

CÔNG NGHỆ XỬ LÝ CHẤT THẢI KHÍ



TRUNG TÂM TƯ VẤN CHUYỂN GIAO CÔNG NGHỆ

NƯỚC SẠCH VÀ MÔI TRƯỜNG

Chủ biên: PGS.TSKH. Nguyễn Xuân Nguyên



CÔNG NGHỆ XỬ LÝ CHẤT THẢI KHÍ



NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC VÀ KỸ THUẬT

HÀ NỘI – 2004

LỜI GIỚI THIỆU

Trung tâm Tư vấn Chuyển giao Công nghệ Nước sạch và Môi trường (CTC) thuộc Ban chỉ đạo Quốc gia về Cung cấp nước sạch và Vệ sinh môi trường là một tổ chức khoa học, công nghệ có chức năng đào tạo nâng cao trình độ cán bộ khoa học và công nghệ, cán bộ quản lý và công nhân kỹ thuật theo các chương trình của Ban chỉ đạo Quốc gia về Cung cấp nước sạch và Vệ sinh môi trường trong lĩnh vực phòng chống ô nhiễm công nghiệp.

Xin trân trọng giới thiệu cuốn sách “Công nghệ xử lý chất thải khí” do Trung tâm Tư vấn Chuyển giao Công nghệ Nước sạch và Môi trường biên soạn. Cuốn sách gồm năm chương:

Chương 1: Thông tin chung về bảo vệ môi trường khí

Chương 2: Các nguồn ô nhiễm không khí

Chương 3: Sự phát thải trong các ngành công nghiệp

Chương 4: Sự phát thải trong thiết bị lò đốt và nồi hơi

Chương 5: Công nghệ xử lý chất thải khí

Cuốn sách này là một trong những tài liệu dùng để tham khảo cho các cán bộ khoa học, cán bộ giảng dạy và sinh viên, đặc biệt dành cho các cán bộ khoa học thuộc lĩnh vực khí thải và vệ sinh môi trường.

Trong quá trình biên soạn chắc chắn không tránh khỏi những thiếu sót. Rất mong nhận được sự đóng góp ý kiến của bạn đọc. Thư xin gửi về:

Trung tâm Tư vấn

Chuyển giao Công nghệ Nước sạch và Môi trường (CTC)

1001 Đường Hoàng Quốc Việt – Hà Nội

Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật

Chương 1

THÔNG TIN CHUNG VỀ BẢO VỆ MÔI TRƯỜNG KHÍ

1.1. ĐỊNH NGHĨA Ô NHIỄM

Thuật ngữ ô nhiễm môi trường thường được định nghĩa theo quan điểm của *Luật cơ bản về môi trường*. Các ví dụ gồm nhiễm độc thực phẩm, nhiễm độc dược phẩm, kích hoạt phóng xạ, sự nhiễm bệnh và nhiễm bẩn...

Luật cơ bản định nghĩa ô nhiễm môi trường như sau: “Ô nhiễm không khí, ô nhiễm nước, nhiễm bẩn đất, tiếng ồn, sự rung động, sụt lún đất (trừ sự sụt lún gây ra từ các mỏ khai thác nước khoáng) và mùi khó chịu ảnh hưởng tới một vùng rộng lớn như kết quả từ các hoạt động sản xuất, kinh doanh và các hoạt động khác của con người, gây ra hiểm họa đối với sức khỏe con người và môi trường sống”.

Vì vậy, thường có bảy loại ô nhiễm được đề cập đến như sau:

- Ô nhiễm khí.
- Ô nhiễm nước.
- Nhiễm bẩn đất.

- Tiếng ồn.
- Sự rung động.
- Sạt lún đất.
- Mùi khó chịu.

Các loại ô nhiễm này xuất hiện “là do kết quả của các hoạt động sản xuất, kinh doanh và các hoạt động khác của con người”. Ô nhiễm không khí còn xảy ra do sự thay đổi điều kiện khí hậu tự nhiên phát sinh các cơn bão mang theo cát bụi và các chất khí, lưu huỳnh oxyt từ núi lửa phun vào không khí... Ô nhiễm không khí ảnh hưởng trực tiếp tới sức khỏe con người, có liên quan tới sinh hoạt hàng ngày của dân cư, vì vậy bảo vệ môi trường tự nhiên, cải tạo và nâng cấp các hệ thống xử lý khí thải, cải thiện môi trường phục vụ cho sinh hoạt và sản xuất là cần thiết.

1.2. KIẾN THỨC VỀ Ô NHIỄM KHÔNG KHÍ

Cho đến thế kỷ thứ XIV, ở Anh, các kết quả về ô nhiễm khí ảnh hưởng đến con người vẫn chưa được làm rõ. Việc tăng sử dụng than đá kết hợp với sự phát triển các hoạt động công nghiệp, sử dụng nhiên liệu cung cấp nhiệt cho các hộ gia đình gây ô nhiễm khí và gây khó chịu cho cuộc sống của con người. Vì lý do này mà vào năm 1306 giới thợ làm việc tại các lò đốt than bị nghỉ việc. Kể từ cuộc cách mạng công nghiệp, ô nhiễm khí tăng lên bởi một lượng lớn nhiên liệu than đá được sử dụng. Tại Luân Đôn, số người bị mắc bệnh về hô hấp tăng lên.

Các chất ô nhiễm trong khói ở Luân Đôn kết hợp với các hạt thô, lưu huỳnh dioxyt và các vật chất khác phát sinh bởi quá trình đốt cháy than đá trong các lò sưởi, lò sấy tại các hộ gia đình, các nhà máy nói chung và các nhà máy năng lượng nói riêng. Nồng độ của

lưu huỳnh dioxyt (SO_2) bình thường từ giá trị 0,1 ppm tăng lên 0.7 ppm. Cùng thời gian này, lượng chất gây ô nhiễm từ 0,2 mg/m^3 tăng lên 1,7 mg/m^3 . Như vậy, nồng độ chất gây ô nhiễm tăng từ 7 đến 9 lần mức thông thường. Cũng vậy, khoảng từ năm 1944, ở Los Angeles, California (Mỹ) đã gặp phải vấn đề về ô nhiễm khí, gây ra dị ứng liên tục lặp đi lặp lại với màng nhầy ở mắt, mũi, đường hô hấp và các bộ phận khác của cơ thể. Ban đầu người ta chưa nhận ra vấn đề này là do ô nhiễm khí gây ra. Tuy nhiên, bởi vì nó thường xuất hiện khi trời nắng to, gió nhẹ, nhiệt độ thay đổi và sự có mặt của một vài loại oxyt phát sinh. Sau này, những oxyt đó được gọi là các chất oxy hoá quang hoá.

Các chất oxy hoá quang hoá phát sinh được hiểu là các chất chuyển hoá như nitơ oxyt có trong khí thải từ các phương tiện vận tải và phản ứng ở mức độ cao với hydrocacbon. Thành phần đầu tiên được sinh ra là ozon, các thành phần khác gồm có peroxyacetyl nitrat (PAN) và các chất ô nhiễm có khả năng oxy hoá mạnh.

Vấn đề ô nhiễm khí gây ra huỷ hoại môi trường khác nhau phụ thuộc vào loại chất sử dụng cũng như nguồn năng lượng, số lượng sử dụng, cách thức sử dụng, điều kiện khí hậu và các nhân tố khác. Các chất ô nhiễm khí phát ra có thể trực tiếp ảnh hưởng tới môi trường.

Bảng 1.1. Một vài số liệu về ô nhiễm khí trên thế giới

Nước	Môi trường	Sự thiệt hại	Chất ô nhiễm
CHLB Đức	Thung lũng Không có gió Nhiệt độ thay đổi Sương mù Khu vực nhà máy; Các nhà máy sắt khu vực 3	60 người chết (gấp 10 lần so với mức bình thường) Xảy ra tình trạng suy hô hấp ở tất cả các nhóm tuổi. Các triệu chứng ban đầu là ho và khó thở Gây tai hoạ ảnh hưởng đến vật nuôi và cả đời sống thực vật	Lưu huỳnh dioxyt, axit sunfuric và các hợp chất flo từ các nhà máy, cacbon monooxyt, các hạt

	Các nhà máy kim loại khu vực 3 Các nhà máy kính khu vực 4 Các nhà máy kẽm khu vực 3	Nhiều người chết do bệnh tim	
Mỹ (Donara)	Thung lũng Không có gió Nhiệt độ thay đổi Sương mù Vùng nhà máy: Các nhà máy sắt các nhà máy rượu các nhà máy kẽm các nhà máy sản xuất axit sunfuric	14.000 người bị bệnh như sau: Bệnh nặng: 11% Bệnh trung bình: 17% Bệnh nhẹ: 15% Có 18 người bị chết do bệnh phổi giữa các nhóm tuổi. Trong tất cả các trường hợp, triệu chứng ban đầu là ho, khó thở và bị co thắt các cánh tay, bệnh tim kinh niên	Hỗn hợp của son khí và lưu huỳnh đioxyt và axit sunfuric từ các nhà máy
Mỹ (Los Angeles)	Vùng duyên hải Sương mù và nhiệt độ thay đổi theo từng ngày trong năm Sương mù trắng Dân số tăng nhanh Ô tô tăng Lượng nhiệt tiêu thụ tăng	Tình trạng bức bối liên tục và bị lặp đi lặp lại nhiều lần do các màng nhầy của mắt, mũi, hệ hô hấp, phổi... Tình trạng không dễ chịu trong suốt cả ngày. Gây hại cho vật nuôi và mùa màng, thiệt hại cho sản phẩm cao su và các công trình	Từ dầu mỏ: SO₂, SO₃, NO₂, andehit, xeton, axit, hydrocarbon thơm và olefin, acrolein, formandehit, ozon, nitro ...
Mexico (Poza Rica)	Sai sót trong vận hành tại các nhà máy sản xuất, sử dụng khí làm rò rỉ một lượng lớn khí hydro sunfua (H₂S) vào thành phố Nhiệt độ thay đổi	Trong số 22000 người, 320 chịu đựng đau đớn do ngạt bởi các chất độc và 22 người chết. Triệu chứng ban đầu là ho, khó thở và kích thích các màng nhầy	Hydro sunfua (H ₂ S)
Anh	Đồng bằng Không có gió Nhiệt độ thay đổi Sương mù Độ ẩm 90% Mật độ dân số cao Sương mù với hơi lạnh	Hơn 4000 người chết trong hơn 2 tuần. Sau đó hơn 8000 người chết trong hơn 2 tháng. Giữa các nhóm tuổi, có một vài trường hợp bị bệnh tim phổi, và số người vào bệnh viện tăng lên. Chết do bệnh viêm phế quản, bệnh hen, giãn khí quản, xơ hoá phổi	Lưu huỳnh đioxyt từ các lò đốt than, 60% từ các lò sưởi, sấy gia đình; phần còn lại từ các xí nghiệp và các nhà máy sản xuất năng lượng

Bảng 1.2. Tỷ lệ số dân trên một phương tiện vận tải

Vùng	Tỷ lệ số dân trên một phương tiện vận tải			Số lượng phương tiện vận tải trong một năm, triệu
	1970	1980	1986	
Mỹ	2	1,9	1,8	135
Tây Âu	5,2	3,3	2,8	125
Châu Úc	4	3,3	2,8	8
Canada	3	2,6	2,2	11
Nhật Bản	12	4,9	4,2	29
Nam Mỹ	12	12	11	3
Đông Âu	36	12	11	17
Mỹ Latinh	38	18	15	26
CHLB Nga	147	32	24	12
Châu Á	196	95	62	12
Châu Phi	191	111	110	5
Ấn Độ	902	718	554	1,4
Trung Quốc	27,707	18,673	1,374	0,8
Toàn cầu	18	14	12	386

1.3. CÁC CHẤT GÂY Ô NHIỄM KHÔNG KHÍ

Có rất nhiều chất gây ô nhiễm không khí, phần lớn có nguồn gốc từ các hoạt động sản xuất, kinh doanh của con người. Nguồn tự nhiên gây ra ô nhiễm khí là bụi phun từ núi lửa và các cơn bão bụi.

Ngoài ra còn có khí thải do đốt nhiên liệu. Loại nhiên liệu được sử dụng rộng rãi cho các hoạt động sản xuất công nghiệp phần lớn là dầu FO (fluel oil). Tuy nhiên, trong tương lai khi việc khai thác và đưa vào sử dụng khí đốt hoá lỏng trong nước phát triển thì nó sẽ là loại nhiên liệu được khuyến khích sử dụng, vì

nồng độ các chất độc hại trong khí thải thoát ra từ quá trình đốt loại nhiên liệu này rất thấp.

Trong sản xuất công nghiệp, nhiên liệu được sử dụng để làm chất đốt cho lò hơi của các nhà máy sản xuất nhựa, cơ khí... cấp nhiệt cho chế biến thực phẩm, chạy máy phát điện...

Dầu FO khi đốt cháy sẽ sinh ra các chất gây ô nhiễm không khí như: CO, SO₂, NO₂, hydrocacbon, bụi...

Các chất gây ô nhiễm trong khói xuất hiện vào mùa đông gồm:

- Khí axit sunfuric (SO₂: lưu huỳnh đioxyt), là sản phẩm phát thải của quá trình đốt cháy nhiên liệu trong các nhà máy và khu vực dân sinh;

- Lưu huỳnh đioxyt phát thải trong quá trình đốt cháy anhydrit sunfuric (SO₃) và các dạng lưu huỳnh khác trong sản xuất axit sunfuric (H₂SO₄)...; các phần tử bay lên thường có kích thước nhỏ hơn 10 µm;

- Nitơ oxyt (NO_x).

Các chất ô nhiễm phát thải từ các nguồn lưu động như ô tô gồm cacbon monoxyt (CO), nitơ oxyt (NO_x), hydrocacbon (HC) và chì (Pb). Giữa nitơ oxyt và hydrocacbon xảy ra phản ứng quang hoá khi gặp tia tử ngoại, tạo ra các oxyt mạnh là các chất oxy hoá. Chất oxy hoá là thuật ngữ chung cho các chất có ozon như là thành phần đầu tiên và oxy hoá với iot từ dung dịch trung hoà kali iodua. Ngoài ra còn có peroxyaxetyl nitrat (PAN) - chất gây rất mắt - và các chất gây ô nhiễm khác có ảnh hưởng trên diện rộng.

Một số chất ô nhiễm thường có màu đen, thải ra từ những nhà máy và nhà tắm công cộng làm bẩn quần áo đã giặt và đồ đạc.

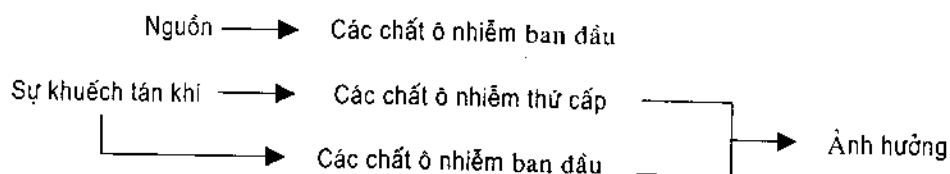
Các cơ quan quản lý đã có những hướng dẫn về kiểm tra kiểm soát các chất gây ô nhiễm môi trường như: axit clohydric (HCl), clo

(Cl₂), nitơ oxyt (NO_x), amoniac (NH₃), hydro sunfua (H₂S), hydro florua (HF), cadimi (Cd), chì (Pb) và các chất khí độc hại khác phát thải từ các nhà máy.

Gần đây các phương tiện thông tin đại chúng tập trung đưa tin về các chất ô nhiễm chính là lưu huỳnh đioxyt (SO₂), nitơ oxyt (NO_x), cacbon oxyt (CO), đặc biệt nghiêm trọng là nguồn khí thải từ các phương tiện vận tải là các chất oxy hoá quang hoá; cũng như ô nhiễm do các kim loại nặng đã trở thành vấn đề phức tạp khó giải quyết.

1.4. CƠ CHẾ PHÁT SINH Ô NHIỄM KHÔNG KHÍ

Ô nhiễm khí phát sinh khi các chất ô nhiễm ban đầu phát thải từ các nguồn, cùng một số các chất ô nhiễm ban đầu và chuyển hoá thành các chất ô nhiễm thứ cấp, ảnh hưởng đến con người, cây trồng và vật nuôi.



Các nguồn ô nhiễm khí thường được chia làm hai loại: nguồn ổn định từ các ngành công nghiệp và nguồn thay đổi từ các phương tiện vận tải.

Các chất ô nhiễm phát thải từ nguồn ổn định gồm có lưu huỳnh oxyt (SO₂, SO₃), nitơ oxyt (NO_x: xấp xỉ 90% NO và 10% NO₂), các chất độc hại (Cd, Pb, Cl₂, HCl, F₂, HF...) và các hạt thô.

Các chất ô nhiễm phát thải từ các nguồn thay đổi bao gồm: cacbon monooxyt (CO), nitơ oxyt (NO_x: xấp xỉ 90% NO và 10% NO₂), hydrocacbon (HC), các hợp chất chì (Pb).

Các chất ô nhiễm ban đầu phát thải từ nguồn ổn định và thay đổi đều ảnh hưởng đến con người, cây trồng và vật nuôi.

Khí thải từ các phương tiện giao thông vận tải hoặc các chất ô nhiễm ban đầu phát ra từ nguồn ổn định (các ngành công nghiệp) lan dần vào không khí, hòa lẫn vào không khí sạch, tùy thuộc vào hướng và tốc độ gió chúng được vận chuyển đi xa và giảm dần nồng độ chất ô nhiễm.

Các chất ô nhiễm khuếch tán trong không khí ở điều kiện nhiệt độ tự nhiên bị các tia tử ngoại tác động tạo ra nitơ oxyt (NO_x), hydrocacbon (HC) và lưu huỳnh đioxyt (SO_2), là những chất ô nhiễm ban đầu, sau đó phát sinh ra chất ô nhiễm thứ cấp là các chất oxy hoá và axit sunfuric. Kết quả là con người và các loài sinh vật bị ảnh hưởng bởi các chất ô nhiễm này.

Đặc biệt khí thải từ các phương tiện giao thông vận tải khuếch tán mạnh vào không khí và phát thải từ mặt đất. Chính vì vậy khi xây dựng đường xá hoặc các công trình xây dựng phải lưu ý đến vấn đề giảm thiểu khí thải độc hại từ các nguồn này.

Khi các chất ô nhiễm khí là các kim loại nặng, thoát ra và được vùi lấp trong đất, chúng sẽ cản trở sự lưu thông bình thường của các chất qua nước, cây cối và động vật. Điều đó ngăn cản khả năng tự làm sạch của hệ thống tự nhiên, dẫn đến tích lũy các chất ô nhiễm vào động vật và cây cối.

1.5. KỸ THUẬT KIỂM SOÁT Ô NHIỄM KHÔNG KHÍ

Có bốn loại kỹ thuật cơ bản để kiểm soát các chất phát thải gây ô nhiễm không khí. Nhiều nỗ lực nhằm phòng chống ô nhiễm môi trường đã được các nhà quản lý thiết lập cho các thử nghiệm kỹ thuật này.

Thử nghiệm đầu tiên bao gồm các biện pháp cải thiện chất lượng nhiên liệu như làm giảm lượng lưu huỳnh chứa trong nhiên liệu nhằm giảm lượng lưu huỳnh oxyt phát thải khi đốt cháy nhiên liệu.

Thử nghiệm tiếp theo bao gồm các biện pháp nhằm phòng chống ô nhiễm môi trường thông qua việc sử dụng hệ thống kín, quản lý chặt chẽ quá trình đốt cháy nhiên liệu để ngăn chặn nguồn khói ô nhiễm và kiểm soát quá trình phát sinh các chất độc hại.

Thử nghiệm thứ ba bao gồm các phương pháp nhằm phòng chống sự ô nhiễm không khí bằng thiết bị thu gom bụi và hệ thống xử lý các chất độc hại. Lắp đặt hệ thống thu gom là rất cần thiết để tách các chất ô nhiễm chưa được sử dụng hiệu quả qua quá trình đốt cháy và quản lý vận hành. Hệ thống loại bỏ này được lắp đặt nhằm làm giảm phát thải khí phù hợp với đặc tính của chất thải liên quan. Trong thử nghiệm này, người ta lắp đặt hệ thống hút khử lưu huỳnh, hệ thống thu gom và loại bỏ bụi, hệ thống xử lý các chất độc hại, như các thùng chất đốt phụ ở ô tô.

Thử nghiệm thứ tư bao gồm các phương pháp được sử dụng trong trường hợp gặp phải khó khăn về kỹ thuật để cải thiện chất lượng nhiên liệu, quản lý vận hành và lắp đặt hệ thống thu gom bụi. Các phương pháp trong thử nghiệm này nhằm làm giảm nồng độ chất ô nhiễm trên mặt đất bằng cách tăng cường phát thải khuếch tán vào không khí qua ống khói để thải lên cao.

Ngay từ những năm 1960, người ta đã sử dụng phương pháp khử lưu huỳnh trong nhiên liệu, nhưng cho đến nay công nghệ khử lưu huỳnh nhằm loại bỏ SO_2 ra khỏi chất thải vẫn chưa được phát triển vì chi phí khá tốn kém.

Các phương pháp vừa nêu trên là các phương pháp chủ yếu chỉ áp dụng cho các các nguồn ổn định. Đối với các nguồn phát thải thay đổi thì các phương pháp này rất khó áp dụng.

Cải thiện chất lượng nhiên liệu liên quan đến việc sử dụng xăng không chì, có nghĩa là trong khí thải không chứa các chất ô nhiễm như

chì. Các hợp chất hydrocacbon như các nhóm thơm và olefin sẽ xảy ra phản ứng quang hoá nên không được cho thêm vào xăng.

Trong quản lý quá trình đốt cháy, điều quan trọng là nhiên liệu phải được đốt cháy hoàn toàn. Do vậy người ta đã phát triển nhiều hệ thống tối ưu quá trình đốt như hệ thống lò đốt chuyển xúc tác, được sử dụng để đốt cháy hoàn toàn các chất ô nhiễm như CO và HC.

Trong các khí ô nhiễm, còn có các chất ô nhiễm từ các nguồn tự nhiên như bụi khuếch tán từ quá trình phun núi lửa, các phần tử đất, các phần tử từ ngoài vũ trụ, và các phần tử từ nhiều nguồn không xác định khác cũng là những nguồn gây ra ô nhiễm.

1.6. TIÊU CHUẨN ĐÁNH GIÁ Ô NHIỄM KHÔNG KHÍ

Các tiêu chuẩn chất lượng môi trường được thiết lập như mức chuẩn cho nhiều loại ô nhiễm khác nhau. Khi thiết lập các tiêu chuẩn chất lượng môi trường tương ứng, điều quan trọng là phải nhằm vào mục tiêu bảo vệ sức khoẻ con người và bảo tồn môi trường sống. Các tiêu chuẩn trình bày sau đây dựa trên Luật cơ bản về môi trường của Nhật Bản.

Chính phủ và các công ty luôn nỗ lực đưa ra đầy đủ các tiêu chuẩn bảo vệ những vùng có nồng độ ô nhiễm vượt quá tiêu chuẩn cho phép. Những vùng không ô nhiễm là vùng có nồng độ các chất ô nhiễm dưới tiêu chuẩn cho phép và các tiêu chuẩn chất lượng môi trường được thoả mãn tại mọi thời điểm.

Tiêu chuẩn chất lượng môi trường được thiết lập cho năm chất: lưu huỳnh oxyt, cacbon monoxyt, các phần tử khí, nitơ dioxyt và các chất oxy hoá quang hoá được giới thiệu trong bảng 1.3. Căn cứ vào tiêu chuẩn chất lượng môi trường người ta có thể xác định được những điều kiện ô nhiễm ở các mức độ khác nhau.

Các hợp chất hydrocacbon "như là điều kiện cần thiết để ngăn chặn sự phát sinh của chất oxy hoá quang hoá, chất không metan trung bình dựa vào nồng độ hydrocacbon từ 0,2 đến 0,31 ppm C trong khoảng 3 giờ từ 6 đến 9 giờ sáng".

Bảng 1.3. Tiêu chuẩn chất lượng môi trường của Nhật Bản

Chất	Lưu huỳnh oxyt. Chính phủ chấp thuận 15/5/1973 (Chính phủ quyết định huỷ bỏ vào 1/1/1969)	Carbon monoxyt (Chính phủ quyết định 20/2/1970)	Thông báo về các phần tử khí 11/1/1972	Nitơ dioxyt thiết lập vào 7/1978 (Chính phủ quyết định huỷ bỏ vào 5/1973)	Các chất oxy hoá quang hoá được thiết lập 8/5/1973
Điều kiện môi trường	Hàng ngày trung bình mỗi giờ là 0,04 ppm hoặc ít hơn	Hàng ngày trung bình mỗi giờ 10 ppm hoặc ít hơn	Hàng ngày trung bình mỗi giờ là 0,10 mg/m ³ hoặc ít hơn	Hàng ngày trung bình mỗi giờ là 0,04 đến 0,06 ppm hoặc ít hơn	Mỗi giờ sẽ là 0,06 ppm hoặc ít hơn
Phương pháp đo lường	Phương pháp dẫn xuất chất hoà tan	Phương pháp phân tích tia hồng ngoại tập trung	Phương pháp đo nồng độ dựa trên chất lọc thu gom được, hoặc phương pháp tán sắc ánh sáng, phương pháp áp điện, hoặc phương pháp hấp thụ tia Beta...	Phương pháp hấp thụ ánh sáng dùng tác nhân muối	Phương pháp so màu hoặc phương pháp hấp thụ ánh sáng, dùng dung dịch KI trung hòa

Ghi chú: 1. Những phần tử lơ lửng trong không khí được chia thành các hạt có đường kính 10 µm hoặc nhỏ hơn.

2. Những chất oxy hoá quang hoá là ozon, peroxyacetyl nitrat, và các chất oxy hoá khác phát sinh bởi phản ứng quang hoá (giới hạn để tách iot từ dung dịch KI trung hoà).

Các tiêu chuẩn chất lượng môi trường rất quan trọng để đánh giá những điều kiện ô nhiễm. Khi đánh giá những điều kiện ô nhiễm trong những vùng đặc biệt, có thể so sánh nồng độ các chất ô nhiễm trong vùng xem có vượt quá tiêu chuẩn cho phép không.

