sự khó chịu chẳng hạn như mùi hôi, màu sắc...

- Danh sách các chất ô nhiễm cũng như giới hạn về nồng độ cho phép của chúng trong các nguồn phát thải có thể thay đổi theo thời gian.

Chương 1: Tác hại của các chất ô nhiễm trong khí xả động cơ đốt trong

Đến nay, người ta đã xác định được các chất ô nhiễm trong không khí mà phần lớn những chất đó có mặt trong khí xả của động cơ đốt trong. Bảng 1.1 dưới đây cho thấy sự gia tăng nồng độ một cách đáng ngại của một số chất ô nhiễm trong bầu khí quyển:

Bảng 1.1 : Sự gia tăng của các chất ô nhiễm trong khí quyển

Chất ô nhiễm	Thời kì tiền công nghiệp (ppm)	Hiện nay (ppm)	Tốc độ tăng (%/năm)
CO ₂	270	340	0,4
N ₂ O	0,28	0,30	0,25
CO	0,05	0,13	3
SO ₂	0,001	0,002	2

Tùy theo chính sách năng lượng của mỗi nước, sự phân bố tỉ lệ phát sinh ô nhiễm của các nguồn khác nhau không đồng nhất. Bảng 1.2 và 1.3 giới thiệu tỉ lệ phát thải CO, HC và NO_x ở Nhật và ở Mỹ.

Bảng 1.2: Tỉ lệ phát thải các chất ô nhiễm ở Nhật (tính theo %)

Nguồn phát ô nhiễm	CO	HC	NO _x
Ô tô	93,0	57,3	39
Sản xuất điện năng	0,1	0,1	21,5
Quá trình cháy trong công nghiệp	0,0	26,4	31,3
Các quá trình cháy khác	6,3	0,7	0,8
Công nghiệp dầu mỏ	-	14,8	5,1
Các hoạt động khác	0,6	0,7	2,6
Tổng cộng	100	100	100

Bảng 1.3: Tỉ lệ phát thải các chất ô nhiễm ở Mỹ (tính theo %)

Nguồn phát ô nhiễm	CO	HC	NO _x
Ô tô	64,7	45,7	36,6
Các phương tiện giao thông khác	9,0	7,2	10,5
Quá trình cháy công nghiệp	9,1	16,8	42,8

Công nghiệp dầu mỏ	5,2	5,3	1,7
Các hoạt động khác	12,0	25,0	8,4
Tổng cộng	100	100	100

1.3. Tác hại của các chất ô nhiễm trong khí xả động cơ

1.3.1. Đối với sức khỏe con người

- **CO** : Monoxyde carbon là sản phẩm khí không màu, không mùi, không vị, sinh ra do ô xy hoá không hoàn toàn carbon trong nhiên liệu trong điều kiện thiếu oxygène.

CO ngăn cản sự dịch chuyển của hồng cầu trong máu làm cho các bộ phận của cơ thể bị thiếu oxygène. Nạn nhân bị tử vong khi 70% số hồng cầu bị không chế (khi nồng độ CO trong không khí lớn hơn 1000ppm). Ở nồng độ thấp hơn, CO cũng có thể gây nguy hiểm lâu dài đối với con người: khi 20% hồng cầu bị không chế, nạn nhân bị nhức đầu, chóng mặt, buồn nôn và khi tỉ số này lên đến 50%, não bộ con người bắt đầu bị ảnh hưởng mạnh.

- **NO_x**: NO_x là họ các oxyde nitơ, trong đó NO chiếm đại bộ phận. NO_x được hình thành do N₂ tác dụng với O₂ ở điều kiện nhiệt độ cao (vượt quá 1100°C). Monoxyde nitơ (x=1) không nguy hiểm mấy, nhưng nó là cơ sở để tạo ra dioxyde nitơ (x=2). NO₂ là chất khí màu hơi hồng, có mùi, khứu giác có thể phát hiện khi nồng độ của nó trong không khí đạt khoảng 0,12ppm. NO₂ là chất khó hòa tan, do đó nó có thể theo đường hô hấp đi sâu vào phổi gây viêm và làm hủy hoại các tế bào của cơ quan hô hấp. Nạn nhân bị mất ngủ, ho, khó thở. Protoxyde nitơ N₂O là chất cơ sở tạo ra ozone ở hạ tầng khí quyển.

- **Hydrocarbure**: Hydrocarbure (HC) có mặt trong khí thải do quá trình cháy không hoàn toàn khi hỗn hợp giàu, hoặc do hiện tượng cháy không bình thường. Chúng gây tác hại đến sức khỏe con người chủ yếu là do các hydrocarbure thơm. Từ lâu người ta đã xác định được vai trò của benzen trong căn bệnh ung thư máu (leucémie) khi nồng độ của nó lớn hơn 40ppm hoặc gây rối loạn hệ thần kinh khi nồng độ lớn hơn 1g/m³, đôi khi nó là nguyên nhân gây các bệnh về gan.