Theo thời gian, nồng độ trung bình các chất ô nhiễm môi trường giảm dần, do vậy số liệu đo đạc được trong môi trường giảm. Vì vậy phải thiết lập được sự thay đổi giá trị trung bình theo thời gian như sau:

Giá trị trung bình năm < Giá trị trung bình tháng < Giá trị trung bình ngày < Giá trị trung bình giờ.

Trường hợp của lưu huỳnh oxyt, giá trị trung bình ngày tính theo giờ là 0,04 ppm hoặc ít hơn, trong khi đó giá trị giờ cực đại là 0,1 ppm hoặc ít hơn. Trong trường hợp các phần tử khí, giá trị trung bình ngày theo giờ là 0,1 mg/m³ hoặc ít hơn, và giá trị giờ cực đại là 0,2 mg/m³ (200 µg/m³).

1.7. GIÁ TRỊ ĐIỀU TIẾT CÂN BẰNG K

Luật kiểm soát ô nhiễm khí của Nhật Bản duy trì sự điều chỉnh nồng độ cũ (g/N.m³) cho bồ hóng và các hạt thô, nhưng đối với các lưu huỳnh oxyt thiết lập mức phát thải tuyệt đối thay thế cho nồng độ cũ.

Các tiêu chuẩn phát thải được thiết lập dựa trên sự cân bằng khuếch tán không khí, nghĩa là nồng độ trên mặt đất lớn nhất tỷ lệ thuận với lượng phát thải lưu huỳnh oxyt và tỷ lệ nghịch với thiết diện ống khói và tốc độ gió.

Nồng độ lớn nhất của lưu huỳnh oxyt trên mặt đất, theo lý thuyết thì chủ yếu phát thải từ ống khói. Nồng độ lớn nhất của lưu huỳnh oxyt trên mặt đất sẽ giảm tỷ lệ nghịch với căn bậc hai chiều cao ống khói.

Bảng 1.4. Danh sách các phương pháp đo đạc

Điều chỉnh chất		Ký hiệu	Phương thức phát thải	Điều kiện phát thải	Các tiêu chuẩn điều chỉnh	Các phương pháp điều chỉnh
Bồ hóng và khói	Các lưu huỳnh oxyt	SO ₂ , SO ₃	Đốt cháy nhiên liệu	Phát thải bồ hóng và khói	Các tiêu chuẩn phát thải (điều chỉnh thể tích, giá trị cân bằng đặc trưng vùng K, tổng số tiêu chuẩn điều chỉnh)	Cải thiện, phạt trực tiếp
	Hạt	Bồ hóng	Đốt cháy nhiên liệu	Phát thải bồ hóng và khói	Như trên (điều chỉnh nồng độ, loại và kích thước đặc trưng)	Cải thiện, phạt trực tiếp
	Chất độc hại	NO _x , Cd, Pb, HF, Cl ₂ , HCl, ...	Đốt cháy nhiên liệu	Phát thải bồ hóng và khói	Như trên (điều chỉnh nồng độ, chỉ rõ loại chất và các điều kiện thuận lợi. Rất nhiều tiêu chuẩn cung cấp cho NO _x)	Cải thiện, phạt trực tiếp
	Đặc trưng chất độc hại	Không cụ thể	Đốt cháy nhiên liệu	Phát thải bồ hóng và khói	Như trên (điều chỉnh số lượng, giá trị cân bằng K)	Cải thiện, phạt trực tiếp
Các hạt thô		Bụi xi măng, bụi than đá, bụi sắt ...	Tán thành bột, lắng cặn	Điều kiện phát thải hạt thô	Các tiêu chuẩn gắn liền với công trình, cách sử dụng và quản lý	Thứ tự các tiêu chuẩn
Khói xe ô tô		CO, NO _x , HC, Pb, ...	Sử dụng ô tô	Cụ thể là ô tô	Giới hạn kích cỡ (tính toán các tiêu chuẩn môi trường)	Điều tiết vận tải, thiết bị (bởi các luật khác nhau)
Các chất đặc biệt		C ₆ H ₅ OH (phenol), C ₅ H ₅ N (pyridin)	Rủi ro trong quá trình hoá học (ví dụ các hoá chất tổng hợp)	Điều kiện thuận lợi cụ thể		Các biện pháp trong trường hợp xảy ra rủi ro

Phương trình điều chỉnh cân bằng:

$$q = K \cdot 10^{-3} \cdot H_e^2, \text{ Nm}^3/\text{h} \quad (1.1)$$

trong đó: q – mức phát thải của lưu huỳnh oxyt (nồng độ lưu huỳnh oxyt $\times$ thể tích khí phát thải), Nm^3/h ;

H_e – chiều cao thẳng đứng hiệu dụng, m.

Giá trị K rất nhỏ trong những vùng có nồng độ ô nhiễm môi trường cao, và lớn trong những vùng với nồng độ thấp. Mối quan hệ giữa giá trị K và nồng độ lớn nhất trên mặt đất được giới thiệu trong bảng 1.5.

Bảng 1.5. Quan hệ giữa nồng độ SO_2 ô nhiễm môi trường lớn nhất trên mặt đất và giá trị K

Giá trị K	2,92	3,50	5,26	6,42	7,01	7,59	9,34	11,7	12,8
Nồng độ lớn nhất trên mặt đất	0,005	0,006	0,009	0,011	0,012	0,013	0,016	0,020	0,022
Giá trị K		14,0	15,8	17,5	18,7	20,4	22,2	23,3	26,3
Nồng độ SO_2 lớn nhất trên mặt đất		0,024	0,027	0,030	0,032	0,035	0,038	0,040	0,045

Chương 2

CÁC NGUỒN Ô NHIỄM KHÔNG KHÍ

2.1. PHÂN LOẠI NGUỒN Ô NHIỄM KHÔNG KHÍ

Các nguồn ô nhiễm không khí có thể chia ra những nhóm sau đây.

a. Phát thải bồ hóng và khói

Lưu huỳnh oxyt, các hạt, nitơ oxyt và các chất độc hại khác.

b. Các phương tiện vận tải

Cacbon monoxyt, nitơ oxyt, hydrocacbon, hợp chất chì, khói, bụi...

c. Các nhà máy sản xuất những chất độc hại, khí độc, mùi khó chịu

Sự phát thải khí độc hại thay đổi là do các điều kiện đốt cháy tạo ra bồ hóng và khói. Mức phát thải của các chất như CO_2 , CO , NO_x , hydrocacbon (HC), andehit (RCHO), axit hữu cơ (RCOOH) và các chất khác nhau theo từng loại nhiên liệu, thiết bị đốt, phương pháp đốt, cấu trúc bên trong của lò luyện và một số nhân tố khác. Tuy nhiên trong trường hợp SO_2 thay đổi phụ thuộc vào lượng lưu huỳnh có trong nhiên liệu.

Trong khí ô nhiễm phát thải bồ hóng và khói từ các ngành luyện kim và thủy tinh có oxyt kim loại của silic (Si), nhôm (Al), sắt (Fe), mangan (Mn), niken (Ni), chì (Pb), bari (Ba), canxi (Ca), cadimi (Cd). Theo Luật kiểm soát ô nhiễm môi trường khí của Nhật Bản thì chì và cadimi là những chất độc hại nhất.

Bảng 2.1 giới thiệu một số chất độc hại theo Luật kiểm soát ô nhiễm khí của Nhật Bản.

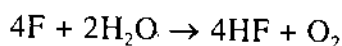
Bảng 2.2 giới thiệu 28 chất đặc trưng theo Luật kiểm soát ô nhiễm khí của Nhật Bản trong các ngành công nghiệp. Dấu hoa thị trong bảng nhấn mạnh các chất đặc biệt nghiêm trọng.

Một số chất ô nhiễm môi trường khí từ các ngành công nghiệp chính được miêu tả dưới đây.

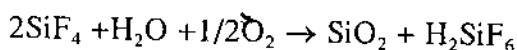
1) Flo (F_2), hydro florua (HF), silic tetraflorua (SiF_4):

- Criolit ($2NaF.AlF_3$) từ công nghiệp luyện nhôm;
- Quặng phosphat ($Ca_4(PO_4)_3.CaF$) từ công nghiệp phân bón, axit phosphoric (canxi superphosphat,...).
- Florit (CaF_2) từ công nghiệp sắt, mạ sắt, công nghiệp thủy tinh, công nghiệp sản xuất đá lát và các công nghiệp gốm sứ khác.
- Florit (CaF_2) là nguồn chủ yếu tạo ra hydro florua.

Phản ứng flo với nước tạo thành hydro florua:



Phản ứng silic tetraflorua với nước tạo thành silic đioxyt và axit flosilixic:



2) Clo (Cl_2), axit clohydric (HCl)

- Điện phân dung dịch muối (NaCl) trong công nghiệp sản xuất xôđa.

- Kẽm clorua (ZnCl_2) trong sản xuất cacbon hoạt tính.
- Metan (CH_4) trong sản xuất cloroform.
- Etylen trong sản xuất vinyl clorua.
- Nhựa thải từ các lò đốt.
- Etylen clorua trong sản xuất etylen glycol.
- Canxi hydroxyt trong sản xuất bột tẩy trắng, dịch tẩy trắng.

3) Phenol ($\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$)

- Than trong công nghiệp hắc ín, công nghiệp khí đốt.
- Formalin trong sản xuất nhựa phản ứng nhiệt.
- Sơn trong công nghiệp sơn.
- Dầu trong công nghiệp hoá dầu.

4) Hydro sunfua (H_2S), mercaptan ($\text{C}_2\text{H}_5\text{SH}$)

- Dầu thô chứa lưu huỳnh trong công nghiệp lọc dầu.
- Sunfit trong công nghiệp giấy.
- Than đá trong công nghiệp khí đốt (công nghiệp hắc ín, chất thơm).

Các nguồn khác bao gồm trang trại chăn nuôi, nhà máy chế biến thực phẩm, nhà máy xử lý chất thải sinh hoạt, công nghiệp sản xuất giấy bóng kính xelofan, công nghiệp sản xuất tơ nhân tạo...

5) Formandehit

- Metanol trong sản xuất formalin.
- Phenol trong công nghiệp sản xuất nhựa phản ứng nhiệt.
- Da động vật trong công nghiệp thuộc da.
- Ure trong công nghiệp sản xuất nhựa phản ứng nhiệt.

Bảng 2.1. Chất độc hại và nguồn phát thải chất độc hại

Chất độc hại	Nguồn phát thải
Cadimi và hợp chất của cadimi	Lò đốt công nghiệp trong quá trình luyện đồng, chì và kẽm Thiết bị làm khô trong sản xuất thuốc nhuộm cadimi và cadimi cacbonat Lò nung và lò nấu chảy trong sản xuất thủy tinh (nguyên liệu thô là cadimi cacbonat hoặc cadimi sunfua)
Clorua	Thiết bị làm lạnh clorua trong sản xuất etylen clorua Thiết bị phản ứng trong sản xuất sắt clorua Lò phản ứng trong sản xuất cacbon hoạt tính Thiết bị phản ứng và thiết bị hấp thụ trong sản xuất hoá chất
Axit clohydric	Thiết bị phản ứng và thiết bị hấp thụ Lò đốt chất thải
Flo, axit flohydric và silic tetraflorua	Lò điện phân trong quá trình luyện nhôm (thải qua khe hở) Lò điện phân trong quá trình luyện nhôm (thải qua ống khói) Lò nung vôi và lò nấu chảy trong sản xuất thủy tinh (trong đó nguyên liệu thô là florit hoặc NaSiF) Thiết bị phản ứng, thiết bị cô đặc và lò nấu chảy trong quá trình sản xuất axit phosphoric (nguyên liệu là quặng apatit có chứa phospho) Thiết bị cô đặc, thiết bị hấp thụ và thiết bị chưng cất trong sản xuất axit flohydric (loại trừ thiết bị kín) Thiết bị phản ứng, thiết bị sấy và lò nung trong sản xuất natri tripolyphosphat (nguyên liệu là quặng chứa phospho) Thiết bị phản ứng trong sản xuất canxi superphosphat Lò nung và lò sấy hơ trong sản xuất phân bón superphosphat Lò nung và lò nấu chảy trong quá trình luyện đồng, chì, kẽm
Chì và hợp chất chì	Lò nấu chảy trong quá trình luyện thử cấp chì và trong sản xuất các ống, đĩa, dây... bằng chì Lò nấu chảy trong sản xuất pin axit - chì Lò nấu chảy, lò phản ứng và lò sấy trong sản xuất thuốc nhuộm có chì Lò nung và lò nấu chảy trong sản xuất thủy tinh (sử dụng chì oxyt)

Bảng 2.2. Quan hệ giữa các chất độc hại và các ngành công nghiệp

Chất	Công thức hoá học	Ngành công nghiệp
* Hydro florua	HF	Sản xuất phân bón, gốm, luyện nhôm
* Hydro sunfua	H ₂ S	Dầu mỏ, khí, amoniac
Selen đioxyt	SeO ₂	Dầu
* Axit clohydric	HCl	Sản xuất xôđa, nhựa
* Nitrô đioxyt	NO ₂	Sản xuất axit nitric, các ngành công nghiệp khác liên quan đến quá trình đốt cháy
Lưu huỳnh đioxyt	SO ₂	Sản xuất axit sunfuric, các ngành công nghiệp khác liên quan đến đốt cháy nhiên liệu
* Clo	Cl ₂	Công nghiệp xôđa và các ngành công nghiệp khác
* Silic điflorua	SiF ₂	Sản xuất phân bón hoá học
Cacbonyl clorua	COCl ₂	Công nghiệp dệt
Cacbon disunfua	CS ₂	Sản xuất CS ₂
* Hydro xyanua	HCN	Sản xuất axit xyanhydric, sản xuất thép, công nghiệp hoá học
* Amoniacc	NH ₃	Sản xuất phân bón, công nghiệp mạ
Phospho triclôrua	PCl ₃	Công nghiệp dược, hoá học
Phospho pentaclorua	PCl ₅	Công nghiệp dược, hoá học

Bảng 2.2. (tiếp)

Chất	Công thức hoá học	Ngành công nghiệp
Phospho vàng	P_2	Lọc phospho, sản xuất hợp chất phospho
Axit clo sunfuric	HSO_4Cl	Sản xuất dược phẩm, công nghiệp dệt
* Formandehit	$HCHO$	Sản xuất formandehit, thuốc da, nhựa tổng hợp
* Acrolein	CH_2CHCHO	Sản xuất axit acrylic, nhựa thông tổng hợp, vecni, dược phẩm
Hydro phosphua	PH_2	Sản xuất axit phosphoric
* Benzen	C_6H_6	Sản xuất dầu, formalin, công nghiệp sơn, công nghiệp in
Metanol	CH_2OH	Sản xuất metanol, formalin, công nghiệp sơn
Niken cacbonyl	$Ni(CO)_2$	Sản xuất chất hoá dầu, tinh chế niken
Axit sunfuric	H_2SO_4	Sản xuất axit sunfuric, công nghiệp phân bón
Brom	Br_2	Công nghiệp dệt, dược phẩm, nông dược
* Cacbon monoxyt	CO	Công nghiệp khí đốt, luyện kim, sản xuất thép
* Phenol	C_6H_5OH	Công nghiệp sản xuất nhựa đường, dược phẩm, hoá học, sơn
Pyridin	C_5H_5N	Công nghiệp hoá học
* Mercaptan	$CHSH$	Công nghiệp hoá dầu, lọc dầu

Ngoài ra, khi xử lý và đốt cháy dầu và nguyên liệu thô, sẽ phát thải các chất độc hại như cacbon monoxyt và hydro xyanua. Những chất có dấu hoa thị (*) ở đầu cần chú ý. Nitơ oxyt (NO_x) gồm các nitơ

oxýt phát sinh khí khí nitơ trong không khí bị oxy hoá ở nhiệt độ cao trong quá trình đốt cháy (NO_x nhiệt) và nitơ oxýt phát sinh khí nitơ trong nhiên liệu bị oxy hoá (NO_x nhiên liệu). Lượng phát thải khác nhau phụ thuộc vào điều kiện đốt cháy. Phần lớn nitơ oxýt phát thải là nitơ monoxýt (NO); nitơ dioxyt (NO_2) chỉ chiếm từ 5 đến 10%. Sau đó NO bị oxy hoá dần trong khí quyển thành NO_2 . Trong khí quyển, tỷ lệ NO và NO_2 gần như 50% mỗi chất. Thuật ngữ nitơ oxýt (NO_x) chỉ rõ ràng gồm cả hai chất NO và NO_2 . Nitơ dioxyt NO_2 còn phát sinh từ quá trình đốt cháy trong động cơ ô tô dưới dạng bồ hóng, khói phát thải vào môi trường.

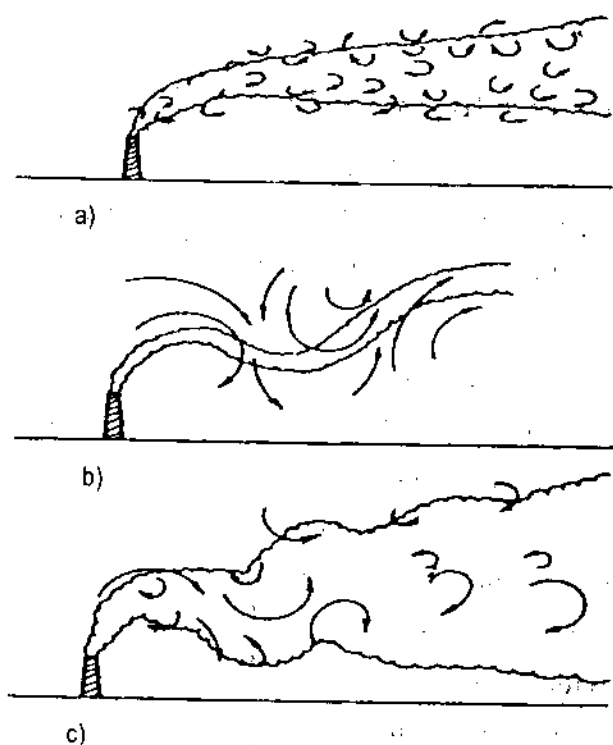
2.2. KHUẾCH TÁN KHÓI VÀ BỒ HÓNG

Khói và khí phát thải từ ống khói lan dần vào không khí sạch và được gió mang đi. Quá trình khuếch tán khói và khí sẽ pha loãng chúng trong khí quyển và khoảng cách giữa các phân tử khí độc hại tăng lên.

Tốc độ gió và sự nhiễu loạn của không khí có ảnh hưởng tới quá trình khuếch tán và pha loãng. Kết quả pha loãng bởi tốc độ gió dễ dàng tính toán được, thường gấp hai lần so với khi không có gió, nghĩa là khoảng cách giữa các phân tử và các hạt cũng sẽ tăng gấp đôi. Tuy nhiên, kết quả của sự nhiễu loạn do gió xoáy gây ra thì phức tạp hơn. Hình 2.1 mô tả sự khuếch tán khói bằng cơ học trong các trường hợp: nhiễu loạn nhỏ và không thay đổi; lớn và không thay đổi, và cả hai loại. Ngay sau khi khói thoát ra từ ống khói vào không khí, sự nhiễu loạn nhỏ hoạt động mạnh để khuếch tán khói. Khi khói lan rộng ra thì nhiễu loạn lớn bắt đầu có tác dụng. Các loại nhiễu loạn khí khác nhau nằm trong phạm vi từ 0,1 + 1 chu kỳ/giây là nhiễu loạn khí trung bình, được xem là giá trị tới hạn về ô nhiễm không

khí. Tuy nhiên, mức độ nhiễu loạn thực tế có giá trị thay đổi phụ thuộc vào kích thước của ống khói.

Khi khí bị nén nhanh, nhiệt độ của khí nén tăng. Ngược lại, khi khí được giãn nở bằng cơ học thì nhiệt độ của nó giảm xuống. Nguyên lý này được áp dụng vào các hệ thống làm lạnh. Trường hợp khí giãn nở không được cung cấp một lượng nhiệt nào thì quá trình được gọi là giãn nở đoạn nhiệt.



Hình 2.1. Quan hệ giữa mức nhiễu loạn không khí và luồng khói qua ống khói:

- a) khuếch tán nhỏ, nhiễu loạn đều; b- khuếch tán lớn, nhiễu loạn đều;
- c- khuếch tán theo nhiễu loạn phức tạp

Khi khối không khí gần mặt đất được đưa tới độ cao hơn, không khí được giãn nở do áp suất giảm, sự giãn nở đoạn nhiệt này làm giảm nhiệt độ của khối không khí. Người ta thấy rằng, nhiệt độ của không khí khô khi giãn nở đoạn nhiệt giảm đi $0,98^{\circ}\text{C}$ nếu chiều cao của khối không khí được nâng lên 100 m.

Nhiệt độ của khối khí có liên quan đến sự chuyển động của nó. Khi nhiệt độ biên thấp hơn nhiệt độ của khối khí và nếu nhiệt độ của khối khí tiếp tục tăng, khối khí được nâng lên vì nó có nhiệt độ cao hơn nhiệt độ xung quanh. Ngược lại, khi nhiệt độ của khối khí thấp hơn nhiệt độ biên, khối khí sẽ bị đẩy xuống mặt đất bởi nó nặng hơn không khí xung quanh. Khi nhiệt độ của khối khí bằng nhiệt độ không khí xung quanh, nó sẽ dừng ở độ cao đó để gió tự mang đi.

Do vậy, cấu trúc nhiệt độ của khối không khí có thể làm cho nó được đưa lên cao, hạ xuống thấp hoặc đứng yên. Các điều kiện khí tượng được quy định cụ thể cho từng trường hợp như “các điều kiện không ổn định”, “các điều kiện ổn định” và “các điều kiện trung lập”. Không khí ổn định được đặc trưng bằng tỷ lệ giảm độ nhiệt trên 100 m.

Sự biến đổi nhiệt độ phù hợp với các trường hợp khi nhiệt độ tăng theo độ cao của không khí. Lớp không khí mà trong đó xảy ra trường hợp biến đổi nhiệt độ được gọi là lớp biến đổi nhiệt độ, các chất ô nhiễm phát thải từ các nguồn gần mặt đất sẽ rơi xuống ngay nên mặt đất có nồng độ ô nhiễm cao.

2.3. ẢNH HƯỞNG CỦA Ô NHIỄM KHÔNG KHÍ

2.3.1. Ảnh hưởng tới con người

Con người hít thở khoảng 13kg không khí mỗi ngày, con số này xấp xỉ gấp 10 lần lượng thức ăn hoặc nước sạch mà con người tiêu thụ

trong một ngày. Với lượng không khí mà con người hít vào như vậy, nếu không khí bị ô nhiễm có thể gây ra ảnh hưởng xấu tới cơ quan hô hấp, cũng như các tế bào, các mô và các cơ quan khác của cơ thể.

Ô nhiễm không khí phát sinh ra một số bệnh tật như: viêm phế quản mãn tính, hen phế quản, viêm phế quản thể hen và các bệnh liên quan đến đường hô hấp khác. Một số chất oxy hoá trong quá trình quang hoá làm kích thích mắt, CO là tác nhân gây ra các chứng đau đầu, giảm chức năng của thị lực và các chức năng khác.

Các chất ô nhiễm trên có thể xâm nhập vào cơ thể người thông qua các con đường: hô hấp, qua da và qua miệng. Các chất độc hại phần lớn xâm nhập vào cơ thể con người thông qua quá trình hô hấp. Thông qua việc hít thở các phần tử và các dẫn xuất của chúng được sinh ra từ khí, hơi nóng và khói xâm nhập sâu vào các tế bào phổi, nơi máu trong cơ thể chảy qua. Các hạt thô (có đường kính lớn hơn hoặc bằng 20 μm) cũng như một vài loại hạt sương mù có thể bị lông mũi cản trở và được đẩy ra ngoài.

Về phương diện toán học, nếu nồng độ các chất ô nhiễm gia tăng thì độc tính cũng tăng lên. Do đó thành phần độc hại của các chất ô nhiễm này trở nên phức tạp hơn rất nhiều, mức độ độc hại cao hơn là tổng độc tính của các chất độc hại.

Ảnh hưởng trực tiếp và rõ ràng của ô nhiễm không khí là kích thích bộ máy hô hấp, gây ho, khó thở, kích thích màng nhầy và mắt, làm cho con người có triệu chứng buồn nôn và nôn. Những triệu chứng tiềm ẩn có thể kéo dài trong một thời gian hoặc xuất hiện nhiều lần sẽ trở thành mãn tính.

2.3.1.1. Lưu huỳnh đioxyt (SO_2)

Lưu huỳnh đioxyt (SO) là chất khí không màu, có vị hăng cay, không cháy và có mùi khó chịu. SO_2 thường có thời gian lưu trong khí

quyển từ 12 giờ đến 2 ngày. Một phần khí lưu huỳnh dioxyt bị quang hoá, biến đổi thành SO_3 (lưu huỳnh trioxyt). SO_2 có mặt trong khí sạch ở các vùng đô thị, nồng độ SO_2 là 0,0035 ppm. Các hoạt động của con người tạo ra khí SO_2 chủ yếu là do đốt than và sử dụng nhiên liệu dầu. Hơn nữa, tính gây hại và độc hại của axit sunfuro (SO_3^{2-}) tự nó cũng gây ra ô nhiễm khí, được sử dụng như là tiêu chuẩn chung đối với ô nhiễm khí, bởi lẽ khí này lan truyền rất nhanh trong khí quyển với tốc độ cao. Tốc độ khí SO_2 bị quang hoá và biến đổi thành SO_3 tương đối chậm, chỉ vào khoảng 0,1–0,2%/h. Khí SO_3 có độ hoà tan trong nước cao, khi phản ứng với nước ($\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4$) tạo ra axit sunfuric ở dạng mù – yếu tố chính hình thành sương mù.

Lưu huỳnh dioxyt trong tiêu chuẩn chất lượng môi trường cho phép xấp xỉ 0,1 ppm/h, ở mức độ này SO_2 hầu như không gây ảnh hưởng gì. Nhưng trên thực tế, ở nồng độ 1 ppm/h nó làm cho con người cảm thấy đau ngực do huyết áp bị thay đổi, ngoài ra lưu huỳnh dioxyt ở nồng độ 3 ppm có thể dễ dàng được nhận thấy bằng khứu giác. Nồng độ 5 ppm là nồng độ cho phép lớn nhất trong môi trường làm việc (8 giờ). Nồng độ 20 ppm là nồng độ tối thiểu mà nó có thể gây ra rất mắt, và giới hạn từ 50 đến 100 ppm là giới hạn cho phép tối đa/h.

Bởi vì lưu huỳnh dioxyt có độ hoà tan trong nước cao, nên nó ảnh hưởng lớn đến đường hô hấp, bao gồm khoang mũi, họng, thanh quản và khí quản. Trên thực tế SO_2 tồn tại trong đường hô hấp khác hẳn với NO_2 và O_2 , nó hoà tan chậm trong nước và dễ dàng xâm nhập sâu vào hệ hô hấp.

Ngoài ra SO_x còn gây nguy hại đối với vật liệu xây dựng và đồ dùng, do biến đổi thành axit sunfuric có phản ứng mạnh. Chúng làm hư hỏng và làm thay đổi tính chất vật lý, màu sắc của vật liệu xây dựng như đá vôi, đá hoa, đá cẩm thạch và vữa xây, cũng như

phá hoại các tác phẩm điêu khắc, tượng đài, công trình xây dựng. Sắt thép trong môi trường nóng ẩm và có khí SO_2 sẽ han gỉ nhanh. Thêm vào đó, SO_2 cũng làm hư hỏng và giảm tuổi thọ các sản phẩm vải, nilon, đồ da... và chỉ cần nồng độ SO_2 nhỏ cũng ảnh hưởng tới sự sinh trưởng của rau quả.

2.3.1.2. Các phần tử khí do máy bay thải ra

Sự va chạm của các hạt khí do máy bay thải ra với sinh vật sống được xác định theo nồng độ, kích thước và đặc tính hoá học của các hạt.

Đặc biệt, các hạt thô với kích thước không lớn hơn 10 μm được xem như là các phần tử khí có ảnh hưởng nhiều nhất đến con người.

Các hạt với kích thước không nhỏ hơn 5 μm (1 $\mu\text{m} = 10^{-3}$ mm) sẽ bị chặn lại bởi lông mũi, mao quản. Bởi vậy, chúng được giữ lại với tỷ lệ lớn trong đường hô hấp trên. Tuy nhiên, các hạt có kích thước không lớn hơn 3 μm cũng được giữ lại trong đường hô hấp dưới với tỷ lệ cao, và các hạt có kích thước không lớn hơn 1 μm bị giữ lại nhiều nhất trong túi phổi, nghĩa là tỷ lệ giữ lại các hạt tỷ lệ nghịch với kích thước của các hạt đó.

Các hạt được giữ lại ở đường hô hấp trên được thải ra qua sự vận động của mao quản tới họng, nơi mà chúng được đưa ra do ho hoặc nuốt trôi.

2.3.1.3. Nitơ đioxyt (NO_2)

NO và NO_2 là hai khí chủ yếu của nitơ oxyt. NO_2 là khí độc hại nhất và thường khó xử lý. NO_2 là khí màu nâu, trong khí quyển ở độ cao 32 km, có một lớp ước tính có nồng độ khoảng 0,25 ppm mà mắt thường nhìn rõ.

Con người bắt đầu cảm nhận được mùi của khí này khi nồng độ NO_2 từ 1 đến 3 ppm; và ở nồng độ 13 ppm NO_2 gây ra kích thích mũi

và mắt. NO_2 là hợp chất phát sinh từ chất oxy hoá. Khác với SO_2 , nó không phân tán được trong nước dễ dàng nên khó xâm nhập vào hệ hô hấp trên. Vì lý do này, những người hít khí NO_2 vào sâu trong túi phổi không phải là nguyên nhân gây ra kích thích.

Sau vài giờ hít phải khí NO_2 , con người sẽ bị sưng phổi và khó thở. Các nghiên cứu cảnh báo rằng con người sẽ tử vong sau khi hít vào khí NO_2 có nồng độ không nhỏ hơn 500 ppm.

NO_2 có tốc độ lắng trên đường hô hấp thấp nên dễ dàng đi sâu vào cơ thể con người làm ảnh hưởng đến nhánh cuống phổi nhỏ, túi phổi, và các bộ phận khác của đường hô hấp thấp, gây ra chứng phù phổi, suy yếu các chức năng hô hấp và chứng viêm đường hô hấp.

2.3.1.4, Hydrocacbon

Hydrocacbon là các hợp chất hoá học do hydro và cacbon hợp thành. Hydro cacbon nhẹ, trong thể khí ở nhiệt độ thường, nó là thành phần cơ bản của khí tự nhiên. Hydrocacbon thường không màu, không mùi, nhưng khí tự nhiên có thể có mùi vì có chứa một số thành phần khác như lưu huỳnh...

Đối với người, hydrocacbon có thể làm sưng tấy màng nhày của phổi, làm thu hẹp cuống phổi và làm sưng tấy mắt. Một số nghiên cứu còn cho thấy hydrocacbon có thể gây ung thư phổi.

2.3.1.5. Chất oxy hoá quang hoá

Hợp chất chính của quá trình oxy hoá quang hoá là ozon (O_3). Mùi của ozon có thể nhận biết được khi nồng độ của nó từ 0,02 đến 0,05 ppm. Giống như NO_2 , ozon có thể dễ dàng xâm nhập sâu vào đường hô hấp do hoà tan chậm trong nước. Nó ảnh hưởng đến nhánh cuống phổi nhỏ, túi phổi, và các bộ phận khác của đường hô hấp thấp. Ozon có thể gây ra ho, nhức đầu, và tức ngực.

Ozon phát sinh ra các gốc tự do và các peoxyl lipit trong cơ thể, dẫn đến nhiễm sắc thể khác thường và sự lão hoá của các tế bào máu. Ở nồng độ như nhau, ozon độc hơn nhiều so với SO_2 và NO_2 . Ở nồng độ là 0,1 ppm, thời gian tồn tại cho phép tối đa là 8 giờ (trong điều kiện môi trường làm việc). Cũng ở nồng độ 1 ppm sẽ làm cho cơ quan hô hấp trở nên khó thở và con người bị đau đầu. Nếu hít phải khí ozon với nồng độ không nhỏ hơn 50 ppm trong thời gian trên 30 phút sẽ gây ra tử vong.

2.3.1.6. Cacbon monoxyl (CO)

Cacbon monoxyl (CO) là khí không gây kích thích, không màu, không mùi, không vị. Khả năng đề kháng của con người đối với khí CO rất thấp. Khí CO có thể bị oxy hoá thành cacbon dioxyt (CO_2) nhưng phản ứng này xảy ra chậm dưới tác dụng của ánh sáng Mặt trời trong một thời gian khá lâu. CO có thể bị oxy hoá và chuyển dịch trong quá trình diệp lục hoá ở thực vật.

Các vi sinh vật trên mặt đất cũng có khả năng hấp thụ khí CO từ khí quyển. Tác hại của khí CO đối với con người và động vật xảy ra khi nó kết hợp thuận nghịch với hemoglobin (Hb) trong máu.

Hemoglobin có ái lực hoá học đối với CO mạnh hơn với O_2 . Khi khí CO và O_2 có mặt bão hoà cùng với hemoglobin thì nồng độ HbO_2 (oxyhemoglobin) và HbCO (cacboxihemoglobin) có quan hệ theo đẳng thức Hendene như sau:

$$[\text{HbCO}] / [\text{HbO}_2] = M \times P(\text{CO}) / P(\text{O}_2)$$

trong đó: $P(\text{CO})$ và $P(\text{O}_2)$ - lực hút thành phần khí CO và O_2 ;

M - hằng số và phụ thuộc vào hình thái động vật. Đối với con người, M có giá trị từ 200 đến 300.

Hỗn hợp Hb và CO làm giảm hàm lượng oxy trong máu. Khi cacbon monoxyt kết hợp với hemoglobin, hàm lượng CO-Hb tăng lên, khả năng cơ thể vận chuyển oxy tới các tế bào bị cản trở. Hệ thần kinh trung ương và cơ tim bị ảnh hưởng, đó là những vùng bị ảnh hưởng nhiều nhất do quá trình trao đổi oxy. Nếu nồng độ CO-Hb trong máu tăng từ 10 đến 20% sẽ xuất hiện chóng mặt; từ 30 đến 40% xuất hiện đau đầu dữ dội và chóng mặt; từ 50 đến 60% sẽ xuất hiện chứng bệnh mất lý trí và co cơ; lớn hơn 80% dẫn đến đột tử. Tuy nhiên nồng độ cacbon monoxyt trong khí quyển thường không cao. Tiêu chuẩn chất lượng môi trường giới hạn là 20 ppm/8 giờ, với nồng độ CO-Hb xấp xỉ là 3%.

2.3.1.7. Các chất khác

Có một số báo cáo về ảnh hưởng đến sức khỏe do hydro florua (HF), những chất độc hại khác được chỉ ra trong Luật kiểm soát ô nhiễm khí. Cũng như SO_2 và NO_2 , nồng độ giới hạn (trong 8 giờ) của axit clohydric (HCl) trong môi trường là 5 ppm; ảnh hưởng của các chất này tới con người tương tự như SO_2 và NO_2 . Cadimi có đặc điểm là gây hại cho dạ dày, ruột, thận và các bệnh về xương, thêm vào đó gây ra bệnh về đường hô hấp. Chì đi vào cơ thể con người thông qua đường miệng hoặc đường hô hấp và ảnh hưởng đến khả năng sản sinh các tế bào máu.

**Bảng 2.3. Tác hại của một số hợp chất khí độc hại
đối với sức khỏe con người**

STT	Chất khí ô nhiễm	Nguồn phát sinh	Tác hại bệnh lý đối với người
1	Andehit	Từ phân ly các chất dầu, mỡ và glycerin bằng phương pháp nhiệt	Gây buồn phiền, đau đầu, làm ảnh hưởng đến bộ máy hô hấp
2	Amoniac (NH_3)	Quá trình hoá học để sản xuất phân đạm, sơn	Gây viêm tấy đường hô hấp

Bảng 2.3. (tiếp)

STT	Chất khí ô nhiễm	Nguồn phát sinh	Tác hại bệnh lý đối với người
3	Asin (AsH_3) (Asen hydrua)	Quá trình hàn nối sắt thép hoặc quá trình sản xuất que hàn có chứa axit asenic	Làm giảm hồng cầu trong máu, tác hại thận, gây bệnh vàng da
4	Cacbon monooxyt (CO)	Ống xả khí xe máy, ô tô, ống khói đốt than	Giảm bớt khả năng lưu chuyển oxy trong máu, gây bệnh tim mạch và có thể gây tử vong
5	Clo	Tẩy vải sợi và các quá trình hoá học tương tự	Gây nguy hại đối với toàn bộ đường hô hấp và mắt
6	Hydro xyanua	Khói phun ra từ các thiết bị sản xuất hoá chất, mạ kim loại	Gây tác hại đối với tế bào thần kinh, đau đầu và làm khô họng, mờ mắt
7	Hydro florua (HF)	Tinh luyện dầu khí, khắc kính bằng axit, sản xuất phân bón, sành sứ, gốm, thủy tinh	Gây mệt mỏi toàn thân, viêm da, gây bệnh về thận và xương
8	Hydro sunfua (H_2S)	Công nghiệp hoá chất và tinh luyện nhiên liệu có nhựa đường, phân bón	Mùi giống như mùi trứng thối, gây buồn nôn, gây kích thích mắt, mũi, họng
9	Nitơ oxyt (NO_x)	Công nghệ làm mềm hoá than, ống xả ô tô, xe máy	Gây bệnh phổi và bộ máy hô hấp, tử vong do bệnh hô hấp
10	Photgen (cacbon oxyclorua)	Công nghiệp hoá học và nhuộm	Gây ho, buồn phiền, nguy hiểm đối với người bệnh phổi
11	Lưu huỳnh đioxyt (SO_2)	Quá trình đốt than, dầu và khí	Gây tức ngực, đau đầu, nôn mửa, tử vong do bệnh hô hấp
12	Tro, muối, khói	Lò đốt công nghiệp và ống xả phương tiện vận tải	Gây bệnh khí thũng, đau mắt và có thể gây bệnh ung thư

2.3.2. Ảnh hưởng đến thực vật

2.3.2.1. Các chất độc hại ảnh hưởng tới thực vật

Khí độc hại ảnh hưởng đến cây trồng bao gồm khí SO_2 , SO_3 , HF , Cl_2 , HCl , NH_3 , H_2S , NO_2 và etylen. Đặc biệt SO_2 là chất chính gây hại cho cây trồng.

Bảng 2.4. Ảnh hưởng của các chất độc hại tới thực vật

Chất	Gây đốm lá và thân cây	Tạo khoang rỗng trong cây	Gây đốm lá	Gây đốm đầu lá	Toàn bộ cây màu vàng	Vàng ở lá và thân cây
SO_2		***	*		**	*
H_2SO_4	*	*	**	*	*	
Cl_2	***	**	*	**	*	**
HCl	**			**		*
HF	***				*	**
O_3		**	***	*	**	
PAN		**				
NO_2	*	***	**			

Ghi chú: Tán số thiệt hại: *** Tán số lớn; ** Bình thường; * Thỉnh thoảng.

Khác với SO_2 , SO_3 và NO_2 , tất cả các chất trong bảng 2.4 chỉ có ảnh hưởng trong một khu vực. HF là một chất khó xử lý sau SO_2 . Hầu hết các báo cáo đều không đề cập đến thiệt hại do hydrocarbon gây ra cho cây trồng, trừ CO và etylen, những chất có ảnh hưởng xấu đến sức

khỏe con người. Nồng độ các chất gây ảnh hưởng cây trồng phụ thuộc vào loại khí, thời gian phơi, phơi dưới ánh Mặt trời, nhiệt độ, độ ẩm, lượng nước trong đất, pha sinh trưởng của cây trồng và loại cây trồng. Nói chung, mức nồng độ gây hại được định nghĩa theo sự tăng lên của nồng độ khí theo thời gian phơi.

- SO_2 ảnh hưởng bất lợi cho cả con người và cây trồng. Thời gian phơi là 8 giờ với nồng độ xấp xỉ 0,3 ppm gây ra sự hình thành các điểm không đều giữa các khoang rỗng trong thân cây, những vùng trắng xanh, ngăn chặn sự sinh trưởng, làm rụng lá sớm hơn và các ảnh hưởng khác. Những biểu hiện xâm hại này dễ dàng thấy ở các lá non.

- HF là chất độc hại cho cây trồng nhiều hơn là động vật. Phơi trong 5 giờ với nồng độ xấp xỉ 0,1 ppm làm héo sống lá, làm trắng các bộ phận xanh của đầu và sống lá, làm rụng lá nhanh hơn và có nhiều ảnh hưởng khác tới lá. Thêm vào đó, những chồi non cũng dễ dàng bị huỷ hoại. Trong một vài trường hợp HF gây ảnh hưởng đến đàn tằm khi đầu tằm bị ảnh hưởng.

- NO_2 có ảnh hưởng nhiều đến con người, nhưng có một vài báo cáo cho rằng nó còn ảnh hưởng tới thực vật. Thời gian phơi trong 4 giờ với nồng độ xấp xỉ 2,5 ppm NO_x gây ra tẩy trắng, làm nâu và các điểm không đều giữa các sống lá.

- Ozon có ảnh hưởng rõ rệt tới đời sống con người và cây trồng. Thời gian phơi 4 giờ với nồng độ 0,03 ppm ảnh hưởng đến các tế bào, gây ra các điểm trắng nhỏ, ngăn chặn sự tăng trưởng, sớm bị lão hoá.

Nếu sự huỷ hoại không lớn, các đốm trắng nhỏ trên lá sẽ căng ra. Các lá già bị huỷ hoại bởi O_3 , trong khi đó HF lại dễ dàng phá huỷ các lá non và SO_2 phá huỷ các lá bình thường.

- Peroxyacetyl nitrat (PAN) được biết đến như là sản phẩm cuối cùng của quá trình quang hoá, nó cũng có ảnh hưởng như các hợp chất oxy hóa khác, gây kích thích thị giác và gây bất lợi cho cây trồng.

Không giống như ozon, ảnh hưởng của PAN xuất hiện đằng sau lá tạo ra màu trắng bạc hoặc màu đồng. Phơi trong 6 giờ với nồng độ thấp, khoảng 0,01 ppm huỷ hoại cây trồng với mức độ như ozon.

- Etylen: Thực vật cần formalin, là chất kích thích tăng trưởng cho cây trồng. Etylen cản trở quá trình vận chuyển oxy vào formalin của thực vật. Nó làm cho lá bị rũ xuống, tính sinh trưởng cong của lá dẫn đến các nhánh uốn cong không đều.

Etylen làm cho lá cây phong lan trở nên khô và hoa cảm chứng không nở được.

Kiểu mạch là loại cây bị ảnh hưởng nhiều bởi etylen (ảnh hưởng với nồng độ từ 0,05 – 0,1 ppm), khoai tây (ảnh hưởng xuất hiện sau 24 giờ với nồng độ 0,5 ppb), cây vừng và etylen ảnh hưởng đến nhiều loại cây trồng hơn so với các chất như metan, propylen, axetylen, toluen.

2.3.2.2. Tính nhạy cảm của cây trồng đối với ô nhiễm khí

Khả năng giữ lại bụi tùy thuộc vào từng loại cây, sự tác động của điểm khối và số lượng cây trồng.

Nói chung, cây trồng ở vùng ven biển có khả năng giữ lại bụi cao. Những cây lá dày thường không có lỗ hổng khí nên có khả năng giữ bụi rất tốt. Ví dụ, cây thông đỏ là cây trồng ở vùng núi, có độ nhạy cao đối với ô nhiễm khí, vì thế sức chống chịu của nó rất kém. Ngược lại, cây thông đen có khả năng giữ bụi cao và vì thế nó không phải là

cây dùng để chỉ thị ô nhiễm không khí. Cây trúc đào, cây hoa trà, cây sồi xanh và những loại cây khác có số lượng lớn ở vùng ven biển có khả năng giữ bụi cao. Cây thường xanh, cây sung, cây thông đen Trung Quốc, các cây thân thẳng, cây chanh Trung Quốc, cây dành dành, và một số loại cây lá mỏng khác được thông báo là sống lâu hơn nếu cách các nhà máy sản xuất SO_2 trong phạm vi bán kính 500 m. Đặc biệt cây trúc đào là cây phải cách nguồn ô nhiễm khoảng cách 100 m mới có thể sống được. Trong số các loại rau, cải bắp là những loại có khả năng giữ bụi nhiều.

Những loại cây với khả năng chống chịu kém với các chất ô nhiễm đôi khi được dùng làm cây chỉ thị cho các chất ô nhiễm này.

Cây linh lăng có sức chịu kém nhất đối với khí SO_2 , vì thế nó là cây dùng để chỉ thị cho khí SO_2 . Có báo cáo cho rằng cây linh lăng bị ảnh hưởng sau bảy giờ tiếp xúc với SO_2 ở nồng độ gần 0,4 ppm. Các loài cây khác bị huỷ hoại khi nồng độ quá 1,0 ppm. Hơn nữa cây linh lăng, cây vừng, cây kiều mạch, cây thuốc lá, cây dâu, và các cây khác bị ảnh hưởng ở nồng độ đó. Ở nồng độ SO_2 cao hơn 20 ppm, sau một thời gian tiếp xúc ngắn (vài phút) cây sẽ bị mắc bệnh đốm lá.

Đốm lá xuất hiện trên cây vừng ở nồng độ thấp nhất là 5 ppm. Cây trà là loại cây có khả năng chống chịu với khói mạnh nhất, ở nồng độ SO_2 là 100 ppm cây trà vẫn chưa bị mắc bệnh đốm lá. Khả năng chống chịu khói của thực vật được xác định dựa vào: sự tác động của khói và số lượng cây trồng. Thậm chí nếu quá nhiều khói thì khả năng chống chịu khói phải được xem xét bằng cách tăng số lượng cây trồng. Các cây trồng như cây lúa, lúa mạch và cây ăn quả thường bị thiệt hại nghiêm trọng về sản lượng bởi vì chúng bị ảnh hưởng nhẹ trong thời kỳ trổ hoa. Do đó chúng không thích hợp cho việc sử dụng là cây chỉ thị chống chịu khói.

Dưới đây đưa ra một số chất gây hại tới cây trồng và cây chỉ thị kết hợp:

- Hợp chất flo: cây nho, cây kiêu mạch...
- Khí ozon: cây thuốc lá, cây củ cải, đậu tằm, cây linh lăng, cây bìm bìm hoa tía...
- PAN: cây thuốc lá cảnh (một loại thuốc cây bìm bìm)...
- Etylen: cattleya (một loài thuộc họ phong lan), cây vừng...
- SO_x : cây linh lăng, cây kiêu mạch, cây vừng, cây thông đỏ...
- Các hợp chất ô nhiễm chứa SO_2 : cây địa y cũng là cây chỉ thị.

2.3.2.3. Ảnh hưởng của các chất khác

HF gây ảnh hưởng tới cây dâu tằm. Khi HF bám vào lá dâu nó tạo thành các đốm trắng, do đó lá dâu nhiễm HF không thích hợp làm thức ăn cho tằm. Khi tằm ăn phải các lá dâu bị dính bụi và các phần tử khác sẽ gây ảnh hưởng đến cơ quan tiêu hoá, dẫn đến sự phát triển không đều làm tằm bị chết nhiều vì vậy sản lượng thấp đi.

Con người làm việc trong môi trường có HF chỉ chịu đựng được nồng độ HF 3 ppm, chính vì vậy đòi hỏi phải có những yêu cầu nghiêm ngặt hơn SO_2 , mặc dù trong thực tế khí SO_2 được coi là có ảnh hưởng xấu đến sức khỏe con người hơn.

2.4. Ô NHIỄM KHÔNG KHÍ HIỆN NAY

Các tiêu chuẩn chất lượng môi trường được đưa ra nhằm bảo vệ sức khỏe của con người là những yêu cầu về môi trường liên quan đến ô nhiễm không khí. Tháng 4 năm 1988, Nhật Bản đã xây dựng Tiêu chuẩn Chất lượng môi trường đối với lưu huỳnh đioxyt (SO_2), nitơ đioxyt (NO_2), cacbon monooxyt (CO), các chất oxy hóa quang hóa.

a) Lưu huỳnh đioxyt (SO_2)

SO_2 trong không khí phát thải chủ yếu bởi quá trình đốt cháy nhiên liệu hình thành từ xác động vật bị phân huỷ như dầu và than. Như đã trình bày, sự phát thải khí lưu huỳnh oxyt có thể kiểm soát được và ô nhiễm SO_2 được giảm đáng kể.

b) Nitơ đioxyt (NO_2)

Hầu hết khí NO_2 trong không khí phát thải ra trong quá trình cháy. Nguồn NO_2 bao gồm nguồn ổn định từ các nhà máy và nguồn chuyển động từ các phương tiện vận tải khác phát thải lượng lớn khí NO_x .

c) Chất oxy hoá quang hoá

Ô nhiễm không khí do oxy hoá quang hoá gây ra do các chất ô nhiễm sinh ra từ phản ứng quang hoá thứ cấp giữa NO_x và hydrocacbon. Nồng độ oxy quang hoá được sử dụng như là chất chỉ thị trong đánh giá mức độ ô nhiễm.

d) Cacbon monoxyt (CO)

Cacbon monoxyt phát thải trong không khí là do nhiên liệu cháy không hết, trước tiên là do khí thải của các phương tiện vận tải. Nồng độ monoxyt cacbon được đo ở các trạm quan trắc môi trường không khí.

e) Các phần tử bụi lơ lửng

Các phần tử bụi lơ lửng là các phần tử lơ lửng trong không khí với kích thước không quá $10\text{ }\mu\text{m}$. Các phần tử này tồn tại trong không khí trong thời gian tương đối dài và nồng độ cao sẽ gây hại tới sức khoẻ. Theo tiêu chuẩn chất lượng môi trường yêu cầu giá trị đo trung bình ngày không quá $0,20\text{ mg/m}^3$.

Ngoài ra, sự gia tăng của các phương tiện sử dụng dầu diezen trong những năm gần đây đã tác động đến môi trường do các thành phần của khí thải từ dầu diezen như khói đen.

f) Hydrocacbon không chứa metan

Các phương pháp đo hydrocacbon đã được sử dụng bắt đầu từ năm 1971 khi ô nhiễm không khí quang hoá trở thành một vấn đề bức xúc. Ban đầu người ta chế tạo các dụng cụ sử dụng để đo tổng hydrocacbon bằng tự động hóa nên không thể đo một riêng rẽ các hợp chất metan và không có metan.

g) Ozon

Ozon liên quan đến sức khoẻ con người và ảnh hưởng đến môi trường. Trong tự nhiên ozon tồn tại trên tầng khí quyển (tầng bình lưu) và dưới tầng khí quyển (tầng đối lưu). Ozon có trong tầng bình lưu bảo vệ Trái đất khỏi bức xạ Mặt trời. Song ở dưới tầng khí quyển, lỗ hổng tầng ozon làm ảnh hưởng tới sức khoẻ con người và tác động xấu tới môi trường.

h) Khí độc hại

Một số nguồn phát thải khí độc vẫn đang tồn tại. Bao gồm các nguồn lớn như nhà máy hoá chất, nhà máy lọc dầu và nhà máy sản xuất năng lượng. Nguồn nhỏ hơn và phân tán hơn là ngành giặt tẩy khô cũng có thể là nguồn phát thải khí độc. Quản lý các nguồn chất thải chính là phân bố các nguồn thải chất khí độc hại một cách hợp lý.

Xác định các khí độc hại dựa trên cơ sở khối lượng phát thải. Tuy nhiên, chỉ có khối lượng phát thải thì chưa chỉ ra được mối liên quan chặt chẽ của vấn đề liên kết các khí độc hại. Độ độc của mỗi hợp chất và mức độ huỷ hoại (theo thời gian và nồng độ) tương đối quan trọng và phải được cân nhắc. Lấy ví dụ toluen là hợp chất gây mùi nhất

nhưng mức độ độc hại lại ít hơn benzen là chất gây ung thư dẫn đến bệnh bạch cầu.