- **SO₂**: Oxyde lưu huỳnh là một chất háu nước, vì vậy nó rất dễ hòa tan vào nước mũi, bị oxy hóa thành H₂SO₄ và muối amonium rồi đi theo đường hô hấp vào sâu trong phổi. Mặt khác, SO₂ làm giảm khả năng đề kháng của cơ thể và làm tăng cường độ tác hại của các chất ô nhiễm khác đối với nạn nhân.

- **Bồ hóng**: Bồ hóng là chất ô nhiễm đặc biệt quan trọng trong khí xả động cơ Diesel. Nó tồn tại dưới dạng những hạt rắn có đường kính trung bình khoảng 0,3mm nên rất dễ xâm nhập sâu vào phổi. Sự nguy hiểm của bồ hóng, ngoài việc gây trở ngại cho cơ quan hô hấp như bất kì một tạp chất cơ học nào khác có mặt trong không khí, nó còn là

nguyên nhân gây ra bệnh ung thư do các hydrocarbure thơm mạch vòng (HAP) hấp thụ trên bề mặt của chúng trong quá trình hình thành.

- **Chì:** Chì có mặt trong khí xả do Tetraétyl chì $Pb(C_2H_5)_4$ được pha vào xăng để tăng tính chống kích nổ của nhiên liệu. Sự pha trộn chất phụ gia này vào xăng hiện nay vẫn còn là đề tài bàn cãi của giới khoa học. Chì trong khí xả động cơ tồn tại dưới dạng những hạt có đường kính cực bé nên rất dễ xâm nhập vào cơ thể qua da hoặc theo đường hô hấp. Khi đã vào được trong cơ thể, khoảng từ 30 đến 40% lượng chì này đi vào máu. Sự hiện diện của chì gây xáo trộn sự trao đổi ion ở não, gây trở ngại cho sự tổng hợp enzyme để hình thành hồng cầu, và đặc biệt hơn nữa, nó tác động lên hệ thần kinh làm trẻ em chậm phát triển trí tuệ. Chì bắt đầu gây nguy hiểm đối với con người khi nồng độ của nó trong máu vượt quá 200 đến 250mg/lít.