Bảng 2.5. Giới thiệu các trạm đo nồng độ NO_2 ô nhiễm môi trường vượt quá tiêu chuẩn chất lượng môi trường của Nhật Bản theo các năm

Năm ppm	1988		1989		1990		1991		1992		1993	
	Số trạm	%	Số trạm	%	Số trạm	%	Số trạm	%	Số trạm	%	Số trạm	%
$\geq 0,06$	55	4,1	65	4,8	87	6,4	81	5,9	37	2,6	63	4,4
0,04 I 0,06	370	27,7	350	25,8	359	26,3	445	32,3	415	29,5	382	26,9
$\leq 0,04$	912	68,2	942	69,4	921	67,4	852	61,8	954	67,9	974	68,6
Tổng	1337	100	1357	100	1367	100	1378	100	1406	100	1419	100

Chương 3

SỰ PHÁT THẢI

TRONG CÁC NGÀNH CÔNG NGHIỆP

3.1. TỪ CÁC THIẾT BỊ TRONG NGÀNH CÔNG NGHIỆP HOÁ CHẤT

Trong quá trình sản xuất sẽ phát thải ra các chất do lượng tổn thất lọt qua các khâu công nghệ phụ thuộc vào:

- Áp suất đóng gói sản phẩm.
- Trọng lượng riêng và độ nhớt của khí hoặc chất lỏng trong ống dẫn.
- Số lượng sản phẩm đóng gói.
- Thiết bị đóng gói.
- Diện tích mối ghép.
- Sự nhiễm bẩn của vật liệu đóng gói.
- Sử dụng hỗn hợp than chì.
- Độ bền của bao gói.

Phạm vi tổn thất do lọt qua mối ghép phụ thuộc sự bảo quản mối ghép.

Hệ số phát thải

Bảng 3.1. Hệ số phát thải do lọt qua các khe hở có tính đến đường kính phía ngoài của vật liệu gắn kín (g/m.h)

Khí thải ⁽¹⁾ trong ống dẫn	0,005 ÷ 0,02
Chất lỏng ⁽¹⁾ trong ống dẫn	0,04 ÷ 0,2

Ghi chú: ⁽¹⁾ Ở điều kiện xử lý.

Định mức phát thải chỉ áp dụng đối với các mối ghép được bảo quản trong điều kiện tốt.

Định mức phát thải đưa ra dựa vào các phương pháp đo trong thực tế. Tuy nhiên tổn thất do lọt qua khe hở phụ thuộc vào rất nhiều yếu tố, độ chính xác của định mức phát thải còn phụ thuộc vào các điều kiện dưới đây.

Quy mô bảo dưỡng thiết bị quyết định phạm vi phát thải do lọt qua các khe hở. Nếu bảo quản tốt thì định mức phát thải có thể giảm đáng kể. Điều này có nghĩa là định mức phát thải đưa ra trong chương này có thể không được áp dụng trong trường hợp khi tổn thất do lọt qua mối ghép có liên quan rất lớn với tổng lượng phát thải, có thể phát thải chất gây nhiễm bẩn nặng hoặc chất độc.

Bảng 3.2. Hệ số phát thải do rò rỉ từ các van, các thiết bị vào khí quyển (g/h)

	Trục (quay) nặng	Trục quay
Van mở chất khí	~ 3 ÷ 10	0,5 ÷ 2,0
Van mở chất lỏng	0,5 ÷ 2,0	0,1 ÷ 0,5

Ghi chú: - Van mở chất khí: van trung gian rò rỉ ở thể khí dưới áp suất khí quyển và ở nhiệt độ 15°C.
- Van mở chất lỏng: van trung gian rò rỉ ở thể lỏng dưới áp suất khí quyển và ở nhiệt độ 15°C.

Các định mức phát thải trên được lấy từ các dụng cụ đo sự rò rỉ của van trong ống dẫn "lạnh" ($< 60^{\circ}\text{C}$).

Sự rò rỉ khác nhau giữa thể lỏng và thể khí chưa được phát hiện nhưng chắc chắn có sự khác nhau rất đáng kể.

3.2. TRONG NGÀNH CHẾ TẠO MÁY

3.2.1. Máy bơm và máy nén

3.2.1.1. Sự phát thải

Rất ít tài liệu nói đến tình trạng rò rỉ của máy bơm và máy nén. Kết quả nghiên cứu thực tiễn được mô tả bởi Wetherold, Provost (1979) và Steigerwald (1958) trở nên có giá trị chỉ khi các dữ liệu xác thực. Từ nghiên cứu này, rõ ràng là cả áp suất bốc hơi và tính không ổn định của các sản phẩm được bơm có ảnh hưởng rất lớn đến chất phát thải thông qua khoá máy bơm.

Ngày nay thường sử dụng khoá tự động trong máy bơm và máy nén. Khoá thùng có thể được phân loại thành khoá cơ khí đơn và khoá tự động kép bằng dầu gắn. Khoá đường dẫn trong công nghiệp cũng không ngoại trừ sử dụng dầu gắn. Phần lớn máy nén là loại máy nén van đẩy.

Định mức phát thải đưa ra dựa vào kết quả của các phương pháp đo thực tế.

Kết quả nghiên cứu từ các phòng thí nghiệm về khoá miêu tả các khía cạnh rò rỉ xảy ra trong thực tế của công nghiệp hoá chất và công nghiệp hoá dầu. Vì vậy định mức phát thải đưa ra ở đây dựa vào các kinh nghiệm thực tế, được mô tả bởi Steigerwald năm 1958, với

phát thải hydrocacbon vào khí quyển do rò rỉ khoả máy bơm và khoả máy nén trong nhà máy tinh chế dầu ở Los Angeles.

Bảng 3.3. Hệ số phát thải khi khoả máy nén và khoả máy bơm (g/h)

Loại máy bơm hoặc máy nén	Áp suất bốc hơi của sản phẩm		Định mức phát thải
	(100°F), Psi	(38°C), kN/m ²	
Máy bơm ly tâm	> 26	>180	170
	5 ÷ 26	35 ÷ 180	11
	< 5*	< 35	5
	> 26	>180	190
	5 ÷ 26	35 ÷ 180	140
	< 5*	< 35	7
Máy bơm pittông	> 26	>180	310
	5 ÷ 26	35 ÷ 180	75
	< 5*	< 35	2
Máy nén pittông	-	-	160
Máy nén ly tâm và máy nén quay	-	-	90
	-	-	0

Ghi chú: (*) Không tồn tại phát thải đối với các sản phẩm có áp suất hơi nước tuyệt đối nhỏ hơn 1 kN/m² ở nhiệt độ của sản phẩm.

3.2.2. Van phao

Hệ số phát thải

Bảng 3.4. Hệ số phát thải đối với van nổi (g/h)

Trạng thái sản phẩm ⁽¹⁾	Cum van phao trong:	Định mức phát thải
Khí	- Các thiết bị sản xuất	55
	- Thùng chứa dưới áp lực	12
Chất lỏng	Các ống dẫn khác nhau	0

Ghi chú: ⁽¹⁾ Trạng thái sản phẩm được xem như trạng thái khí ở áp suất khí quyển và nhiệt độ 15°C.

Trong một số trường hợp thanh kim loại gây kéo van nổi lên, với bộ phận cảm biến nén được nối với khoảng trống ở giữa thanh kim loại gây và van vì vậy không có phát thải.

3.2.3. Quá trình đốt khí thải

3.2.3.1. Mô tả quá trình

Quá trình đốt khí thải được sử dụng trong công nghiệp hoá dầu và công nghiệp chế biến dầu. Vì lý do an toàn, các khí dễ cháy phải được tách ra và đốt bỏ khỏi quá trình chế biến trong các ngành công nghiệp này.

Quá trình đốt khí ở nhiệt độ cao nhằm chuyển hóa khí nổ, khí độc, khí ăn mòn và hơi độc thành các sản phẩm ít nguy hiểm. Công suất đốt có thể đạt 0,5 tấn/h khí sạch, tương đương với 500 tấn/h khí thải. Khí thải phải được đốt ở ngọn lửa cao. Đối với mục đích này các lò thí điểm được cung cấp cùng với khí tự nhiên, propan hoặc nhiên liệu tương tự được bốc lên tới chóp. Cháy không hoàn toàn xảy ra khi lượng khí cháy lớn. Khi đốt cháy có thể phát

thải hydrocacbon, người ta thường bơm hơi nước vào chóp đỉnh lửa để cân dịu.

Về cơ bản có hai cách đốt khí thải:

- Đốt khí thải ở độ cao từ 50 đến 130 m, trường hợp này phải lắp đặt trang thiết bị vận hành và thiết bị an toàn. Năng suất của thiết bị lớn nhất vào khoảng 500 tấn/h.

- Đốt khí thải ở độ cao thấp, khoảng 30 m. Trong một số thiết bị người ta cung cấp lượng khí liên tục hoặc không liên tục cho các quá trình đốt này. Tuy nhiên đốt ở độ cao thấp thường không được an toàn.

Sau đây là ba tình huống tiêu biểu khí thải phát cháy:

- *Trường hợp A:* Kiểm soát dòng khí thải và các chất khí phát thải trong điều kiện thời tiết không ổn định.

- *Trường hợp B:* Tải lượng nhiệt vượt quá tải lượng nhiệt thiết kế trên 10%, hoặc lượng nhiệt của khí thải trong khoảng từ 6.000 đến 10.000 kJ/m³.

- *Trường hợp C:* Khí thải có thể sử dụng được nếu lượng nhiệt của các phế phẩm nhỏ hơn 6.000 kJ/m³.

3.2.3.2. Sự phát thải

Khi đốt cháy khí thải trong khí trợ thuần khiết, hơi, các sản phẩm đốt cháy của lò thí nghiệm, khí không cháy (chất khó cháy), một phần chuyển thành khí (thành bồ hóng) và các sản phẩm đốt cháy do khí thải phát ra.

3.2.3.3. Hệ số phát thải

Lượng thải ở trường hợp C được xác định đầu tiên, sau đó là phát thải của trường hợp B, trường hợp A được xác định cuối cùng. Nếu dữ liệu thiếu thì tách thành ba phần như bảng 3.5.

**Bảng 3.5. Chia dòng phát thải thành ba trường hợp
(% lượng phát thải)**

Trường hợp A	90
Trường hợp B	9
Trường hợp C	1

Bảng 3.6. Hệ số phát thải đối với đốt khí thải bằng tia lửa

Các chất	A		B		C
	%	g/GJ	%	g/GJ	
Cacbon monoxýt (CO)	1		20		Khí phát thải không cháy
Hydrocacbon (C_xH_y)	0,1		2		
Lưu huỳnh oxyt (SO_x)	100		100		
Nitơ oxyt (NO_x)	20	+9	10	+ 4,5	
Bồ hóng	0,03		3		

Theo bảng 3.6 ta thấy:

Định mức phát thải cacbon monoxýt (CO) tính theo phần trăm cacbon có trong khí đốt là 1% trường hợp A và 20% trường hợp B.

Định mức phát thải hydrocacbon tính theo phần trăm cacbon có trong các hợp chất khí hydrocacbon là 0,1% trường hợp A và 2% trường hợp B.

Định mức phát thải lưu huỳnh oxyt tính theo phần trăm lưu huỳnh có trong các khí là 100% trường hợp A và trường hợp B.

Định mức phát thải nitơ nhiên liệu là lượng nitơ ở dạng nitơ oxyt tính bằng % nitơ có trong các thành phần của khí là 20 % trong trường hợp A và 10% trong trường hợp B.

Định mức phát thải nitơ nhiệt là lượng nitơ ở dạng nitơ oxyt tính bằng g/GJ khí (hoá chất nhạy cảm) là 9 g/GJ trong trường hợp A và 4,5 g/GJ trường hợp B.

Định mức phát thải bồ hóng là lượng cacbon sinh ra ở dạng bồ hóng tính theo phần trăm cacbon trong các thành phần khí đối là 0,03% trường hợp A và 3% trường hợp B.

Lượng phát thải hydrocacbon được quy đổi thành lượng metan tương đương, 1 kg C tương đương với 16/12 kg C_xH_y .

Lượng phát thải lưu huỳnh oxyt được quy đổi thành lượng lưu huỳnh tương đương, 1 kg S tương đương với 64/32 kg SO_x .

Bảng 3.7. Hàm lượng các thành phần và lượng nhiệt

Thành phần	Phần trăm thể tích	Trọng lượng phân tử	% trọng lượng	Lượng nhiệt, MJ/m ³
CO	1	28	1,63	12,0
H ₂	50	2	5,83	12,1
H ₂ S	1	34	1,98	23,7
CH ₄	15	16	13,99	37,7
C ₃ H ₈	25	44	64,13	93,9
N ₂	7	28	11,43	0
NH ₃	1	17	0,99	17,1

Lượng phát thải nitơ oxyt được quy đổi thành lượng nitơ tương đương, 1 kg N tương đương với 46/14 kg NO_x.

Trong bảng 3.7, thành phần khí thải được đưa ra theo phần trăm thể tích. Dựa vào trọng lượng phân tử của các phân tử có thể tính toán lại phần trăm trọng lượng của các thành phần. Tính toán từ phần trăm thể tích sang phần trăm trọng lượng của các thành phần có thể thực hiện theo công thức sau:

$$\frac{\% \text{ thể tích} \times \text{trọng lượng phân tử } M}{\sum \% \text{ thể tích} \times \text{trọng lượng phân tử } M}$$

Trong 1 giờ 100 kg khí thải được đốt cháy bao gồm:

$$1,63\text{kg CO} + 5,83\text{kg H}_2 + 1,98\text{kg H}_2\text{S} + 13,99\text{kg CH}_4 + 64,13\text{kg C}_3\text{H}_8 + 11,43\text{kg N}_2 + 0,99\text{kg NH}_3$$

Tính trọng lượng cacbon trong các thành phần đốt cháy.

$$\text{CO: } \frac{12}{28} \times 1,63 \text{ kg} = 0,69 \text{ kg}$$

$$\text{CH}_4: \frac{12}{16} \times 13,99 \text{ kg} = 10,49 \text{ kg}$$

$$\text{C}_3\text{H}_8: \frac{36}{44} \times 64,13 \text{ kg} = 52,47 \text{ kg}$$

Trọng lượng cacbon trong các thành phần đốt cháy là: $0,69 + 10,49 + 52,47 = 63,65 \text{ kg}$.

Hydrocacbon trong khí cháy có chứa: $10,49 + 52,47 = 62,96 \text{ kg}$ cacbon.

Lưu huỳnh trong khí cháy có chứa: $(32/34) \times 1,98 = 1,86 \text{ kg}$ lưu huỳnh.

Hợp chất nitơ trong khí cháy có chứa: $(14/17) \times 0,99 = 0,82 \text{ kg}$ nitơ.

Lượng nhiệt của khí cháy $35,7 \text{ MJ/m}^3$ là lượng nhiệt trung bình của các thành phần.

Tỷ trọng khí là $0,77 \text{ kg/m}^3$ và trọng lượng là 100 kg . Thường dung tích là $100/0,77 = 129,9 \text{ m}^3$ và lượng nhiệt khí là $4,64 \text{ GJ}$.

3.2.3.4. Tính toán phát thải

Phát thải cacbon monoxyt:

$$\frac{\text{Trường hợp A (90\%)}}{0,9 \times 63,7 \times 0,01 \times \frac{28}{12}} + \frac{\text{Trường hợp B (9\%)}}{0,09 \times 63,7 \times 0,20 \times \frac{28}{12}} + \frac{\text{Trường hợp C (1\%)}}{0,01 \times 1,6} = 4,03 \text{ kg}$$

Phát thải hydrocacbon:

$$0,9 \times 63 \times 0,001 \times \frac{16}{12} + 0,09 \times 63 \times 0,02 \times \frac{16}{12} + 0,01 \times 63 \times 1 \times \frac{16}{12} = 1,07 \text{ kg}$$

Phát thải lưu huỳnh oxyt:

$$0,9 \times 1,9 \times 1 \times \frac{64}{32} + 0,09 \times 1,9 \times 1 \times \frac{64}{32} + 0,01 \times 0,8 \times 0 = 3,76 \text{ kg}$$

Phát thải nitơ oxyt:

$$0,9 \times 0,8 \times 0,2 \times \frac{46}{14} + 0,09 \times 0,8 \times 0,1 \times \frac{46}{14} + 0,01 \times 0,8 \times 0 + \\ + 0,9 \times 4,64 \times 0,009 \times 0,0045 + 0,01 \times 4,64 \times 0 = 0,54 \text{ kg}$$

Phát thải bồ hóng:

$$0,9 \times 63,7 \times 0,0003 + 0,09 \times 63,7 \times 0,03 + \\ + 0,01 \times 63,7 \times 0 = 0,19 \text{ kg.}$$

Lưu ý: Khối lượng chất phát thải không liên quan trực tiếp với khối lượng khí cháy. Phần lớn khối lượng chất phát thải ban đầu là từ oxy và nitơ trong khí quyển.

3.2.4. Hệ thống làm lạnh nước

3.2.4.1. Mô tả quá trình

Các nhà máy lọc dầu thường sử dụng một lượng lớn nước làm lạnh. Để có thể sử dụng lại lượng nước này phải hạ nhiệt độ của nó, ví dụ như trong tháp làm lạnh, ở đó xảy ra quá trình bốc hơi nước ảnh hưởng tới sự toả nhiệt vào không khí và nhiệt của quá trình bốc hơi.

3.2.4.2. Sự phát thải

Sự ô nhiễm nguồn nước xảy ra khi thải nước có chứa các chất hoá học trong hệ thống làm lạnh nước. Nếu hệ thống làm lạnh sử dụng tháp làm lạnh thì có thể có một số hydrocacbon thoát ra từ quá trình vào hơi nước trong hệ thống làm lạnh và phát thải vào khí quyển.

3.2.5. Quá trình tách dầu – nước

3.2.5.1. Mô tả quá trình

Hydrocacbon từ các nhà máy lọc dầu đi vào thiết bị tách dầu – nước bằng hệ thống ống dẫn kín, từ nhà máy đến thiết bị tách dầu có sự rò rỉ trên đường ống và có sự lọt không khí từ bên ngoài vào đường dẫn. Nước sử dụng cho việc làm sạch các bể chứa cũng được đưa tới thiết bị tách dầu – nước. Dầu tách ra (gọi là dầu thô) được tái sử dụng trong quá trình hoặc được dùng làm nhiên liệu.

3.2.5.2. Sự phát thải

Sự phát thải dầu vào nước xảy ra do dầu vẫn còn ở trong nước sau khi đi qua thiết bị tách dầu. Sự phát thải vào khí quyển xảy ra do hydrocacbon bốc hơi từ bề mặt dầu – nước.

3.2.5.3. Định mức phát thải

Hàm lượng dầu trong nước sau khi hỗn hợp dầu – nước đi qua thiết bị tách vào khoảng 10 đến 40 ppm (tùy thuộc vào loại thiết bị tách).

Sự phát thải từ bề mặt dầu – nước vào khí quyển được tính theo biểu thức sau:

$$E = 10^{-4} \rho \cdot V (5,74 \cdot T_0 - 5,15 T_{atm} + 38,6 \cdot T_{sep} + 33,6)$$

trong đó: ρ – tỷ trọng của hydrocarbon phát thải (đối với nhà máy lọc dầu thường $\rho = 660 \text{ kg/m}^3$);

V – tổng lượng dầu đi vào thiết bị tách, m^3/h ;

T_0 – nhiệt độ môi trường $^{\circ}\text{C}$;

T_{atm} – nhiệt độ bằng 10% nhiệt độ sôi tại thời điểm chưng cất dầu trong khí quyển ($^{\circ}\text{C}$), được xem như là nhiệt độ sôi; thường bằng 150°C trong nhà máy lọc dầu;

T_{sep} – nhiệt độ nước đi vào thiết bị tách.

Nếu văng dầu nổi trên mặt nước thì sự phát thải chỉ bằng khoảng 15% tổng lượng được tính theo công thức trên.

3.3. PHÁT THẢI TỪ CÁC NHÀ MÁY LỌC DẦU

Mục đích của lọc dầu thô là tách từ dầu thô các phân tử hydrocarbon có ích để chuyển hoá thành sản phẩm hoá dầu và các chất dẫn xuất bằng các quá trình khác nhau như:

- Chưng cất.
- Khử lưu huỳnh.
- Tổng hợp cao phân tử.
- Nhiệt hoá, xúc tác hay tách hydro từ cao phân tử.

- Phản ứng đồng phân hoá.
- Cải thiện xăng xe,
- Và các phản ứng khác như phản ứng ankyt, phản ứng trùng hợp, ...

Những quá trình này được thực hiện ngoài việc nhằm nâng cao chất lượng sản phẩm còn có mục đích đáp ứng được yêu cầu của môi trường (giảm hàm lượng lưu huỳnh và hàm lượng paladi trong xăng dầu...). Khi yêu cầu về sản phẩm hoặc chất dẫn xuất thay đổi (những sản phẩm có đầu tư lớn), cần có thêm một vài quá trình, điều đó có nghĩa là sẽ tiêu thụ nhiều năng lượng hơn. Vì lý do này mà thiết bị lọc có thể được phân loại thành từng nhóm theo năng lượng tiêu thụ trên mỗi tấn sản phẩm dầu thô được xử lý.

Có thể phân thành các loại sau:

- Lọc hydro thông qua hệ thống chưng cất và các hệ thống xử lý với lượng tiêu thụ khí đốt từ 2 đến 4% dầu thô được xử lý.
- Lọc hỗn hợp hay lọc chuyển hoá trung gian một phần từ hệ thống chưng cất và xử lý. Mức tiêu thụ khí đốt với một lượng lớn từ 4 đến 6% lượng dầu thô được xử lý.
- Lọc tổ hợp là quá trình làm tăng sự chuyển hoá dầu cũng như sản xuất các sản phẩm đặc biệt. Mức tiêu thụ khí đốt có thể tăng đến 10% dầu thô được xử lý.

3.3.1. Lọc hydro

3.3.1.1. Mô tả quá trình

Lọc hydro bao gồm các thiết bị sau:

- Thiết bị chưng cất không khí đối với dầu thô;
- Lò reforming xúc tác;

- Thiết bị khử hoặc xử lý lưu huỳnh;
- Thiết bị thu hồi hydro sunfua và lưu huỳnh;
- Thiết bị tách trư và xử lý.

a) Chung cất dầu thô

Dầu thô là sản phẩm tự nhiên có các thành phần khác nhau phụ thuộc vào nguồn gốc của nó. Bao gồm hydrocacbon bão hoà mạch thẳng hoặc mạch nhánh (dầu hoả), hydrocacbon mạch vòng bão hoà (naphten) và hydrocacbon thơm. Hydrocacbon không bão hoà hầu như không có trong dầu thô. Lượng lưu huỳnh và nitơ khác nhau có trong các hợp chất khác nhau.

Dầu thô được tách bằng chưng cất thành các phân tử có độ dài phân tử khác nhau. Để làm giảm sự bốc hơi người ta tách ra các chất sau:

- Sản phẩm khí như metan, etan (lọc khí);
- LPG (khí dầu hoá lỏng): C_3 và C_4 ;
- Xăng (mạch thẳng);
- Dầu mỏ (sản xuất dầu cho động cơ sau quá trình xử lý lại và nguyên liệu cho chế biến các sản phẩm hóa học);
- Dầu lửa;
- Dầu gazoin và dầu diezen;
- Dầu đốt.

b) Xúc tác reforming

Đây là quá trình chuyển hoá những phân tử dầu mỏ có nguồn gốc từ chưng cất thô. Mục đích của quá trình này là làm tăng chỉ số octan (cải thiện chất thêm vào nhằm làm giảm tiếng ồn của động cơ) cho các thành phần dầu mỏ và sản xuất các sản phẩm hydrocacbon

thơm. Các thành phần nhẹ hơn như propan, butan, hydro cũng được tách ra. Hydro được sử dụng để khử lưu huỳnh của các sản phẩm dầu thô khác. Quá trình reforming được thực hiện ở nhiệt độ cao (xấp xỉ 500°C) và áp suất cao $1000 \div 5000 \text{ kPa}$ ($10 \div 50 \text{ bar}$) và có mặt chất xúc tác platin. Hợp chất lưu huỳnh phải được thu hồi để ngăn cản "tắc dụng phụ" của chất xúc tác. Quá trình phản ứng có thể xảy ra như sau:

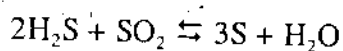
- Đồng phân hoá như: chuyển hoá n - heptan thành 2, 2 - dimetyl pentan.
- Tạo vòng như: chuyển hoá n - heptan thành vòng metyl hexan và hydro.
- Khử hydro như: chuyển hoá metyl xyclo hexan thành toluen và hydro.
- Bẻ gãy và hydro hóa như: chuyển hoá n - heptan thành propan và butan.

Các sản phẩm từ quá trình reforming được tách ra bằng quá trình ngưng tụ. Các thành phần không mong muốn trong quá trình lọc được thu hồi hoặc chuyển hóa thành những chất có thể chấp nhận được. Hầu hết các chất không mong muốn là các hợp chất của lưu huỳnh và một số phần tử gây mùi khó chịu. Sự có mặt của lưu huỳnh trong quá trình đốt tạo ra SO_2 . Các thành phần trong quá trình khử được xử lý bằng cách được đưa qua chất xúc tác (thường là hợp chất coban/molypden) với sự có mặt của hydro ở nhiệt độ $300 \div 450^{\circ}\text{C}$ và áp suất 70 bar. Lưu huỳnh được chuyển hoá thành hydrosunfit và sau đó được thu hồi bằng quá trình khử lưu huỳnh. Quá trình khử lưu huỳnh cho sản phẩm thu hồi là mercaptan.

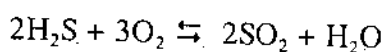
c) Nhà máy thu hồi H_2S

Hydro sunfua được thu hồi từ hỗn hợp hydrocacbon bằng cách tẩy rửa các thành phần khí với dung dịch rượu amin hay những hợp

chất ankan khác. Hydrosulfua đã hấp thụ được thu hồi từ dung dịch kiềm bằng cột chưng cất. H_2S được chuyển hoá thành lưu huỳnh tự do thông qua phản ứng với SO_2 , SO_2 thu được bằng cách oxy hoá từng phần H_2S . Quá trình xảy ra theo phản ứng sau:



Lưu huỳnh xuất hiện trong phản ứng cân bằng này với $1/3 H_2S$ được oxy hoá hoàn toàn thành SO_2 theo phản ứng Claus sau:



Phản ứng tiếp tục xảy ra với chất xúc tác Al_2O_3 và nhiệt độ xấp xỉ $250^\circ C$. Lượng H_2S được chuyển hoá thành lưu huỳnh phụ thuộc vào số thiết bị phản ứng. Khi kết nối hai lò phản ứng thì hiệu suất chuyển hóa đạt 92 đến 95% H_2S , trong trường hợp ba lò phản ứng thì hiệu suất chuyển hoá là 92 đến 97%.

Phản ứng nghịch tạo ra những hạn chế, hydro sulfua và SO_2 được tạo ra bởi phản ứng giữa hơi nước và lưu huỳnh. H_2S được hình thành ở bước cuối cùng của quá trình đốt và chuyển hóa thành SO_2 sau đó dẫn vào ống khói.

Để thực hiện quá trình lọc cần có những điều kiện hỗ trợ như tạo ra hơi nước trong ống dẫn, bình xử lý, thiết bị phun nhiên liệu, chưng cất hơi nước trong các quá trình, cung cấp nước lạnh, hệ thống khí đốt trung tâm, hệ thống nito, hệ thống nén không khí, hệ thống làm mềm nước...

3.3.1.2. Sự phát thải

Phát thải từ các nhà máy lọc dầu có thể được phân loại thành phát thải của nhiên liệu và phát thải trong quá trình xử lý. Khí đốt trong các quá trình xử lý được đốt cháy và khí thải được thải ra qua

ống khói vào khí quyển. Trong lò đốt và nồi hơi cả khí và dầu đều được đốt cháy dẫn đến phát thải NO_x và SO_2 .

Quá trình phát thải đặc trưng xảy ra do tích trữ, xử lý và rò rỉ. Khí phát thải có chứa các thành phần khác nhau của hydrocarbon, hydro sunfua và mercaptan.

3.3.1.3. Hệ số phát thải

Phát thải hydrocarbon từ quá trình lọc dầu có thể được chỉ ra như sau (lượng vật liệu đưa vào quá trình tính theo ppm):

Từ quá trình tàng trữ trong thùng chứa $60 \div 300$

Từ thiết bị xử lý $15 \div 125$

Từ các quá trình đốt khí thải $1 \div 100$

Từ nhà máy lọc nước thải $5 \div 100$

Từ quá trình xử lý $75 \div 135$

Tổng lượng phát thải vào khí quyển ước tính là 400 ppm.

**Bảng 3.8. Hệ số phát thải khi đốt khí
và dầu trong nhà máy lọc hydro (kg/tấn)**

	Dầu nặng	Khí trong nhà máy lọc
NO_x (ở dạng NO_2)	$5 \div 10$	$3 \div 7$
CO	$0,2 \div 0,4$	$0,1 \div 0,2$
Chất rắn	$2 \div 4$	$1 \div 2$
Hợp chất hydrocarbon	$0,2 \div 0,4$	$0,1 \div 0,2$
SO_2	Phụ thuộc vào lượng S trong khí đốt	

Nhìn chung, sự phát thải từ quá trình đốt nói trên có thể áp dụng với các nhà máy lọc dầu. Một phần phát thải này xảy ra trong một số quá trình sẽ được mô tả riêng.

Các phát thải đặc trưng trong nhà máy lọc hydroskimming

Chỉ các nhà máy thu hồi lưu huỳnh có các phát thải đặc trưng này và nó phụ thuộc vào lượng H_2S được chuyển hoá thành lưu huỳnh ở dạng lỏng. Lượng phát thải sinh ra thải vào khí quyển là 60 đến 200 kg SO_2 /tấn lưu huỳnh thành phẩm. Cũng có sự phát thải vào dòng nước bắt nguồn từ các quá trình lọc, kể cả quá trình tích trữ và xử lý.

Phụ thuộc vào quy mô lọc nước thải cũng như hoạt động của khu vực nhận nước mà phát thải có thể chứa một số các thành phần.

**Bảng 3.9. Các định mức phát thải từ nhà máy lọc hydroskimming
phát thải vào nước (g/tấn dầu được xử lý)**

Clorua	40 ÷ 1000 phụ thuộc vào loại dầu thô và lượng nước
Hydro sunfua	0,1 ÷ 20
Hợp chất nitơ	0,5 ÷ 50
Phenol	0,1 ÷ 1
Dầu	5 ÷ 30

3.3.2. Quá trình lọc phức hợp hoặc chuyển hoá trung gian

3.3.2.1. Mô tả quá trình

Quá trình lọc phức hợp hoặc chuyển hóa trung gian đòi hỏi hệ thống thiết bị như lọc hydrosikimming, nhưng còn có thêm hệ thống thiết bị cho quá trình chuyển hóa dầu đốt như:

- Hệ thống thiết bị chưng cất chân không.
- Hệ thống thiết bị chuyển hoá dầu đốt, ví dụ: làm giảm độ nhớt, cracking nhiệt, cracking xúc tác,...

a) Chưng cất chân không

Chất cặn còn lại sau khi chưng cất có nhiệt độ xấp xỉ 380°C , gọi là chưng cất sơ cấp và được chưng cất lại trong hệ thống thiết bị khác ở nhiệt độ 360 đến 420°C ; áp suất thấp hoặc dưới 53 mbar bằng máy phun hơi nước hay bơm chân không.

Những phân tử dầu mỡ nặng dùng bôi trơn và cung cấp cho hệ thống thiết bị cracking xúc tác chứa sản phẩm chưng cất. Phần cặn chưng cất chân không có thể là nhựa đường chất lượng tốt.

b) Làm giảm độ nhớt

Phần cặn còn lại từ quá trình chưng cất khí quyển hay chưng cất chân không được cracking nhiệt mềm ở nhiệt độ và áp suất cao ($400 \div 550^{\circ}\text{C}$ và 17 bar) để làm giảm độ nhớt.

c) Cracking nhiệt

Bằng phương pháp cracking nhiệt, những phân tử dầu nặng và những phân tử mạch dài hơn sẽ bị bẻ gãy thành những phân tử nhỏ hơn. Số octan của phân tử hydrocacbon này không cao (xấp xỉ 70), có chứa nhiều hợp chất không bão hoà do vậy không bền. Phụ thuộc vào

hiệt độ cracking, có thể sinh ra khá nhiều muội than, do vậy cần định kỳ làm sạch thiết bị phản ứng.

d) Cracking xúc tác

Chất lỏng từ chưng cất chân không được xử lý trong hệ thống thiết bị cracking xúc tác. Sản phẩm thu được là các hydrocarbon có nhiệt độ sôi trong khoảng 350 đến 650°C.

Giữa cracking xúc tác và cracking nhiệt có sự khác nhau chủ yếu là trong cracking xúc tác các xúc tác dị thể được tiến hành bằng các ion cacbon và không phải bằng các chất ban đầu như trong trường hợp cracking nhiệt. Do đó tốc độ phân ly của cracking xúc tác có hệ số từ 1.000 đến 10.000 cao hơn hệ số của cracking nhiệt. Cracking xúc tác xảy ra ở nhiệt độ xấp xỉ 500°C, áp suất từ 1 đến 2 bar và thời gian tiếp xúc từ 1 đến 2 giây.

Chất xúc tác sau khi tiếp xúc với dầu trong lò phản ứng được tách bỏ hydrocarbon lại được tái sử dụng. Trong quá trình làm tăng chất lượng của thành phần xăng động cơ, một phần xấp xỉ 30% $C_2 + C_4$ được hình thành từ hydrocarbon bão hoà và không bão hoà.

Bảng 3.10. Kết quả của quá trình cracking nhiệt và cracking xúc tác

Sản phẩm	Cracking nhiệt (550°C)	Cracking xúc tác (450°)
Khí cracking	18,5%	31,2%
Xăng	48,1%	49,9%
Octan	70	91,5
Dầu nặng	33,4%	11,2%
Than	-	7,7%

Lượng sản phẩm thu được phụ thuộc vào điều kiện cracking, loại thiết bị cung cấp và lượng sử dụng chất xúc tác (nếu có).

3.3.2.2. Phát thải

Phát thải ở thiết bị lọc phức hợp hoặc chuyển hóa trung gian là kết quả của quá trình cháy. Định mức phát thải trong trường hợp này tương tự như định mức phát thải lọc hydroskimming. Chỉ trong thiết bị cracking xúc tác, phát thải từ quá trình xử lý than mới xuất hiện như là kết quả của quá trình than cháy liên tục. Hơn nữa do H_2SO_3 hình thành trong quá trình chuyển hoá vì vậy các thiết bị lọc lưu huỳnh phải đảm nhận.

3.3.2.3. Hệ số phát thải

Bảng 3.11. Hệ số phát thải bổ sung đối với quá trình cracking xúc tác (kg/tấn vật liệu được cung cấp)

Hạt vật chất	50 ÷ 100
NO_x thể hiện như NO_2	10 ÷ 50
CO	200 ÷ 500
SO_2	Phụ thuộc vào lượng S được cung cấp

3.3.3. Lọc tổ hợp

3.3.1.1. Mô tả quá trình

Ngoài các thiết bị cần thiết mà các nhà máy lọc phức hợp cần có, còn có thêm các thiết bị để làm tăng các quá trình chuyển hoá và tách hợp chất thành những phân tử nhỏ hơn như:

- Thiết bị làm tăng chuyển hoá: làm mềm dẻo than, làm lỏng than, làm chậm.

- Thiết bị cho sản phẩm đặc biệt như chất bôi trơn, bitum, nhựa đường.

- Thiết bị cho sản phẩm dung môi và những phần tử đặc biệt.

Gần đây sự phát triển trong lĩnh vực cracking nhiệt là quá trình xử lý than hoạt tính. Quá trình này thực hiện trong ba bình, mỗi bình có lớp than hoá lỏng, lò phản ứng, thiết bị đun sôi và máy khí hoá. Đầu vào của quá trình này là sản phẩm nặng còn lại sau quá trình chưng cất chân không (phần còn lại ít) được bơm vào thiết bị phản ứng để cracking ở nhiệt độ $500 \div 550^{\circ}\text{C}$. Sản phẩm khí được làm sạch và làm lạnh nhanh trong thiết bị lọc.

Các phần tử này được đun sôi ở nhiệt độ lớn hơn nhiệt độ ngưng tụ ($510 \div 530^{\circ}\text{C}$) và được đưa trở lại lò phản ứng. Sản phẩm trong quá trình cracking được lắng xuống lớp than lỏng.

Nhiệt độ yêu cầu đạt được bằng cách đốt nóng một phần than để than trong lò được cung cấp một cách liên tục vào lò phản ứng. Than từ các lò khác được trực tiếp đưa vào máy khí hoá. Ở đó than sinh ra trong lò đốt không đốt cháy hoàn toàn cùng với hơi nước và không khí ở nhiệt độ 900°C . Bằng cách này 85 đến 97% sản phẩm than có thể được khí hoá để trộn với các sản phẩm chính như H_2 , H_2O , CO_2 và CO . Sau đó người ta cho hỗn hợp khí nóng quay trở lại lò đốt, vì vậy nhiệt trong lò đốt được cân bằng. Hỗn hợp khí trong lò đốt được làm giảm nhiệt xuống đến nhiệt độ xấp xỉ 600°C . Các phần tử than mịn ra khỏi lò đốt được thu hồi bằng thiết bị xyclon. Với quá trình xử lý than hoạt tính, khoảng 99,5% phần còn lại của sản phẩm dầu nặng trong thiết bị chưng cất chân không được chuyển hoá thành khí và các phần tử dầu nhẹ hơn. Khoảng 5% than có chứa lượng lưu huỳnh thấp và các sản phẩm còn lại được tập trung trong thiết bị xyclon.

a) Sản xuất dầu nhớt

Các thành phần của dầu nhớt được sản xuất từ các thiết bị chưng cất chân không cao bằng cách tách các phân tử theo giới hạn sôi. Các phân tử cơ bản trong dầu nhớt có được sau khi chiết và lọc các phân tử đã được tách. Sản phẩm cuối cùng là các loại dầu nhớt khác nhau được tạo ra bằng cách pha trộn các phân tử này.

b) Sản xuất nhựa đường

Phần còn lại sau khi chưng cất dầu thô bằng chân không có thể dùng cho các công trình giao thông. Vì mục đích này, các sản phẩm còn lại được đun nóng trong chân không để thu hồi tất cả các thành phần bay hơi. Một số thành phần còn lại vẫn tiếp tục được đưa ra để chiết cùng với propan.

Để tách các phân tử khác nhau bằng chiết propan, các sản phẩm còn lại phải được đun nóng đến 90°C và áp suất 40 bar (gần với nhiệt độ tới hạn). Propan hoà tan các phân tử nhẹ và tách dung dịch này. Phần còn lại được đun sôi trong chân không và được bơm vào thiết bị tách, sau đó không khí được đi qua nhiệt độ cao (xấp xỉ 200°C). Khi đó quá trình khử hydro được thực hiện trong nước và tạo thành chất đốt thơm. Nước được chưng cất và nhiệt độ lên tới xấp xỉ 275°C . Khí thoát ra được đốt bằng lò đốt theo cách thông thường.

3.3.3.2. Sự phát thải

Một phần phát thải từ quá trình tiêu thụ nhiên liệu, đôi khi cũng có những phát thải đặc biệt xảy ra do quá trình tự nhiên. Trong quá trình xử lý chất thải ở các nhà máy lọc dầu tổ hợp, nước thải từ các nhà máy lọc dầu có thể chứa một lượng lớn các thành phần khác nhau. Phạm vi nhiễm bẩn lớn sẽ phụ thuộc vào cách thực hiện quá trình xử

lý, phạm vi lọc dầu cũng như đặc tính của nước thải trong vùng tiếp nhận nguồn nước thải.

3.3.3.3. Hệ số phát thải

Bảng 3.12. Hệ số phát thải bổ sung đối với nước của nhà máy lọc dầu tổ hợp sau khi lọc nước (g/tấn dầu xử lý)

Hydrosulfua	0,1 ÷ 20
Hợp chất nitơ được thể hiện như N	5 ÷ 200
Phenol	0,5 ÷ 20
Dầu	5 ÷ 100

3.3.3.4. Nhận xét chung

Phân loại các nhà máy lọc dầu thành nhà máy chuyển hoá hydroskimming và nhà máy lọc phức hợp.

Các quá trình được đề cập trong phần này đi kèm theo là các quá trình khử lưu huỳnh, tách và tàng trữ...

Các quá trình này thường được bố trí liên hoàn để năng lượng tiêu thụ và diện tích sản xuất ở mức thấp nhất.

3.4. SẢN XUẤT VẬT LIỆU VÔ CƠ

3.4.1. Nhà máy sản xuất than cốc

3.4.1.1. Mô tả quá trình

Than đá được nghiền, trộn và được chưng cất phân hủy bằng cách nấu chảy hỗn hợp từ 10 đến 12 giờ phụ thuộc vào chất lượng than đá. Sau đó được xử lý ở nhiệt độ 1100 đến 1500°C trong điều kiện không có không khí (O_2) để phá vỡ phần than rắn còn lại và thu

hôi chất bay hơi. Ở nhiệt độ 100°C độ ẩm được bốc lên ở dạng hơi nước. Từ nhiệt độ xấp xỉ 250°C trở lên, ban đầu thoát ra N_2 , CH_4 và CO , sau đó hydrocacbon bão hoà và quá bão hoà được giải phóng. Sự phân ly bằng nhiệt của than đá hoàn toàn ở nhiệt độ 600°C . Để than đá có thể chuyển hóa hoàn toàn thành than cốc thì nhiệt độ phải tiếp tục tăng lên đến $1000 \div 1400^{\circ}\text{C}$ để giải phóng những thành phần bay hơi còn lại. Hydrocacbon giải phóng ra được chuyển hoá một phần thành hydrocacbon thấp hơn. Quá trình được thực hiện trong một loạt các lò luyện than. Mỗi lò than có 3 đến 5 ống phụ thuộc vào kích thước của lò. Để ngăn chặn khí và bụi thải vào không khí, khi đổ than vào lò người ta phải trực tiếp hút khí vào hệ thống khí. Sau khi đổ than đá vào lò, các ống được bịt kín và được cung cấp nhiệt bằng cách đốt cháy khí trong lò. Khi quá trình nung nóng hoàn thành than được đưa ra khỏi lò bằng máy đẩy và được dập tắt lửa bằng nước. Sau khi dập tắt lửa than được sàng để thu hồi các phần tử nhỏ hơn dùng làm than cám.

3.4.1.2. Sự phát thải

Sự phát thải của các nhà máy khác nhau có sự khác nhau rất lớn.

Bốc dỡ than đá, trộn các loại than đá có chất lượng khác nhau, nghiền hỗn hợp và vận chuyển bằng các thiết bị vận chuyển sinh ra ít bụi. Khi than đá được đưa vào lò, khí trong lò thoát ra cùng với các sản phẩm bay hơi phát ra, các phần tử bụi được kéo theo cùng với dòng khí này và thoát ra qua các ống thông hơi.

Trong quá trình nung nóng, phát thải sinh ra là do rò rỉ từ các cửa lò. Khi than được đẩy ra khỏi lò để đưa lên xe, sinh ra dòng không khí nóng có nhiệt độ cao hơn nhiệt độ khí quyển bên ngoài

rất nhiều. Điều này dẫn đến gió phía trên mạnh kéo theo các thành phần bụi và khí. Khi than được đập tắt thì hỗn hợp không khí mang theo các phần tử than. Các công đoạn xử lý khác cũng phát sinh ra một lượng lớn bụi.

Các giá trị khác nhau trong tài liệu này được đưa ra đối với phát thải trong lò than. Sự phát thải này, một phần phụ thuộc vào các trang bị hạn chế phát thải, cũng như phụ thuộc vào loại và độ ẩm của than đá, cách sản xuất than, cấu trúc lò và điều kiện không khí môi trường.

3.4.1.3. Hệ số phát thải

Bảng 3.13. Thành phần của khí lò luyện than

CO ₂	2% thể tích
CO	6,2% thể tích
H ₂	59% thể tích
CH ₄	26% thể tích
Nhựa đường từ than	75 g/m ³ (16,7% thể tích)
Naphtalen	2 g/m ³
Benzen	25 g/m ³
H ₂ S	7 g/m ³
NH ₃	7 g/m ³
Phenol	0,6 g/m ³
Hợp chất lưu huỳnh hữu cơ	0,1 g/m ³

Quá trình đốt cháy khí lò luyện than bằng nhiệt của buồng than dẫn đến phát thải NO₂, SO₂, CO và C_xH_y cũng như khí lò than thải vào khí quyển.

Bảng 3.14. Hệ số phát thải đối với sản xuất than cốc
(kg/tấn than)

Bụi (từ than đá và than)	1
Khí lò than	0,5
SO ₂	0,5
NO ₂	0,5
CO	1
C _x H _y	0,3
Muội than	0,1
Flo (như HF)	1 g/tấn

**Bảng 3.15. Hệ số phát thải vào khí quyển và
vào nước trong xử lý khí lò than cốc**

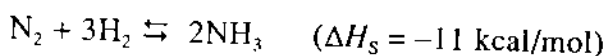
Phát thải vào khí quyển	
SO ₂	2 - 5
H ₂ S	2 - 5
NO ₂	0,02 - 0,05
CO	0,3 - 1
C _x H _y (phát thải cháy)	0,1 - 0,5
C _x H _y (hydrocarbon thơm)	0,1 - 0,5
Phát thải vào nước	
NH ₃ (NH ₄ nếu có)	5 - 10
H ₂ S	3 - 10
Cl ⁻	5 - 10
Na ₂ CO ₃	0,2 - 0,6
Phenol	0,8 - 1,5
SO ₄ ²⁻	0,5 - 1,5
CN ⁻	0,5 - 1
COD	5 - 15
Nhựa đường từ than	0,1 - 0,3

Hệ số phát thải chỉ áp dụng khi khí cháv không được làm sạch và máy lọc hơi đốt ẩm được sử dụng.

3.4.2. Nhà máy sản xuất amoniac

3.4.2.1. Mô tả quá trình

Amoniác (NH_3) được sản xuất bằng phản ứng xúc tác giữa N_2 và H_2 :



Phản ứng này được thực hiện ở nhiệt độ thấp hơn 200°C và áp suất cao khoảng 1000 bar, nhưng trong thực tế ở nhiệt độ xấp xỉ 500°C và áp suất từ 150 đến 300 bar đã có thể đạt được tốc độ chuyển hóa thích hợp.

Các bước chính trong sản xuất amoniác là:

- Điều chế khí tổng hợp theo tỷ lệ: $\text{N}_2 / \text{H}_2 = 1/3$.

Khí hydro nguyên liệu sử dụng là khí tự nhiên đã được khử lưu huỳnh cho hỗn hợp với hơi nước và xúc tác để được CO , CO_2 và H_2 . Sau đó CO_2 được loại ra khỏi hỗn hợp bằng dung dịch monoetanolamin. Các chất CO và CO_2 là những xúc tác để tạo thành CH_4 cho đến mức độ nhất định thì khí hydro giải phóng hoàn toàn khỏi CO , CO_2 và O_2 .

- Sản xuất amoniác bằng xúc tác: Hợp chất sắt được dùng làm xúc tác với lượng nhỏ Al_2O_3 , K_2O , CaO và MgO xem như là tác nhân kích thích.

- Bảo quản sản phẩm: Amoniác là chất lỏng đặc biệt phải bảo quản trong môi trường có nhiệt độ -33°C .

3.4.2.2. Hệ số phát thải

Bảng 3.16. Hệ số phát thải trong sản xuất NH_3 (kg/tấn NH_3)

Phát thải vào không khí	
NO_x	$0,4 \div 7,5$
NH_3	$0,1 \div 1,5$
CO	$0,1 \div 1,0$
H_2	$0,5 \div 11$
Phát thải vào nước	
NH_3	$0,25 \div 1,5$
Monoetylamin hoặc các dung dịch bazơ khác	$0,03 \div 0,3$

3.4.3. Nhà máy sản xuất axit sunfuric

3.4.3.1. Mô tả quá trình

Axit sunfuric được sản xuất như sau: Trước hết người ta sản xuất SO_2 từ quặng pyrit (FeS_2) hoặc những quặng chứa lưu huỳnh khác. Tuy nhiên, SO_2 thường được sản xuất bằng cách đốt cháy lưu huỳnh ở dạng lỏng. Sản phẩm của quá trình này được sử dụng trực tiếp cho quá trình chuyển hóa từ SO_2 thành SO_3 .

Phản ứng chuyển hóa $2\text{SO}_2 + \text{O}_2 \rightleftharpoons 2\text{SO}_3$ là phản ứng thuận nghịch, khi nhiệt độ tăng thì phản ứng xảy ra theo chiều nghịch. Vanadi pentoxit được sử dụng làm chất xúc tác. Phản ứng được kiểm soát bằng cách kiểm soát nhiệt độ theo từng bước.

Cuối cùng người ta cho SO_3 sinh ra chuyển qua tháp hấp thụ, tại đó SO_3 được hấp thụ với nước và tạo thành H_2SO_4 98%.

3.4.3.3. Sự phát thải

Dầu lửa hay khí tự nhiên được sử dụng làm nhiên liệu đốt để phát động phản ứng cho tới nhiệt độ đủ cao để đốt cháy hơi lưu huỳnh (xấp xỉ 450°C). Phát thải vào khí quyển chủ yếu là SO_2 và SO_3 không hấp thụ cũng như các giọt H_2SO_4 dưới dạng sương mù.

Phát thải vào nước gồm H_2SO_4 và Na_2SO_4 .

3.4.3.3. Hệ số phát thải

Bảng 3.17. Hệ số phát thải trong sản xuất axit H_2SO_4
(kg/tấn H_2SO_4 , 100%)

Phát thải vào khí quyển	
SO_2	$1,5^{(1)} \div 11^{(2)}$
$\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4^{(3)}$	$0,2 \div 0,5$
Phát thải vào nước	
H_2SO_4 (hoặc Na_2SO_4)	$0,05 \div 0,3$

Ghi chú: ¹⁾ Hiệu suất chuyển hoá có thể đạt đến 99,5% tại các nhà máy sản xuất H_2SO_4 mới áp dụng hệ thống hấp thụ kép. Phát thải SO_2 trong trường hợp này có thể là 3,5 kg SO_2 /tấn H_2SO_4 100%.

²⁾ Hiệu suất chuyển hoá có thể đạt đến 98% tại các nhà máy sản xuất H_2SO_4 cũ áp dụng hệ thống hấp thụ đơn. Phát thải SO_2 trong trường hợp này có thể đến 13 kg SO_2 / tấn H_2SO_4 100%.

³⁾ Thực tế rất khó phân tích SO_3 bằng cách tách từ H_2SO_4 , chỉ có một giá trị được đưa ra đối với phát thải hai chất này.

3.4.4. Nhà máy sản xuất axit HCl

3.4.4.1. Mô tả quá trình

HCl tinh khiết được sản xuất bằng cách đốt cháy clo trong hydro, sau đó cho HCl hấp thụ trong nước thu được dung dịch axit clohydric, nồng độ thay đổi từ 30 đến 38%.

Trong nhiều trường hợp HCl được hình thành như sản phẩm của quá trình clo hoá các chất hữu cơ như benzen, toluen và vinyl clorua. Bằng cách hấp thụ HCl trong nước thu được axit HCl kém tinh khiết hơn so với dung dịch axit HCl sinh ra từ phản ứng tổng hợp các nguyên tố H_2 và Cl_2 . Trong quá trình sản xuất HCl từ hydro và Cl_2 , phát thải chủ yếu là khí Cl_2 , khí HCl và axit HCl.

3.4.4.2. Hệ số phát thải

Bảng 3.18. Hệ số phát thải trong sản xuất axit HCl từ H_2 và Cl_2 (kg/tấn HCl 33%)

Phát thải vào khí quyển	
HCl	0,1 ÷ 0,3
H_2	1 ÷ 3,5
Cl_2	0 ÷ 0,02
Phát thải vào nước	
HCl (hầu hết HCl có thể trung hoà bằng NaOH)	0,05 ÷ 0,1

3.4.4.3. Nguồn số liệu

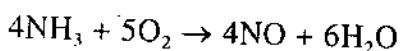
Định mức phát thải này dựa trên ước lượng từ một vài nhà máy sản xuất axit HCl.