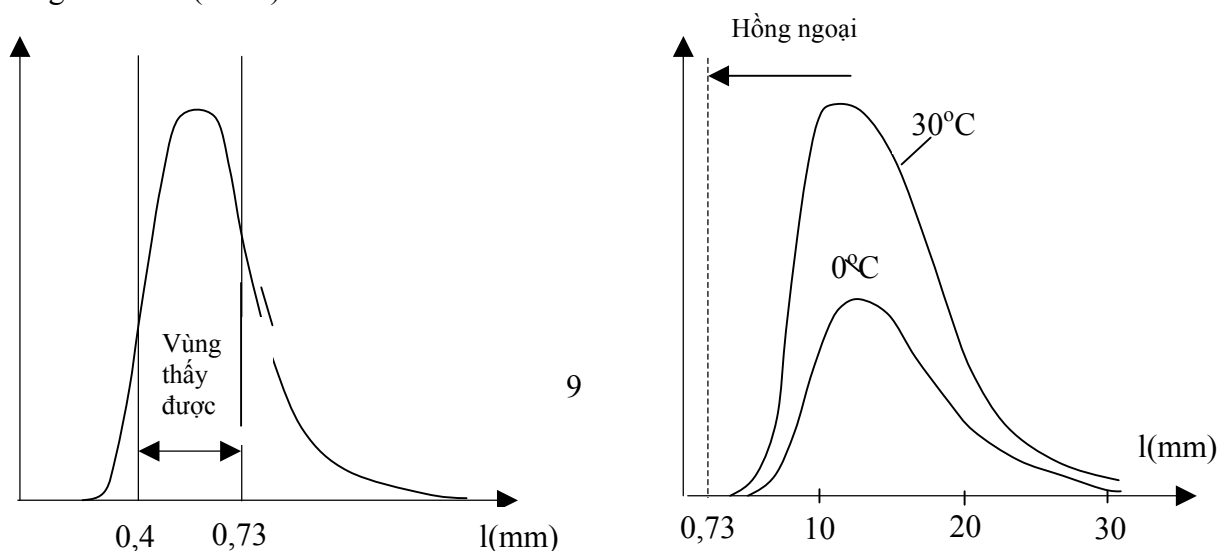
1.3.2. Đối với môi trường

1. Thay đổi nhiệt độ khí quyển

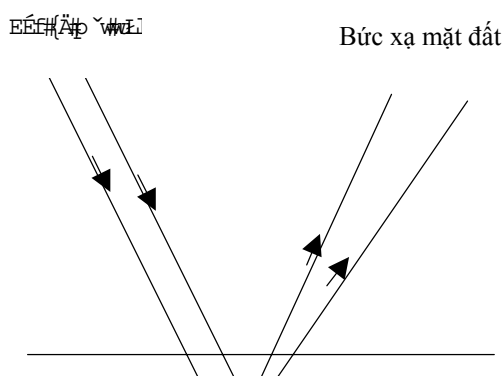
Sự hiện diện của các chất ô nhiễm, đặc biệt là những chất khí gây hiệu ứng nhà kính, trong không khí trước hết ảnh hưởng đến quá trình cân bằng nhiệt của bầu khí quyển. Trong số những chất khí gây hiệu ứng nhà kính, người ta quan tâm đến khí carbonic CO_2 vì nó là thành phần chính trong sản phẩm cháy của nhiên liệu có chứa thành phần carbon. Sự gia tăng nhiệt độ bầu khí quyển do sự hiện diện của các chất khí gây hiệu ứng nhà kính có thể được giải thích như sau:

Quả đất nhận năng lượng từ mặt trời và bức xạ lại ra không gian một phần nhiệt lượng mà nó nhận được. Phổ bức xạ nhiệt của mặt trời và vỏ trái đất trình bày trên các hình 1.4 và hình 1.5. Bức xạ mặt trời đạt cực đại trong vùng ánh sáng thấy được (có bước sóng trong khoảng 0,4-0,73mm) còn bức xạ cực đại của vỏ trái đất nằm trong vùng hồng ngoại (7-15mm).

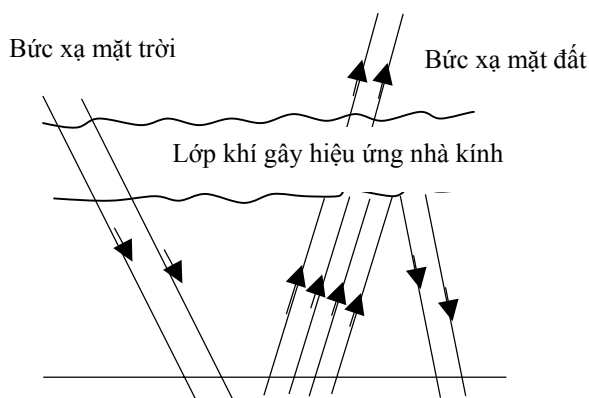
Các chất khí khác nhau có dải hấp thụ bức xạ khác nhau. Do đó, thành phần các chất khí có mặt trong khí quyển có ảnh hưởng đến sự trao đổi nhiệt giữa mặt trời, quả đất và không gian. Carbonic là chất khí có dải hấp thụ bức xạ cực đại ứng với bước sóng 15mm, vì vậy nó được xem như trong suốt đối với bức xạ mặt trời nhưng là chất hấp thụ quan trọng đối với tia bức xạ hồng ngoại từ mặt đất. Một phần nhiệt lượng do lớp khí CO_2 giữ lại sẽ bức xạ ngược lại về trái đất (hình 1.6) làm nóng thêm bầu khí quyển theo hiệu ứng nhà kính (Serre).



Hình 1.4: Phổ bức xạ từ mặt trời



Hình 1.5: Phổ bức xạ từ mặt đất



Hình 1.6: Hiệu ứng nhà kính

Với tốc độ gia tăng nồng độ khí carbonic trong bầu khí quyển như hiện nay, người ta dự đoán vào khoảng giữa thế kỉ 22, nồng độ khí carbonic có thể tăng lên gấp đôi. Khi đó, theo dự tính của các nhà khoa học, sẽ xảy ra sự thay đổi quan trọng đối với sự cân bằng nhiệt trên quả đất:

- Nhiệt độ bầu khí quyển sẽ tăng lên từ 2 đến 3°C.
- Một phần băng ở vùng Bắc cực và Nam cực sẽ tan làm tăng chiều cao mực nước biển.
- Làm thay đổi chế độ mưa gió và sa mạc hóa thêm bề mặt trái đất.

2. Ảnh hưởng đến sinh thái

Sự gia tăng của NO_x , đặc biệt là protoxyde nitơ N_2O có nguy cơ làm gia tăng sự hủy hoại lớp ozone ở thượng tầng khí quyển, lớp khí cần thiết để lọc tia cực tím phát xạ từ mặt trời. Tia cực tím gây ung thư da và gây đột biến sinh học, đặc biệt là đột biến sinh ra các vi trùng có khả năng làm lây lan các bệnh lạ dẫn tới hủy hoại sự sống của mọi sinh vật trên trái đất giống như điều kiện hiện nay trên Sao Hỏa.

Mặt khác, các chất khí có tính acide như SO_2 , NO_2 , bị oxy hóa thành acide sulfuric, acide nitric hòa tan trong mưa, trong tuyết, trong sương mù... làm hủy hoại thảm thực vật trên mặt đất (mưa acide) và gây ăn mòn các công trình kim loại.

Chương 1: Tác hại của các chất ô nhiễm trong khí xả động cơ đốt trong