3.4.5. Nhà máy sản xuất axit HNO_3

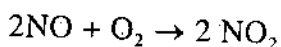
3.4.5.1. Mô tả quá trình

Sản xuất HNO_3 từ NH_3 được tiến hành theo các bước sau:

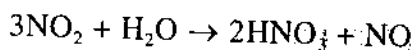
Trước hết:



Bằng cách chọn chất xúc tác thích hợp (platin-rodii), nhiệt độ thích hợp và tốc độ khí cao, bên cạnh phản ứng sinh ra nitơ dioxyt:



Oxy hoá NO với không khí bị ảnh hưởng bởi áp suất (3 đến 8 bar), làm tăng tốc độ oxy hoá NO thành NO_2 . Sau đó hấp thụ NO_2 trong nước thu được HNO_3 theo phản ứng:



Khi tăng nồng độ NO_2 , xảy ra quá trình nhị hợp của NO_2 thành N_2O_4 làm tăng chuyển hoá NO_2 từ NO . Quá trình oxy hoá chuyển hoá N_2O_4 tiếp theo tạo thành N_2O_5 là anhydrit của axit nitric HNO_3 . Sản phẩm cuối cùng là dung dịch HNO_3 57%, dung dịch này có thể được dùng để sản xuất amoni nitrat.

Khi cần sản phẩm HNO_3 có nồng độ cao người ta dùng tác nhân khử nước là H_2SO_4 hoặc MgSO_4 .

HNO_3 98% có thể được sản xuất trực tiếp bằng cách hấp thụ NO_2 và O_2 trong nước ở áp suất xấp xỉ 50 atm.

3.4.5.2. Sự phát thải

Phát thải từ sản xuất axit HNO_3 chủ yếu là NO và NO_2 . Nguồn phát thải chính là các khí thải từ tháp hấp thụ. Để giảm các phát thải này người ta áp dụng hai công nghệ chính là giảm phát thải bằng chất xúc tác và tăng cường quá trình hấp thụ.

Trong phương pháp giảm phát thải bằng chất xúc tác, khí thải được làm nóng ở nhiệt độ đốt cháy trộn với tác nhân khử (H_2 , khí tự nhiên, CO ,...) và chuyển qua chất xúc tác, phát thải NO_2 được làm giảm nhờ chuyển hóa thành N_2 .

Phương pháp tăng cường hấp thụ làm giảm phát thải ở áp suất cao hơn, hiệu quả hấp thụ trong tháp hấp thụ tăng lên.

Vì amoniac là nguyên liệu cơ bản trong sản xuất HNO_3 nên có phát thải amoniac nhẹ.

3.4.5.3. Hệ số phát thải

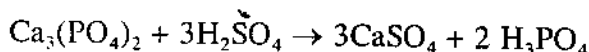
Bảng 3.19. Hệ số phát thải đối với sản xuất HNO_3
(kg/tấn HNO_3 100%)

	NO_x	NH_3
Khí thải không được kiểm soát với việc làm giảm xúc tác của khí thải	9 ÷ 18	0,01 ÷ 0,1
Hấp thụ tăng cường ở áp suất cao	0,3 ÷ 1,2	0,01 ÷ 0,1

3.4.6. Nhà máy sản xuất axit H_3PO_4

3.4.6.1. Mô tả quá trình

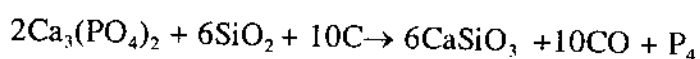
Axit H_3PO_4 có thể được sản xuất theo nhiều cách. Nguyên liệu cơ bản để sản xuất axit H_3PO_4 là $Ca_3(PO_4)_2$ (apatit) có chứa flo, được nghiền kỹ sau đó trộn với axit H_2SO_4 :



Để tách H_3PO_4 và $CaSO_4$, người ta xử lý ở nhiệt độ cần thiết. Sau đó lọc dung dịch H_3PO_4 bằng P_2O_5 nồng độ 30%, cần xử lý ở nhiệt độ đặc trưng. Sản phẩm có chứa rất ít axit H_2SO_4 và axit HF.

Bằng cách bổ sung $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ và lọc để loại bỏ H_2SO_4 còn lại. Trong thiết bị bốc hơi, axit có thể được cô đặc hơn cho đến khi H_3PO_4 và cùng với lượng P_2O_5 xấp xỉ 54%. Trong quá trình chưng cất florua được sản phẩm SiF_4 , chất được tạo thành sau khi thêm SiO_2 vào HF. Sản phẩm phụ hydro hexafluorit silic là tác nhân flo hoá trong nước uống.

Axit H_3PO_4 cũng được sản xuất bằng quá trình nung chảy phosphat trong lò điện với than và cát ở nhiệt độ xấp xỉ 2000°C :



Quá trình này tiêu tốn nhiều năng lượng: 11.850 kWh/tấn phospho. Phospho dễ bay hơi cùng với CO được đưa qua máy lọc khí bằng điện để thu hồi các phân tử. Sau quá trình đó P ngưng lại dưới dạng nước và tách CO. Để sản xuất H_3PO_4 , người ta cho phospho cháy với không khí tạo thành P_2O_5 . Sau khi tách hợp chất arsen là arsen sunfit, thu được H_3PO_4 nguyên chất.

3.4.6.2. Sự phát thải

Phát thải từ các nhà máy sản xuất axit phosphoric chủ yếu là bụi trong quá trình xử lý quặng $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$, ngoài ra còn có hydro clorua và một lượng nhỏ H_3PO_4 . Nếu sử dụng thiết bị lọc ẩm thì có axit HCl và H_3PO_4 phát thải vào nguồn nước.

3.4.6.3. Hệ số phát thải

Trong CaSO_4 có chứa nhiều nguyên tố vết như Cu, Cr, Zn, Cd, Fe, Pb, As... Tổng lượng phát thải của các nguyên tố này xấp xỉ 0,6 g/tấn P_2O_5 .

Bảng 3.20. Hệ số phát thải trong sản xuất axit H_3PO_4
(kg/tấn phospho pentoxyt)

Phát thải vào khí quyển	
Bụi (apatit)	0,4 ÷ 3
HF, SiF ₄ (tính theo F)	0,01 ÷ 0,04
H ₃ PO ₄ (tính theo P ₂ O ₅)	0 ÷ 0,02
Phát thải vào nước	
HF, SiF ₄ (tính theo F)	35 ÷ 75
H ₃ PO ₄ (tính theo P ₂ O ₅)	25 ÷ 180
CaSO ₄ .2H ₂ O	3000 ÷ 4000
Ca ₃ (PO ₄) ₂	1 ÷ 1,5

Bảng 3.21. Hệ số phát thải trong sản xuất phospho là sản phẩm trung gian của quá trình sản xuất H_3PO_4 (kg/tấn phospho)

Phát thải vào khí quyển	
Ca ₃ (PO ₄) ₂	5 ÷ 35
P ₂ O ₅	1,5 ÷ 2,5
SO ₂	1,5 ÷ 2,5
CO	5 ÷ 15
Hỗn hợp F (tính theo F)	0,2 ÷ 0,5
Canxi - silicat (bụi)	0,3 ÷ 0,6
Phát thải vào nước	
Ca ₃ (PO ₄) ₂	5 ÷ 15
Hỗn hợp F (tính theo F)	0,2 ÷ 1
H ₃ PO ₄	2 ÷ 4
P	0,02 ÷ 0,04

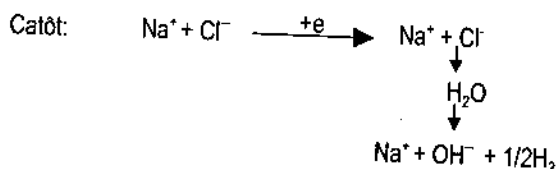
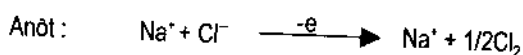
3.4.7. Nhà máy sản xuất Cl_2 và NaOH

3.4.7.1. Mô tả quá trình

Cl_2 và NaOH là các sản phẩm sinh ra đồng thời khi điện phân dung dịch NaCl bằng màng chắn hoặc bằng bình điện cực thuỷ ngân. Tùy thuộc vào phương pháp điện phân mà Cl_2 hoặc NaOH có thể được xem là sản phẩm chính.

Axit HCl được hình thành như là sản phẩm phụ khi clo hoá hợp chất hữu cơ, hợp chất HCl cũng có thể chuyển hoá thành Cl_2 (quá trình Deacon).

Trong cả hai phương pháp, quá trình phản ứng xảy ra như sau:



Như vậy trong quá trình điện phân, sản phẩm H_2 và OH^- được hình thành ở catot và Cl_2 được hình thành ở anot. Để ngăn cản OH^- đi vào anot và phản ứng với Cl_2 , người ta dùng màng đặc biệt để ngăn cách sự tiếp xúc giữa hai cực. Dung dịch NaCl cho vào phản ứng ở catot và giải phóng ra dung dịch NaOH . Quá trình điện phân bằng màng cách không thuận lợi đối với dung dịch NaOH do có chứa NaCl cần phải loại bỏ khi sử dụng.

Khi sử dụng điện cực thuỷ ngân thì Na hình thành được hoà tan trong thuỷ ngân, sau đó nó phản ứng với nước để tạo thành NaOH và H_2 . Trong trường hợp này NaOH có chứa rất ít NaCl .

3.4.7.2. Sự phát thải

Chất phát thải trong quá trình sản xuất NaOH và Cl_2 chủ yếu là Cl_2 và H_2 , phần lớn được thải vào khí quyển và nước.

3.4.7.3. Hệ số phát thải

Bảng 3.22. Hệ số phát thải trong sản xuất Cl_2 và NaOH
(kg/tấn Cl_2)

Phát thải vào khí quyển	
Hg (chỉ đối với quá trình thủy ngân)	0,003 ÷ 0,015
Cl_2	0,02 ÷ 0,10
H_2	2,5 ÷ 5
Tác nhân làm lạnh (như CCl_2F_2 và NH_3)	0,02 ÷ 0,03
Phát thải vào nước	
NaCl	10 ÷ 100
NaOH	0,2 ÷ 2,0
HCl	0 ÷ 2,0
Na_2SO_4	0,1 ÷ 1,0
Hg (chỉ đối với quá trình thủy ngân)	0,001 ÷ 0,01
Amiăng (chỉ đối với quá trình dùng màng cách)	0 ÷ 0,02

3.4.8. Nhà máy sản xuất bột đen dùng để chế tạo phẩm màu hoặc caosu

3.4.8.1. Mô tả quá trình

Dầu cháy cùng khí tự nhiên trong điều kiện thiếu không khí. Bột đen được hình thành sau khi làm lạnh và được tách từ khí đốt có

chứa CO và H₂, bằng máy lọc dạng sợi thủy tinh và lọc xoáy. Sản phẩm sau khi xử lý có thể chuyên chở đến nơi sử dụng làm nguyên liệu thô. Khí còn lại được đốt cháy và nhiệt được sử dụng để phát điện hoặc sinh hơi.

3.4.8.2. Sự phát thải

Phần khí còn lại cháy tạo ra phát thải và khí tự nhiên được sử dụng để thúc đẩy quá trình cháy. Tất cả các phát thải cháy đều xuất hiện trừ C_xH_y. Bụi phát ra từ máy lọc, máy làm khô, máy nghiền và máy đóng gói.

3.4.8.3. Hệ số phát thải

Bảng 3.23. Hệ số phát thải đối với nhà máy sản xuất bột đen dùng để chế tạo phẩm màu hoặc caosu (kg/tấn bột)

Phát thải vào khí quyển	
Bột đen	0,5 ÷ 2
CO	0 ÷ 2,7
SO ₂	40 ÷ 55
NO _x	0,2 ÷ 0,7
Phát thải vào nước	
Bột đen dùng để chế tạo phẩm màu hoặc cao su	0 ÷ 0,06

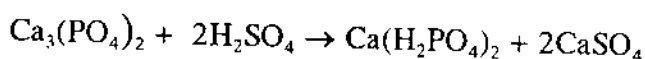
Ghi chú: SO₂ được hình thành sau khi khí còn lại cháy và một phần của lưu huỳnh trong nguyên liệu cấp cho quá trình chế biến. Phần còn lại của lưu huỳnh theo vào bột đen.

3.5. SẢN XUẤT PHÂN BÓN

3.5 1. Sản xuất superphosphat đơn

3.5.1.1. Mô tả quá trình sản xuất

Superphosphat đơn được sản xuất từ nguyên liệu chứa phospho như quặng phosphat (tricanxi phosphat). Quặng phosphat được trộn với axit sunfuric theo tính toán sẽ phân huỷ canxi phosphat và thu được P_2O_5 xấp xỉ $18 \div 20\%$. Phản ứng xảy ra như sau:



Khi sản xuất superphosphat đơn, các quá trình chính gồm:

- Trộn quặng mịn và axit;
- Chuyển hỗn hợp về thể rắn;
- Xử lý nguyên liệu để phản ứng được hoàn thành.

Quặng mịn và axit sunfuric phải được trộn rất nhanh trước khi sản phẩm bị kết tinh và kết tủa thành thể rắn vẫn chứa quặng mịn phosphat. Bởi vậy sản phẩm được cho vào sàng sớm càng tốt ngay sau khi trộn và được nghiền sau đó một giờ. Tuy nhiên cần một thời gian dài để phản ứng hoàn thành (khoảng 3 tuần).

Sau đó sản phẩm có thể được nghiền và đóng gói thành phẩm hoặc nghiền thô thành superphosphat cung cấp cho thị trường.

3.5.1.2. Sự phát thải

Trong quặng phosphat có chứa CaF_2 và SiO_2 , do vậy khi cho axit sunfuric vào quặng phosphat sẽ gây ra phản ứng giữa H_2SO_4 với CaF_2 tạo ra khí HF. Một phần HF phản ứng với SiO_2 tạo ra khí SiF_4 . Bởi vậy khi xử lý quặng phosphat cả khí HF và SiF_4 đều được thải ra môi trường. Đặc biệt có một lượng lớn các hợp chất của flo thoát ra

trong giai đoạn đầu của quá trình xử lý. Bụi là kết quả của quá trình xử lý và sản xuất quặng phosphat.

3.5.1.3. Hệ số phát thải

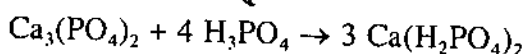
**Bảng 3.24. Hệ số phát thải trong sản xuất
superphosphat đơn (kg/tấn P_2O_5)**

Thải vào khí quyển	
Bụi (quặng phosphat)	0,5 ÷ 5
Hợp chất flo (tính theo F)	0,1 ÷ 0,9
Phosphat	1 ÷ 2
Thải vào nước	
H_2SiF_6	15 ÷ 20
Quặng phosphat $[Ca_3(PO_4)_2]$	0,5 ÷ 2,0
Phosphat	1 ÷ 3

3.5.2. Sản xuất superphosphat kép

3.5.2.1. Mô tả quá trình sản xuất

Trisuperphosphat có lượng P_2O_5 nhiều hơn superphosphat đơn, hàm lượng P_2O_5 trong superphosphat kép khoảng 43 đến 47%. Superphosphat kép là sản phẩm của quá trình trộn quặng phosphat và axit phosphoric:



Quá trình kết tinh sản phẩm xảy ra nhanh hơn và mạnh hơn so với trường hợp superphosphat đơn. Superphosphat kép được đưa lên băng tải và kết tinh ở đó. Sản phẩm kết tinh sẽ được nghiền trong máy

nghiên, sau đó được đóng bao, đưa vào kho và lưu giữ lại trong một vài tuần. Khi giữ trong kho canxi phosphat và axit phosphoric vẫn tiếp tục phản ứng. Sản phẩm có thể được xuất xưởng trực tiếp hoặc nghiền nhỏ cung cấp cho thị trường.

3.5.2.2. Sự phát thải

Quá trình lưu kho hỗn hợp sẽ xuất hiện khí thải HF và SiF_4 . Khí SiF_4 là sản phẩm của phản ứng giữa khí HF và SiO_2 ; ngoài ra từ quặng phosphat cũng phát thải khí SiF_4 . Lượng thải ở đây nhiều hay ít là do quá trình lưu kho liên tục, trái ngược với quá trình sản xuất superphosphat đơn có lượng thải cao vào lúc đầu của quá trình lưu kho.

Quy trình sản xuất quặng phosphat bao gồm các công đoạn nghiền, sàng, rây, đóng bao, trong giai đoạn cuối của sản xuất là vận chuyển làm phát sinh bụi.

3.5.2.3. Hệ số phát thải

Bảng 3.25. Hệ số thải trong sản xuất superphosphat kép
(kg/tấn P_2O_5)

Thải vào khí quyển	
Bụi (quặng phosphat)	0,2 ÷ 2,0
Hợp chất khí flo (tính theo F)	0,07 ÷ 0,4
Phosphat	0,5 ÷ 1,0
Thải vào nước	
H_2SiF_6	6,5 ÷ 9
Quặng phosphat $[\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2]$	0,2 ÷ 0,9
Phosphat	0,5 ÷ 1,5

3.5.3. Sản xuất phân bón NPK

3.5.3.1. Mô tả quá trình sản xuất

Khi sản xuất phân bón tổng hợp NPK (nitơ - phospho - kali) người ta trộn các thành phần theo tỷ lệ thích hợp: NH_4NO_3 , $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, NH_2CONH_2 , CaHPO_4 , $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$, KCl , $(\text{NH}_4)\text{H}_2\text{PO}_4$, $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$, K_2SO_4 . Đôi khi để nâng cao chất lượng hỗn hợp phân bón người ta thêm các muối magie và các chất vi lượng khác. Hỗn hợp này được nghiền sau đó đem sàng để đạt kích thước mong muốn, tiếp đó hỗn hợp được trộn với dầu và bột để ngăn ngừa bị đóng cục. Sau đó có thể được lưu thông.

3.5.3.2. Sự phát thải

Nguồn thải gồm có bụi, được sinh ra tùy thuộc vào thành phần hỗn hợp sản phẩm. Khí amoniac cũng bị bốc hơi tùy thuộc vào phương pháp sản xuất muối amoni. Khí phát thải được dùng để sấy khô sản phẩm.

3.5.3.4. Hệ số phát thải

Bảng 3.26. Hệ số thải từ quá trình sản xuất
phân bón tổng hợp NPK (kg/tấn phân NPK)

Thải vào khí quyển	
Bụi (phân NPK)	0,1 ÷ 2
NH_3	0 ÷ 5
Hỗn hợp khí flo	0 ÷ 0,04
Thải vào nước	
Bụi (phân NPK)	0 ÷ 8
NH_3	0,1 ÷ 0,7
Hỗn hợp khí flo	0 ÷ 0,12

3.5.4. Sản xuất amoni nitrat

3.5.4.1. Mô tả quá trình sản xuất

Khi trung hoà khí amoniac với axit nitric ($50 \div 60\%$) người ta thu được dung dịch muối amoni nitrat. Dung dịch thường được cô tới 85% . Ta thu được muối amoni nitrat khi cho dung dịch bay hơi trong thiết bị kết tinh ở 75°C . Muối amoni cũng được thu hồi bằng phương pháp tách ra khỏi dung dịch hoặc dung môi. Ở nhiệt độ 200°C hoặc cao hơn rất có thể xảy ra cháy nổ do sự phân huỷ của muối amoni.

3.5.4.2. Sự phát thải

Khí thải chứa amoniac có thể có một lượng nhỏ khí NH_3 lẫn vào. Khi điều chế muối amoni nitrat có thể xuất hiện khí thải chứa amoni nitrat.

3.5.4.3. Hệ số phát thải

Bảng 3.27. Hệ số phát thải từ quá trình sản xuất amoni nitrat
(kg/tấn amoni nitrat)

Thải vào khí quyển	
Amoni nitrat	$3 \div 7$
NH_3	$1,0 \div 1,9$
Thải vào nước	
Amoni nitrat	$2 \div 3$
NH_3	$0 \div 1,8$
HNO_3	$0 \div 1,7$

Chương 4

SỰ PHÁT THẢI TRONG THIẾT BỊ LÒ ĐỐT VÀ NỒI HƠI

4.1. GIỚI THIỆU

Thiết bị lò đốt được sử dụng để đốt nhiên liệu cung cấp nhiệt hoặc cung cấp năng lượng cho các quá trình sản xuất trong các ngành công nghiệp. Môi trường thu nhiệt thường là nước hoặc hơi nước, thông qua truyền nhiệt bằng chất lỏng hoặc khí. Đôi khi các thiết bị phải chịu sức nóng trực tiếp từ ngọn lửa. Chất liệu thường sử dụng để truyền nhiệt đó là chất liệu bằng gốm, nhờ khả năng thu nhiệt và tỏa nhiệt tốt.

Các nồi hơi dùng dầu có thể phân loại như sau:

- Nồi áp suất: Dầu được phun qua các lỗ nhỏ dưới áp suất lớn.
- Lò quay: Dầu được cung cấp cho các cốc quay, màng chất lỏng nổi lên từ thành cốc được phun ra với sự trợ giúp của một luồng khí lớn.

Bảng 4.1. Công suất lý thuyết của một số thiết bị

Hệ thống thiết bị	Đơn vị	Giá trị
Thiết bị đun bằng không khí nóng	kW	20 ÷ 300
Nồi chưng cất	kW	20 ÷ 600
Nồi hình trụ	MW	0,3 ÷ 10
Ống nước nổi hơi	MW	10 ÷ 100
Nồi hơi trong nhà máy điện	MW	100 ÷ 1.500

Công suất của hệ thống hay thiết bị được biểu thị bằng năng lượng tiêu hao trên một đơn vị thời gian cho hệ thống hay thiết bị đã được thiết kế.

Tải trọng lý thuyết là năng lượng cung cấp tính toán cho máy móc thiết bị trên một đơn vị thời gian.

Tải trọng danh định bằng công suất danh định.

Năng suất danh định bằng tải trọng danh định nhân với hệ số.

Bảng 4.2. Hệ số cho một số hệ thống máy móc, thiết bị

Hệ thống máy móc, thiết bị	Hệ số (giá trị nhiệt)
Nồi hình trụ, dùng dầu và khí làm nhiên liệu	88
Ống nước nổi hơi, dùng dầu và khí làm nhiên liệu	90
Thiết bị năng lượng điện trong nồi hơi, dùng dầu làm nhiên liệu	92
Thiết bị năng lượng điện trong nồi hơi, dùng khí làm nhiên liệu	94

Khi chỉ biết diện tích bề mặt đốt nóng của nồi hơi, ta có thể sử dụng: Công suất danh định bằng 24.000 W/m^2 vùng bề mặt đốt nóng.

Nếu chỉ biết hơi tạo thành từ nổi hơi thì ta sử dụng: Công suất danh định bằng 746.000W/tấn hơi nước/giờ.

Bảng 4.3. Nhiệt lượng và tỷ trọng của một số nhiên liệu

Nhiên liệu	Nhiệt lượng	Tỷ trọng
Khí sạch	31,8 MJ/m ³	0,83 kg/m ³
Dầu nhẹ	37,5 MJ/l	0,88 kg/d m ³
Dầu nặng "800" RI	41,2 MJ/kg	0,94 kg/d m ³
Trung bình "3200" RI	41,0 MJ/kg	0,95 kg/d m ³
Nặng "6400" RI	40,7 MJ/kg	0,99 kg/d m ³
Than đá	32,2 MJ/kg	0,75 kg/d m ³
Than cốc	28,8 MJ/kg	0,45 kg/d m ³
Gỗ	15,5 MJ/kg	0,15 kg/d m ³

Bảng 4.4. Chuyển đổi giữa các đơn vị

	Năng lượng	Công suất	
MJ	KWh	Hấp phụ	kW
1	0,28	1	0,736
3,6	1	1,36	1

4.2. SỰ PHÁT THẢI

Để nhiên liệu được đốt cháy hoàn toàn thì nhiên liệu phải nhanh chóng kết hợp với không khí ở nhiệt độ đủ cao. Nếu nhiên liệu không được đốt cháy hoàn toàn thì trong hệ thống sẽ xuất hiện muội than, CO, H₂, CH₄ và các hydrocacbon.

Nhiên liệu dầu thường chứa lưu huỳnh, khi đốt sẽ phát sinh ra lưu huỳnh dioxyt, trên thực tế lưu huỳnh cháy hoàn toàn sẽ tạo ra SO_2 . Muội than ít khi hình thành trong quá trình đốt cháy nhưng khí CO rất dễ hình thành. Bụi rắn và tro là sản phẩm dễ nhận thấy được sinh ra từ lò đốt. Quá trình đốt cháy nhiên liệu thu được NO_x trong nhiên liệu khí. NO_x được hình thành phụ thuộc vào nhiệt độ lò đốt, lượng khí, thời gian, quá trình trộn lẫn và bản chất của nhiên liệu. Sự phát thải tăng lên phụ thuộc vào công suất của lò hơi. Nói chung nitơ oxyt phân lớn ở dạng NO_2 .

4.3. HỆ SỐ PHÁT THẢI

Bảng 4.5 và 4.6 đưa ra hệ số phát thải SO_2 và NO_x của một số ngành công nghiệp.

Bảng 4.5. Hệ số phát thải SO_2 và NO_x

Ngành	Khí sạch	Dầu nhẹ (0,3% S)		Dầu nặng			Than đá		
	NO_x	SO_2	NO_x	%S	SO_2	NO_x	%S	SO_2	NO_x
Công nghiệp thực phẩm (nồi nấu các loại vỏ cứng)	40	140	60	1,68	817	150			
Công nghiệp giấy (ống nước của nồi hơi)	70	140	60	1,68	817	150			
Công nghiệp năng lượng	140			1,49	690	175	0,81	625	275
Công nghiệp luyện kim	100			0,86	418	150			

Ngành	Khí sạch	Dầu nhẹ (0,3% S)		Dầu nặng			Than đá		
	NO _x	SO ₂	NO _x	%S	SO ₂	NO _x	%S	SO ₂	NO _x
Công nghiệp hoá chất		140	60	1,68	817	150	1	735	330
Công nghiệp lọc dầu				2,39	1,45	200			
Vật liệu xây dựng	100	140	60	1,68	817	200			
Khí tự nhiên dùng trong tuabin	150								
Khí tự nhiên dùng trong động cơ	1.200								
Công nghiệp nhỏ (< 20 MW)	40	140	54						
Các ngành công nghiệp khác	70	140	60	1,68	817	150	1	0,8	

Bảng 4.6. Hệ số phát thải SO₂

Công nghiệp	Nhiên liệu	% S	SO ₂
Điện năng	Khí trong lò cao	0,0024	18
Luyện kim	Khí trong lò than đá	0,6	245
	Khí trong lò cao	0,0024	18
Hoá chất	Khí trong nhà máy luyện tinh	0,43	183
	Khí trong lò than đá	0,6	245
Lọc dầu	Khí trong nhà máy lọc dầu	0,43	183
Lò đốt	Chất thải đô thị	0,825	157
Than cốc	Khí than cốc	0,6	408

Hệ số phát thải trên đây một phần dựa vào tính toán và một phần dựa vào ước đoán.

Chương 5

CÔNG NGHỆ XỬ LÝ CHẤT THẢI KHÍ

5.1. CÔNG NGHỆ XỬ LÝ LƯU HUỖNH ĐIOXYT

5.1.1. Tổng quan

Lưu huỳnh đioxyt (SO_2) phát sinh trong quá trình đốt cháy lưu huỳnh có trong nhiên liệu. Vì vậy cách đơn giản nhất để làm giảm phát thải SO_2 là khử bỏ lưu huỳnh có trong nhiên liệu. Khí tự nhiên hoá lỏng từ khí hoá dầu và dầu lửa thường là các loại nhiên liệu không có lưu huỳnh. Tuy nhiên, trong thực tế việc sử dụng nhiên liệu có chứa lưu huỳnh là điều khó tránh khỏi. Vì vậy có các phương pháp làm giảm đến mức tối thiểu sự phát sinh khí SO_2 .

Khử lưu huỳnh trong nhiên liệu dầu: hydro hoá khử lưu huỳnh dùng chất xúc tác để thu hồi lưu huỳnh trong nhiên liệu dầu.

Khử lưu huỳnh trong khí thải được thực hiện bằng phương pháp khô hoặc ướt. Bảng 5.1 đưa ra hai phương pháp chính khử lưu huỳnh trong khí thải. Phần lớn thiết bị khử lưu huỳnh áp dụng phương pháp ẩm. Người ta đưa khí thải vào tiếp xúc với dung dịch hấp thụ để làm sạch lưu huỳnh nhờ quá trình hấp thụ và thu hồi SO_2 . Phương pháp này

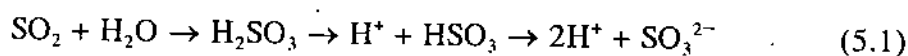
cho tốc độ khử lưu huỳnh cao và khả năng khử lưu huỳnh ổn định, thậm chí cả khi tải lượng thay đổi.

Bảng 5.1. Các phương pháp khử lưu huỳnh trong khí thải

Phương pháp	Tác nhân hấp thụ	Chất được thu hồi
Phương pháp ẩm	$\text{CaCO}_3, \text{Ca(OH)}_2$	Thạch cao
	NaOH , dung dịch Na_2CO_3	$\text{Na}_2\text{SO}_4, \text{Na}_2\text{SO}_3, \text{SO}_2$, thạch cao
	NH_4OH	$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4, \text{SO}_2, \text{S}$, thạch cao
	Mg(OH)_2	Axit H_2SO_4 , MgSO_4
	H_2SO_4 ngưng tụ	Thạch cao
Phương pháp khô	Than hoạt tính	Axit H_2SO_4 , thạch cao

5.1.2. Quá trình xử lý theo phương pháp ẩm

Khi đốt cháy nhiên liệu thì phần lớn S có thể chuyển hoá thành SO_2 , 1 đến 5% bị oxy hoá thành SO_3 . SO_3 phản ứng với hơi nước trong khí thải tạo ra axit H_2SO_4 . SO_2 là chất không màu, khí cay. Khi hoà tan trong nước và phân ly bằng điện phân xảy ra phản ứng sau:



Một trong các ion sau có thể được sử dụng để cố định SO_2 và SO_3 trong dung dịch nhằm cải thiện khả năng hấp thụ:

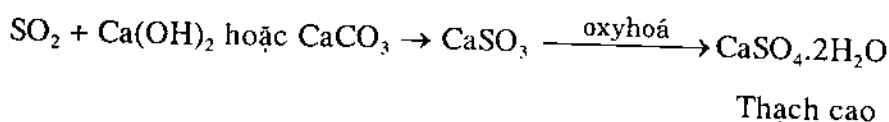
- Ion kim loại kiềm (K^+, Na^+).
- Ion kim loại kiềm thổ ($\text{Ca}^{2+}, \text{Mg}^{2+}$).
- Ion kiềm khác (NH_4^+).

Thực tế trong thiết bị hấp thụ không bao giờ đạt được cân bằng; nồng độ SO_2 trong khí được xử lý thay đổi tùy thuộc vào khả năng tiếp

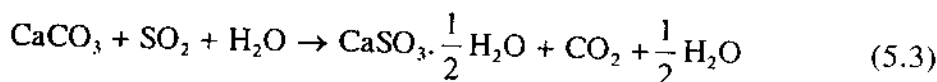
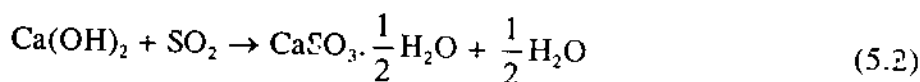
xúc của khí – lỏng trong tháp hấp thụ (điều kiện hấp thụ, kích thước của tháp hấp thụ và tỷ số lỏng - khí).

5.1.2.1. Hấp thụ bằng CaCO_3 và Ca(OH)_2

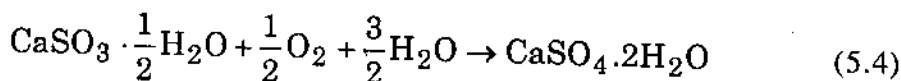
Với phương pháp này thì CaCO_3 hấp thụ bụi mịn, còn Ca(OH)_2 tạo ra khoảng 5 đến 15% bùn để hấp thụ SO_2 , sản phẩm phụ là thạch cao. Chất hấp thụ chính trong bùn là nước. Nếu một lượng nhỏ trong phản ứng hoà tan Ca^{2+} thì tốc độ hoà tan của bùn sẽ kiểm soát tốc độ phản ứng hấp thụ. Quá trình xảy ra như sau:



Cơ chế hấp thụ SO_2 trong phản ứng với các nhân tố hấp thụ dưới dạng đơn giản:



Nhờ phản ứng của $\text{CaSO}_3 \cdot \frac{1}{2}\text{H}_2\text{O}$ với oxy trong tháp hấp thụ và oxy từ quá trình oxy hóa không khí, CaSO_4 phát sinh trong phản ứng được hình thành dưới dạng bùn thạch cao:



Bùn thạch cao được cô đặc trong thiết bị cô đặc, sau đó tách sản phẩm phụ thạch cao bằng thiết bị tách. Khi thực hiện phản ứng Ca(OH)_2 với SO_2 thì lượng SO_2 lớn hơn so với phản ứng CaCO_3 với SO_2 .

Nhìn chung hiệu quả hấp thụ tốt hơn khi tỷ lệ lỏng/ khí cao hơn, và khả năng phản ứng cao hơn với những phần tử có kích thước

nhỏ hơn trong bùn. CaSO_3 phát sinh bởi quá trình hấp thụ và được hoà tan tốt hơn khi dung dịch có độ pH thấp hơn. Khi pH tăng, tốc độ hoà tan của dung dịch giảm, dẫn đến việc bám dính ở bên trong tháp hấp thụ gây trở ngại cho quá trình vận hành thiết bị.

Các phương pháp thích hợp để ngăn chặn cặn bám bao gồm:

- Tránh thêm bùn mới vào bùn tuần hoàn để ngăn chặn sự gia tăng cục bộ pH của bùn trong tháp hấp thụ.
- Sử dụng lớp chất lỏng CaSO_3 và CaSO_4 làm lõi, kết tủa ít nhất một số muối tinh thể nhỏ trong bùn.
- Tăng tốc độ tuần hoàn bùn để làm giảm dung dịch quá bão hoà trong tháp hấp thụ.
- Cải tiến cấu trúc tháp hấp thụ sao cho giảm cặn bám tạo thành.

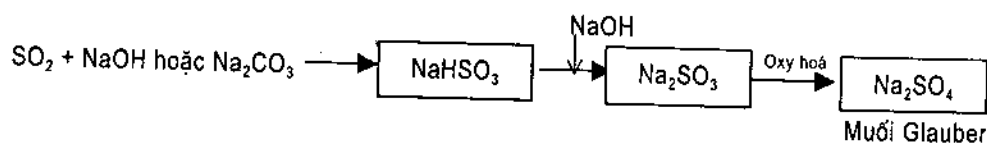
Độ pH của dung dịch hấp thụ được điều chỉnh đến giá trị xấp xỉ 6.

Trong một số trường hợp, CaSO_4 sinh ra do khử lưu huỳnh có thể được loại bỏ song cũng có thể tiến hành oxy hoá để thu hồi thạch cao. CaSO_3 oxy hoá tốt hơn trong môi trường có độ axit cao hơn. Độ pH được điều chỉnh xuống nhỏ hơn hoặc bằng 4 và quá trình oxy hoá được thực hiện với oxy trong không khí.

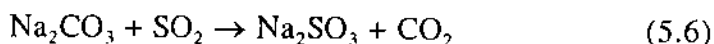
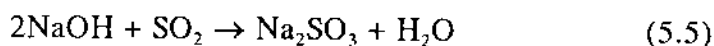
5.1.2.2. Hấp thụ với dung dịch NaOH hoặc Na_2CO_3

Với phương pháp này, người ta dùng dung dịch NaOH hoặc Na_2CO_3 như là chất hấp thụ. Phương pháp này có ưu điểm không sinh cặn bám dính và tạo ra khả năng hấp thụ rất tốt.

Quá trình được mô tả theo sơ đồ sau:



Để thu hồi Na_2SO_3 hoặc muối Glauber (Na_2SO_4) như là sản phẩm phụ của phản ứng, cần có 2 mol ion Na^+ để hấp thụ 1 mol SO_2 . Phản ứng xảy ra như sau:



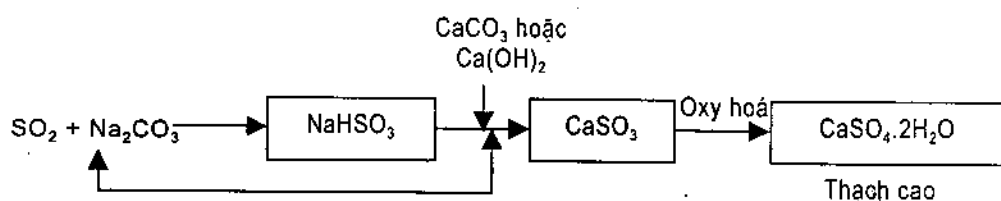
Muối Glauber được thu hồi hoặc xả đi thông qua phản ứng oxy hoá sau:



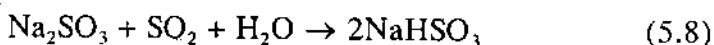
Phương pháp này rất tiện ích trong kỹ thuật khử lưu huỳnh thoát ra ở quy mô nhỏ. Đặc biệt thích hợp với thiết bị quy mô nhỏ trong xử lý nước không thu hồi sản phẩm phụ.

Sự khác nhau của phương pháp thu hồi thạch cao và thu hồi axit H_2SO_4 làm sản phẩm phụ như sau:

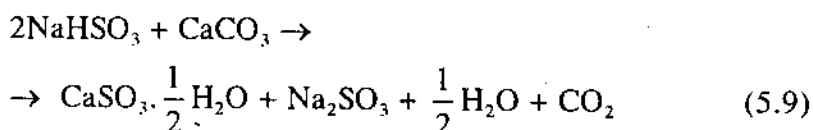
a) Quá trình thu hồi thạch cao



Quá trình này dựa trên phản ứng:

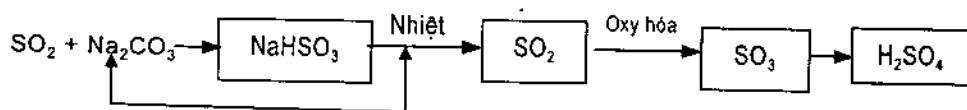


CaCO_3 (đá vôi) được thêm vào dung dịch Na_2SO_3 sinh ra để hình thành CaSO_3 và NaHSO_3 :



CaSO_3 được oxy hoá, sau đó tách và thu hồi thạch cao. Na_2SO_3 được tuần hoàn sử dụng trong bước hấp thụ tiếp theo.

b) Quá trình thu hồi axit H_2SO_4

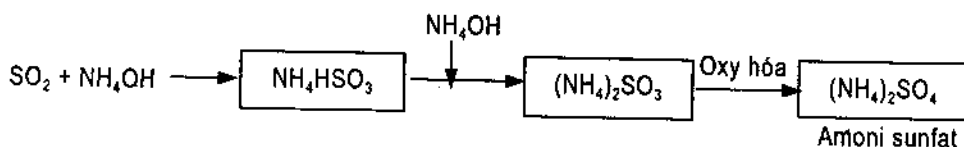


Đun nóng NaHSO_3 để tạo ra khí SO_2 sau đó oxy hoá SO_2 thành SO_3 rồi cho hấp thụ nước để tạo thành axit H_2SO_4 . Sản phẩm thu hồi dưới dạng H_2SO_4 đặc.

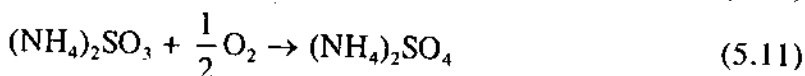
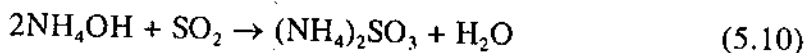
5.1.2.3. Hấp thụ bằng dung dịch NH_4OH

Với phương pháp này, dung dịch NH_4OH được sử dụng là chất hấp thụ. Sản phẩm thu hồi là $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ để sử dụng làm phân bón hoặc nguyên liệu cho công nghiệp. Cũng có thể thêm CaCO_3 hoặc $\text{Ca}(\text{OH})_2$ để thu hồi thạch cao.

Quá trình thu hồi $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ như sau:



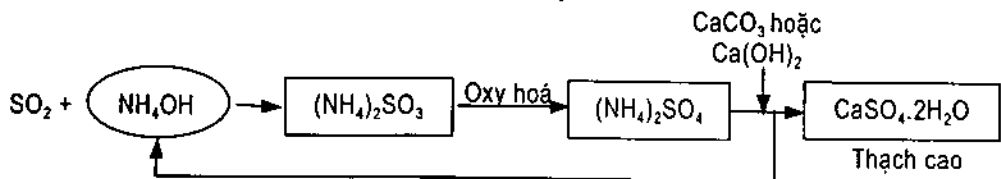
Phản ứng xảy ra như sau:



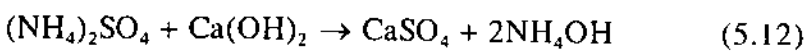
Điều chỉnh độ pH thích hợp là yêu cầu rất quan trọng trong quá trình này. Ở giá trị $\text{pH} \geq 7$ thì áp suất riêng phần của NH_3 tăng, dẫn đến tổn thất lớn. Ở giá trị $\text{pH} \leq 5$ thì áp suất riêng phần của SO_2 tăng, làm giảm hiệu suất. Vì vậy, pH của dung dịch hấp

thụ tuần hoàn phải được duy trì ở pH ≈ 6 đối với quá trình khử lưu huỳnh.

Để thu hồi thạch cao người ta dùng CaCO₃ hoặc Ca(OH)₂ phản ứng với (NH₄)₂SO₄ theo sơ đồ sau:

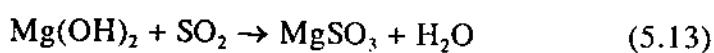


Phản ứng của quá trình này như sau:

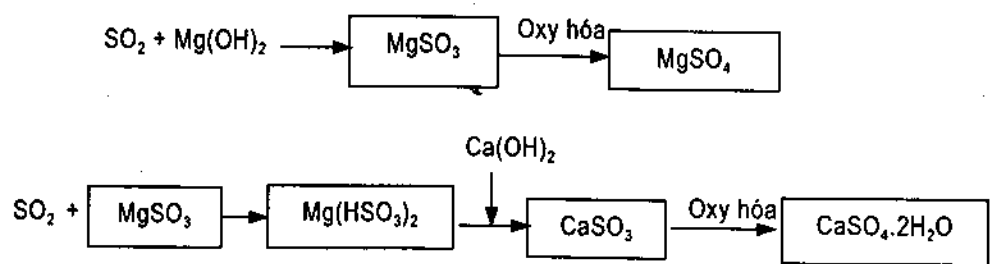


5.1.2.4. Hấp thụ bằng Mg(OH)₂

Phương pháp này sử dụng chất hấp thụ rẻ hơn so với dùng NaOH và cho phép xả ra ngoài được. Gần đây được đặc biệt chấp nhận cho quá trình khử lưu huỳnh với quy mô nhỏ. Không như NaOH, Mg(OH)₂ có độ hoà tan rất thấp và phản ứng với SO₂ trong bùn trong tháp hấp thụ:



MgSO₃ phát sinh bị oxy hoá thành MgSO₄ có độ hoà tan tăng lên. Ca(OH)₂ được thêm vào phản ứng để thu hồi thạch cao như là sản phẩm phụ:



5.1.2.5. Hấp thụ bằng H_2SO_4 loãng (hấp thụ oxy hoá)

Axit H_2SO_4 loãng chứa chất xúc tác có tính oxy hoá như các ion Fe được sử dụng làm dung dịch hấp thụ, SO_2 được hấp thụ và chuyển thành H_2SO_3 . Ở nhiệt độ $\approx 55^\circ C$, H_2SO_3 oxy hoá 100% tạo ra H_2SO_4 ; $CaCO_3$ và $Ca(OH)_2$ được thêm vào dung dịch hấp thụ để kết tủa và tách thạch cao, còn dung dịch được tuần hoàn sử dụng lại. Khi nồng độ H_2SO_4 tăng thì độ hoà tan SO_2 giảm, hiệu quả hấp thụ không cao.

Do dung dịch hấp thụ được sử dụng trong phương pháp này có tính axit mạnh (độ pH ≈ 1) và khả năng hấp thụ giảm thì lượng dung dịch hấp thụ để tuần hoàn phải lớn, tỷ số lỏng/ khí lên đến 40 đến 50 l/Nm³.

5.1.3. Quá trình xử lý theo phương pháp khô

Phương pháp này đã được đề cập đến ở một vài nhà máy vào cuối những năm 1960 và đầu những năm 1970. Song thực tế bị trì hoãn do tốc độ khử lưu huỳnh không cao, chi phí tốn kém và gặp khó khăn trong xử lý chất rắn. Gần đây, nhờ ứng dụng hợp lý hơn thiết bị khử nitơ và lưu huỳnh loại khô nên phương pháp đang được xem xét lại.

Quá trình hấp thụ sử dụng than hoạt tính: Khí có chứa SO_2 , O_2 và nước hấp thụ trên than hoạt tính, SO_2 bị oxy hóa thành SO_3 trên bề mặt than và phản ứng với H_2O sinh ra axit H_2SO_4 là chất được hút bám.

Axit H_2SO_4 được hấp phụ trên than hoạt tính có thể được loại bỏ bằng nước rửa không hấp thụ, hơi nước không hấp thụ (ở nhiệt độ $\approx 300^\circ C$) hoặc bằng giảm nhiệt không hấp thụ (ở nhiệt độ $\geq 370^\circ C$).

Công nghệ kiểm soát khói trắng

Khí thải ở cửa thải của hệ thống khử lưu huỳnh ướt có chứa hơi nước bão hòa, vì vậy xảy ra hiện tượng mưa trong ống khói cao và khói trắng thoát ra thải trực tiếp qua ống khói. Những năm 1970, khi hệ thống khử lưu huỳnh phát triển nhanh người ta phải thực hiện việc chống ăn mòn các đường ống dẫn khói có khí ẩm. Song phương pháp này ngày nay hầu như chưa được sử dụng.

Với lượng khí thải lớn ở các nhà máy năng lượng, người ta thực hiện việc trao đổi khí/khí nóng (trao đổi nhiệt thay đổi) tại cửa vào và cửa thải ra của hệ thống khử lưu huỳnh. Nhiều hệ thống đất tiên với nồi hơi có kích thước từ nhỏ đến trung bình sử dụng vật liệu chống ăn mòn để chế tạo (ống lót FRP, ống thép không gỉ...) ống dẫn khói và ống khói. Tuy nhiên, trong nhiều trường hợp khói thoát ra đồng thời với thoát nhiệt được xả ra dưới dạng mù, có thể dẫn đến mưa lớn trong ống khói. Mù được thu hồi bằng các phương pháp như duy trì tốc độ dòng trong ống khói trong khoảng từ 7,5 đến 12 m/s hoặc nhỏ hơn, hoặc lắp đặt thiết bị chặn mù ở đầu ống khói.

Ngoài ra người ta còn dùng phương pháp khử ẩm trong không khí, đã phát triển và được ứng dụng vào thực tế, nhiều trường hợp người ta còn dùng phương pháp này để làm lạnh.

Phương pháp làm lạnh có liên quan với dung dịch hấp thụ trong tháp làm lạnh. Khí hút ra được tiếp xúc với dung dịch hấp thụ đã được làm lạnh, bằng cách này có thể khử được ẩm do đó làm giảm lượng hơi nước phát thải vào khí quyển nhằm kiểm soát khói trắng.

5.2. CÔNG NGHỆ XỬ LÝ NO_x

5.2.1. Tổng quan

5.2.1.1. NO_x

Các hợp chất NO_x được tạo thành từ hai thành phần là N và O. Những chất này (NO và NO_2) phát sinh trong quá trình đốt nhiên liệu và đều được gọi là NO_x .

Trong hệ thống đốt đặc trưng như nồi hơi, tỷ lệ thể tích NO/NO_x ở cùng thời điểm đốt cháy trong khí thải ra vào khoảng 90 đến 95%, như vậy hầu hết NO_x thải ra dưới dạng NO . NO này bị oxy hóa từ từ trong không khí thành NO_2 . NO_2 được xem như là tác nhân oxy hóa quang hóa, vì vậy nồng độ trong không khí của NO được xem như là một tiêu chuẩn chất lượng môi trường (giá trị trung bình ngày phải nằm trong khoảng từ 0,04 đến 0,06 ppm hoặc nhỏ hơn).

5.2.1.2. Quá trình phát sinh NO_x

NO_x được tạo thành khi đốt cháy nhiên liệu, NO_x phát sinh ra theo hai cách cơ bản sau:

N_2 và O_2 có trong không khí được sử dụng trong phản ứng đốt cháy ở nhiệt độ cao sẽ hình thành NO_x . Loại NO_x này gọi là NO_x nhiệt.

Các hợp chất của N khác nhau trong nhiên liệu bị oxy hóa trong quá trình đốt và hình thành NO_x . Loại NO_x này được gọi là NO_x nhiên liệu.

Do cơ chế phát sinh NO_x rất phức tạp, bởi có hai loại NO_x với các nguồn và cơ chế phát sinh khác nhau đáng kể, không giống như trường hợp SO_x , không phải tất cả N₂ đều tạo thành NO_x . Vì lẽ đó công nghệ khử NO_x sẽ có các mức hiệu quả khác nhau phụ thuộc vào việc phát sinh NO_x .

5.2.1.3. Các loại công nghệ khử NO_x

Như chỉ ra trong bảng 5.2, công nghệ khử NO_x được phân loại thành công nghệ triệt tiêu NO_x (công nghệ đốt NO_x thấp) và công nghệ khử chất thải nitơ.

Công nghệ cải thiện lò đốt là loại công nghệ triệt tiêu NO_x , thiết lập điều kiện đốt trong lò đốt sao cho có thể phát sinh ra lượng NO_x thấp nhất.

Khử nitơ nhiên liệu là loại bỏ lượng nitơ trong nhiên liệu. Đó là phương pháp cải thiện nhiên liệu được thiết kế để loại bỏ lượng N_2 có chứa trong nhiên liệu, nhưng nó vẫn chưa được thiết lập dưới dạng tương tự như khử lưu huỳnh trong nhiên liệu. Tuy nhiên, một lượng nhỏ N_2 bị loại bỏ trong quá trình khử lưu huỳnh của nhiên liệu, vì vậy sử dụng nhiên liệu có chứa lưu huỳnh thấp cũng có ảnh hưởng tốt đối với khử NO_x .

Bảng 5.2. Các loại công nghệ kiểm soát NO_x

Công nghệ kiểm soát NO_x	Công nghệ triệt tiêu NO_x	Cải thiện điều kiện đốt	Phương pháp dựa trên điều kiện vận hành thay đổi
			Phương pháp dựa trên việc cải tiến hệ thống đốt
		Cải thiện nhiên liệu	Chuyển hóa nhiên liệu
			Khử nitơ nhiên liệu
	Công nghệ khử chất thải nitơ	Các phương pháp khô (khử có lựa chọn...)	
		Phương pháp ẩm (hấp thụ oxy hóa...)	

Công nghệ khử N_2 thải liên quan đến loại bỏ NO_x phát sinh từ khí thải. Trong tương lai công nghệ này sẽ có vai trò quan trọng trong việc làm giảm mức thải NO_x .

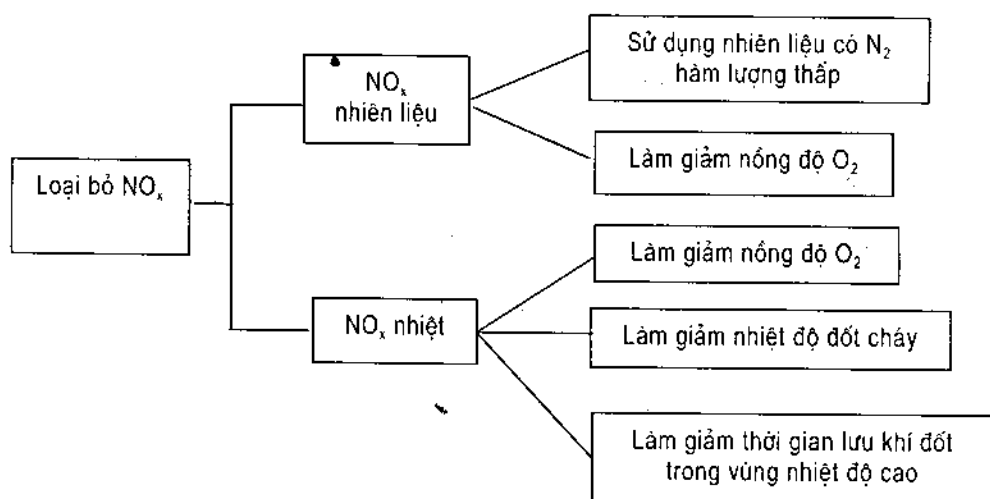
5.2.2. Công nghệ loại bỏ NO_x

5.2.2.1. Nguyên tắc cơ bản trong việc loại bỏ NO_x

Loại bỏ NO_x dựa theo các nguyên tắc cơ bản sau:

- Sử dụng nhiên liệu có hàm lượng N_2 thấp.
- Giảm nồng độ O_2 trong vùng đốt.
- Giảm thời gian lưu khí đốt trong vùng nhiệt độ cao.
- Giảm nhiệt độ đốt cháy. Đặc biệt, loại trừ những vùng nhiệt độ cao cục bộ.

NO_x có thể được khử bằng cách áp dụng một trong các nguyên tắc trên.



Hình 5.1. Sơ đồ loại bỏ kết hợp NO_x nhiệt và NO_x nhiên liệu

5.2.2.2. Chuyển hoá nhiên liệu

Nhìn chung, nồng độ NO_x nhiên liệu cao nhất trong nhiên liệu rắn, tiếp đến là trong nhiên liệu lỏng và thấp nhất trong nhiên liệu khí. Trong nhiên liệu lỏng, nhiên liệu càng nặng thì hàm lượng N_2 của nó càng cao và do vậy nồng độ NO_x càng cao. Vì vậy, dầu thô ở dạng lỏng có nồng độ NO_x cao nhất, sau đó đến dầu nhẹ, dầu lửa và dầu hoá. Chuyển hoá dầu thô thành nhiên liệu có chất lượng cao (nhẹ), ngoài việc giảm hàm lượng N_2 có trong nhiên liệu dầu thì còn có chất tăng cường tác dụng khử NO_x .

5.2.2.3. Thay đổi điều kiện vận hành

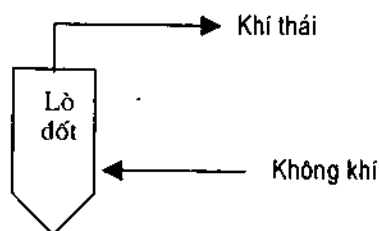
Phương pháp đốt NO_x thấp đôi khi có mâu thuẫn giữa việc thay đổi các điều kiện vận hành và việc cải tiến hệ thống đốt để giảm mức phát sinh NO_2 . Tất nhiên, cách tiếp cận truyền thống (thay đổi các điều kiện vận hành) không thể đáp ứng để có hiệu quả cao. Phương pháp này bao gồm các biện pháp sau: giảm nhiệt độ không khí đun nóng sơ bộ; giảm tải lượng trong khoang đốt bằng cách giảm thể tích lò đốt ở nhiệt độ cao và đốt với tỷ lệ không khí thấp nhằm mục đích giảm thiểu lượng không khí đốt. Tuy nhiên các biện pháp này đều đi ngược lại với các nguyên tắc chuyển hoá năng lượng, vì vậy chúng không được xem là phương pháp đạt yêu cầu.

Các phương pháp làm giảm hàm lượng NO_x bằng cách cải tiến hệ thống đốt được trình bày dưới đây.

5.2.2.4. Đốt cháy theo hai giai đoạn

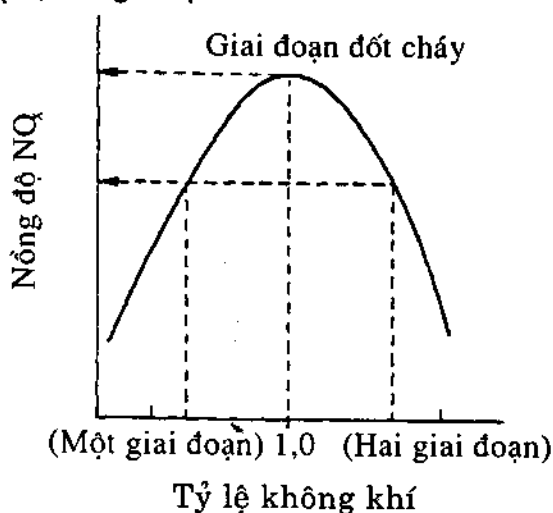
Phương pháp này có được hiệu quả giảm cả NO_x nhiệt và NO_x nhiên liệu. Phương pháp dựa trên việc chia quá trình cung cấp không khí đốt thành hai giai đoạn (hình 5.2). Trong giai đoạn I, không khí được cấp trong giới hạn tỷ lệ $\approx 0,8 \div 0,9$ (80 ÷ 90% thể tích không khí

theo lý thuyết). Trong giai đoạn thứ hai, không khí được cung cấp để bù sự thiếu hụt cho quá trình đốt cháy hoàn toàn.



Hình 5.2. Đốt cháy hai giai đoạn

Mối quan hệ giữa tỷ lệ không khí và nồng độ NO_x được chỉ ra ở hình 5.3. Như thấy trên hình, nồng độ NO_x đạt tới giá trị cao nhất khi tỷ lệ không khí là 1 (thể tích không khí theo lý thuyết). Trong vùng có tỷ số không khí nhỏ hơn 1, có lượng O_2 nhỏ, vì vậy nồng độ NO_x giảm; trong vùng có tỷ lệ không khí lớn hơn 1 nhiệt độ trong buồng đốt giảm do lượng không khí cung cấp theo nồng độ không khí thấp. Vì vậy, nguyên tắc đốt hai giai đoạn là tránh tỷ lệ không khí bằng 1, nơi mà hàm lượng NO_x đạt tới giá trị cao nhất.



Hình 5.3. Quan hệ giữa tỷ lệ không khí và nồng độ NO_x

5.2.2.5. Tuần hoàn khí thải

Trong biện pháp này, phần khí thải đốt được tuần hoàn về lò đốt để kiểm soát nhiệt độ của hơi nước sinh ra. Lối vào được thiết kế để đốt NO_x thấp. Phương pháp này hiệu quả trong việc làm giảm NO_x nhiệt nhưng hầu như không ảnh hưởng đến NO_x nhiên liệu.

Tốc độ khử NO_x có xu hướng tăng khi tốc độ tuần hoàn khí thải tăng. Để đảm bảo đốt ổn định, người ta khống chế tỷ lệ tuần hoàn khí thải trong khoảng $15 \div 20\%$. Tỷ lệ tuần hoàn khí thải được xác định theo phương trình:

$$\text{Tỷ lệ tuần hoàn khí thải (\%)} = \frac{\text{Khí thải được tuần hoàn } [\text{Nm}^3/\text{h}]}{\text{Khí nhiên liệu } [\text{Nm}^3/\text{h}]} 100$$

5.2.2.6. Đốt nhiều tầng

Phương pháp này không được sử dụng với lò đốt đơn. Trong thiết bị đốt đa hệ thì thiết bị đốt giàu nhiên liệu và thiết bị đốt giàu không khí được xem là thích hợp để làm giảm NO_x trong vùng không vượt giới hạn. Ngoài ra, NO_x nhiệt được triệt tiêu bằng cách giảm nhiệt độ trong vùng không khí dư. Vì vậy về nguyên tắc phương pháp này tương tự như đốt hai giai đoạn.

5.2.2.7. Phun hơi nước hoặc phun nước

Với phương pháp này, hơi nước hoặc nước được phun vào để thu lại nhiệt khí hoá do vậy giảm được nhiệt độ đốt dẫn đến làm giảm lượng NO_x . Phương pháp này không hiệu quả đối với NO_x nhiệt, vì vậy nó chủ yếu làm giảm NO_x nhiên liệu.

5.2.3. Thông tin về những công nghệ thu hồi khác

5.2.3.1. Tỷ lệ chuyển hoá khí NO

Không phải tất cả N_2 trong nhiên liệu được chuyển hoá thành NO_x . Phần trăm nitơ được chuyển hoá thành NO_x gọi là tỷ lệ chuyển hoá NO và được xác định theo phương trình dưới đây:

$$\text{Tỷ lệ chuyển hoá NO (\%)} = \frac{\text{Lượng } N_2 \text{ được chuyển hoá thành NO}}{\text{Tổng lượng } N_2 \text{ trong nhiên liệu}} \cdot 100$$

Thông thường, tỷ lệ chuyển hoá NO nằm trong khoảng 10 đến 30%.

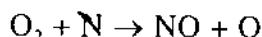
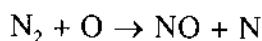
Tỷ lệ chuyển hoá NO có những đặc điểm riêng như sau:

- Tỷ lệ chuyển hoá NO tăng khi tỷ lệ không khí tăng (tăng nồng độ oxy).
- Tỷ lệ chuyển hoá tăng khi lượng nitơ trong nhiên liệu giảm.
- Tỷ lệ chuyển hoá không bị ảnh hưởng bởi loại N_2 trong nhiên liệu.

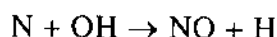
Dựa trên những đặc điểm này, muốn giảm NO_x nhiên liệu thì phải giảm nồng độ oxy.

5.2.3.2. Cơ chế Zeldovich

Cơ chế Zeldovich là nguyên lý áp dụng cho cơ chế phát sinh NO_x nhiệt. Phát sinh NO xảy ra theo các phản ứng dưới đây, giả sử nồng độ nguyên tử oxy ở trạng thái cân bằng:



Cơ chế phát sinh NO đôi khi cũng được giải thích bởi cơ chế mở rộng Zeldovich:

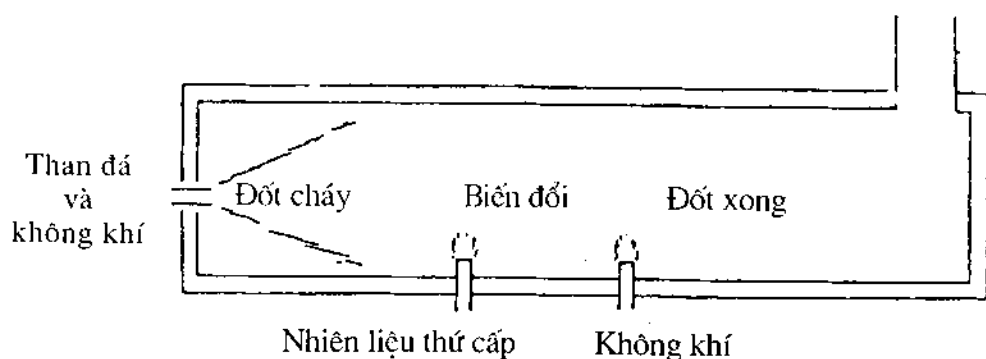


5.2.3.3. NO

NO_x nhiệt nói trên được tạo ra theo các cơ chế phát sinh khác nhau. Đặc điểm của nó là phát sinh tại chính thời điểm bắt đầu quá trình đốt cháy hydrocarbon. Các chất phát sinh qua sự giảm nhiệt của hydrocarbon làm tăng sự phát sinh NO . Trong quá trình đốt cháy H_2 hoặc CO thì đều không thúc đẩy phát sinh NO_x .

5.2.3.4. Kiểm soát N_2 trong lò nung

Phương pháp này phù hợp cho quá trình khử nitơ và quá trình đốt cháy ba giai đoạn. Theo hình 5.4, ban đầu cung cấp nhiên liệu, tiếp theo đốt cháy, giai đoạn hydrocarbon và NO_x giảm và giai đoạn cuối cùng cung cấp thêm không khí để quá trình cháy xảy ra hoàn toàn.



Hình 5.4. Sự khử nitơ trong lò đốt

5.2.4. Khử nitơ trong khí thải

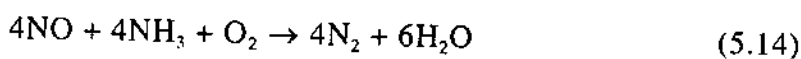
Phần lớn lượng NO_x phát sinh trong quá trình đốt cháy nhiên liệu là NO , do có độ phản ứng chậm nên về mặt công nghệ rất khó loại bỏ. Công nghệ khử nitơ trong khí thải tiến bộ nhất dựa trên phương pháp giảm khả năng tiếp xúc và phương pháp khô sử dụng NH_3 .

5.2.4.1. Phương pháp khử tiếp xúc chọn lọc

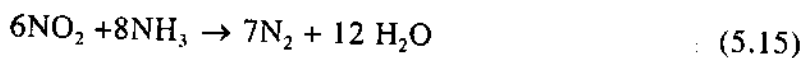
Phương pháp khử tiếp xúc chọn lọc là phương pháp sử dụng chất xúc tác để chuyển hoá NO_x thành N_2 . Chất xúc tác là chất tăng tốc độ phản ứng nhanh hơn mà không tham gia vào phản ứng hoá học. Hiệu quả của quá trình chuyển hoá NO_x thành N_2 phụ thuộc vào việc lựa chọn chất xúc tác kết hợp với tác nhân khử phù hợp.

Về tính chọn lọc, chất phản ứng cùng với chất khử trong khí thải bao gồm O_2 cũng như NO_x . O_2 trong khí thải vượt quá mức NO_x với hệ số phát thải 100 hoặc lớn hơn (thông thường O_2 tính từ 1 đến 10% của khí cháy). Vì vậy, nếu chất khử cũng được phản ứng với O_2 (Ví dụ CO , H_2 , CH_4), thì sẽ cần thiết phải sử dụng một lượng lớn chất khử. Hơn nữa, rất khó để kiểm soát lò phản ứng vì hơi nóng từ quá trình cháy. Nếu dùng NH_3 làm chất khử, trong điều kiện nhiệt độ nhất định, thì chất khử sẽ lựa chọn để phản ứng với NO_x và hầu như không phản ứng với oxy và các chất khác. Cách giảm tiếp xúc này được gọi là giảm tiếp xúc lựa chọn.

Phản ứng giảm NO_x sử dụng NH_3 xảy ra như sau:



1 mol : 1 mol



Từ phương trình phản ứng (5.14) ta thấy, về lý thuyết lượng tiêu thụ amoniac là 1 mol:1 mol NO . Lượng thực tế được thêm vào dựa trên tỷ lệ phân tử gam NH_3/NO , vào khoảng 0,8 đến 1,0. Lượng amoniac không phản ứng được thải ra xấp xỉ vài ppm.

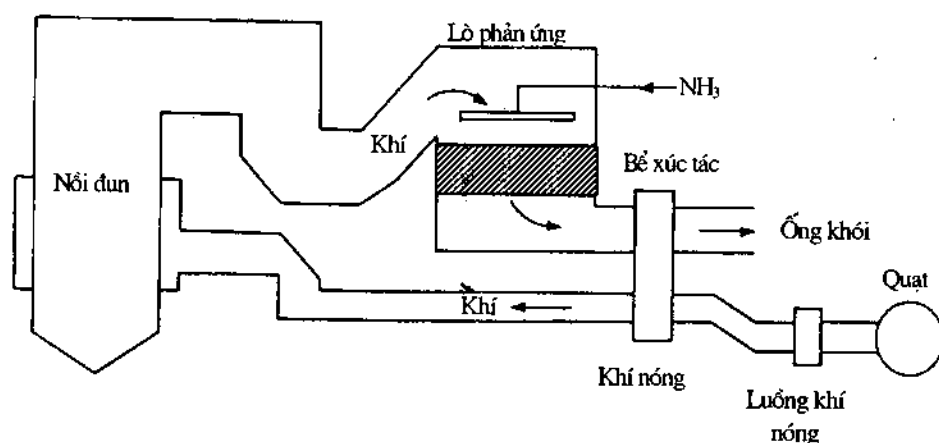
Với nhiệt độ phản ứng khoảng 300 đến 350°C và tốc độ không gian (TĐKG) khoảng 5000 /h, tốc độ khử nitơ đạt được 90% hoặc cao hơn.

Giá trị này liên quan đến lượng chất xúc tác sử dụng. Lượng chất xúc tác yêu cầu để thực hiện có thể nhỏ nếu xúc tác có chất lượng cao, do vậy TĐKG cao. Mặt khác, TĐKG biểu thị lượng khí có thể được xử lý trong một giờ trên một đơn vị chất xúc tác (1 m^3).

TiO_2 (titan oxyt) được sử dụng phổ biến để thực hiện khử nitơ tiếp xúc với chất khử là NH_3 . Nó chứa các chất như: vanadi oxyt (V_2O_5), vonfram oxyt (WO_3), hoặc molybden oxyt (MoO).

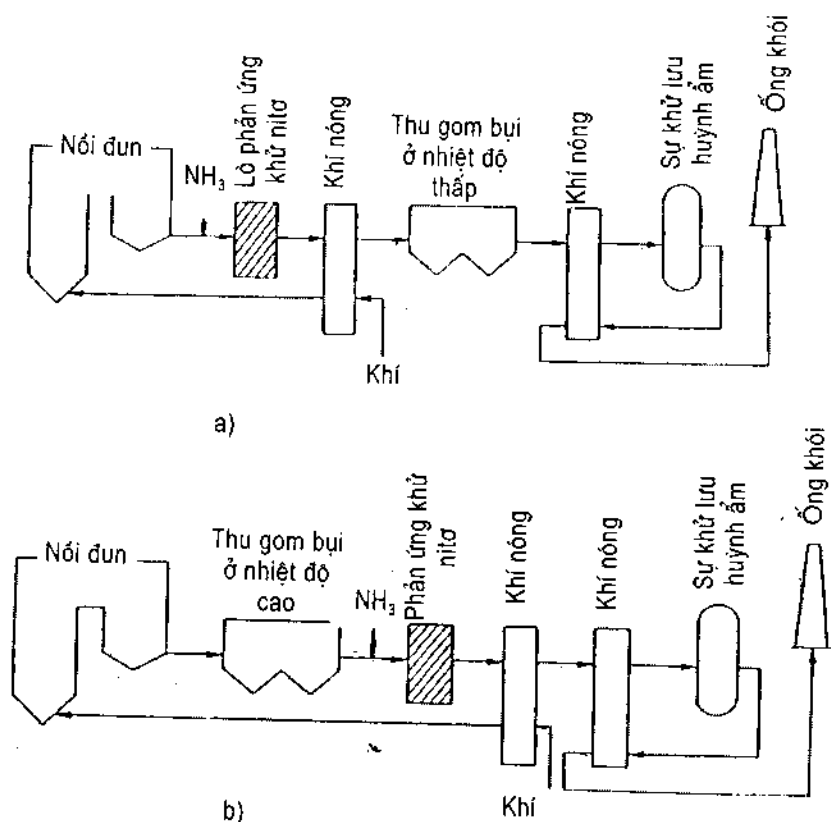
Bảng 5.3. Loại hệ thống xử lý khí và dạng chất xúc tác

Khí được xử lý	Loại hệ thống	Dạng chất xúc tác
Khí sạch (nồng độ hạt xấp xỉ 10 mg/Nm^3 hoặc nhỏ hơn)	Đáy cố định	Hình cầu, hình trụ, dạng hạt
Khí bẩn (nồng độ nằm trong khoảng $10 - 100 \text{ mg/Nm}^3$)	Đáy chuyển động gián đoạn	Hình cầu, dạng hạt
Khí bẩn (không có giới hạn về nồng độ hạt)	Đáy cố định (song song)	Hình tổ ong (lỗ vuông, lỗ sáu cạnh), hình đĩa, hình ống



Hình 5.5. Lò phản ứng dùng xúc tác xử lý khí

Chất xúc tác có thể ở dạng hạt, dạng tổ ong, dạng đĩa, hoặc dạng ống (bảng 5.3). Nói chung, các thiết bị phản ứng có đáy cố định, trong trường hợp lượng hạt đặc biệt lớn sẽ loại bỏ phía dưới đáy, chất xúc tác chuyển động xuống liên tục hoặc gián đoạn, nó được loại bỏ đi hoặc lại đưa trở lại lò phản ứng. Trong một số trường hợp, lượng bụi lớn khí thoát ra như ở nồi hơi đốt bằng thì bụi bám vào chất xúc tác rồi bị cuốn đi.



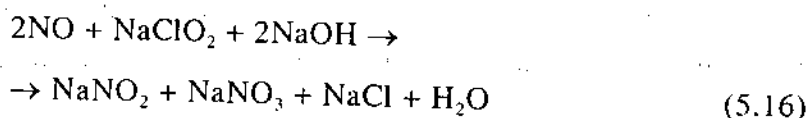
Hình 5.6. Các hệ thống kết hợp khử nito, lưu huỳnh và tập trung bụi:
a) khử nito với nồng độ bụi cao; b) khử nito với nồng độ bụi thấp

5.2.4.2. Chất xúc tác – khử tự do

NH_3 được dùng trong phản ứng giảm NO_x , nó được xem như là chất khử có thể làm giảm NO_x kể cả khi không dùng chất xúc tác nếu nhiệt độ cao từ 900 đến 1000°C. Vì thế sử dụng những cấu trúc có thể bổ sung thêm NH_3 ở điều kiện nhiệt độ cao. Nhưng trong thực tế, tốc độ khử nitơ khi không dùng xúc tác chỉ trong khoảng từ 30 đến 50% có nghĩa là dùng 2 mol hoặc nhiều hơn nữa NH_3 cho một mol NO . Như vậy còn lại lượng lớn NH_3 sau phản ứng, đây là khó khăn cho phương pháp này. Vì vậy ít khi sử dụng chất xúc tác – khử tự do.

5.2.4.3. Oxy hoá pha lỏng

Không giống như phương pháp trên, oxy hoá pha lỏng thường sử dụng NaClO_2 hoặc KMnO_4 làm dung dịch hấp thụ mà không sử dụng oxy hóa hơi nước. NO được oxy hoá và được hấp thụ đồng thời trong pha lỏng. Quá trình khử NO bằng natri clorit xảy ra theo phản ứng sau:



Quá trình oxy hóa chất lỏng đã được sử dụng để thu khí trong các quá trình không đốt cháy, ví dụ như quá trình sản xuất thủy tinh.

5.3. THÔNG TIN CƠ BẢN VỀ THU GOM VÀ CÔNG NGHỆ TẬP TRUNG BỤI

5.3.1. Bụi là gì?

Bụi là các hạt rắn riêng biệt và những giọt nhỏ chất lỏng có trong chất khí tập hợp lại trong khí quyển.

Các phân tử có mặt trong không khí được nhắc đến như khói, sương mù, hạt bụi và các sản phẩm của khói, tuy nhiên giữa chúng không có một ranh giới xác định rõ ràng. Nhìn chung, khi nói đến phân tử chất rắn người ta thường nói đến bụi, trong khi các phân tử chất lỏng được nói đến chủ yếu là sương mù. Các phân tử chất rắn rất nhỏ (nhỏ hơn hoặc bằng $1\text{ }\mu\text{m}$) ví dụ như các hạt bụi được phát ra do sự bốc hơi ngưng kết có thể tương tự như khói.

5.3.2. Kích thước của hạt và sự phân chia kích thước

Kích thước của các hạt trong khí được đặc trưng bởi đường kính của chúng (gọi là đường kính hạt). Bởi các hạt được tập hợp trên bề mặt Trái đất thường có kích thước rất nhỏ, chúng được đo bằng micromet (μm), $1\mu\text{m} = 10^{-3}\text{ mm}$.

Ví dụ như các hạt bụi từ các nồi hơi đốt cháy bằng nhiên liệu dầu có đường kính trung bình khoảng $20\text{ }\mu\text{m}$. Trong khi đó một sợi tóc dày vào khoảng 40 đến $50\text{ }\mu\text{m}$, đường kính nhỏ nhất có thể thấy được bằng mắt thường như các phân tử đơn chất có kích thước khoảng $40\text{ }\mu\text{m}$.

Đặc trưng cơ bản của bụi là bao gồm các phân tử có đường kính khác nhau. Nói cách khác, có sự phân loại đường kính các hạt bụi. Phân chia kích thước đường kính các hạt có thể được biểu diễn như tần số phát tán, tần số này dựa trên tần số tốc độ rơi của các hạt có kích thước khác nhau, hoặc lắng đọng xuống bề mặt đất, hoặc phát tán lơ lửng trong không trung tùy thuộc vào giá trị tích lũy riêng.

5.3.2.1. Tần số phát tán

Tần số phát tán được tính bằng tỷ số giữa trọng lượng các phân tử có đường kính quy định và trọng lượng của tất cả các phân tử:

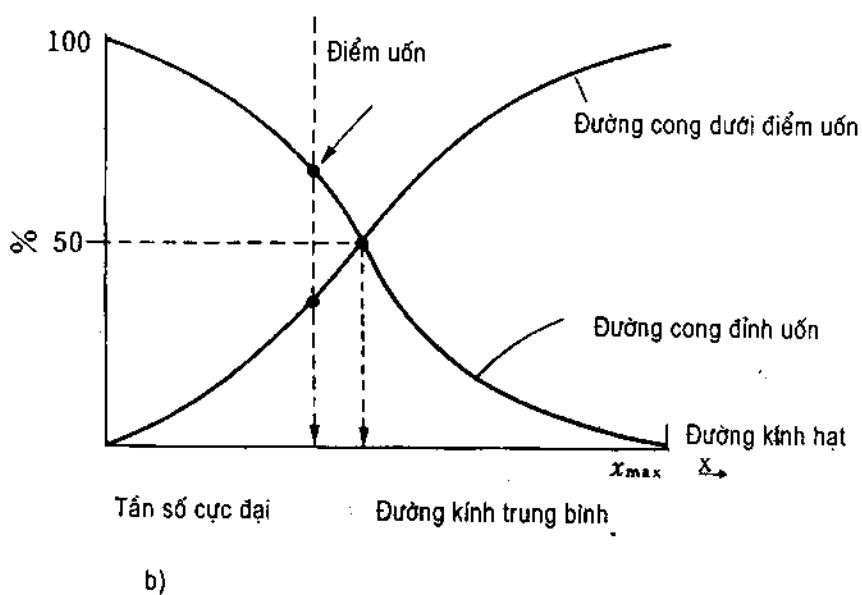
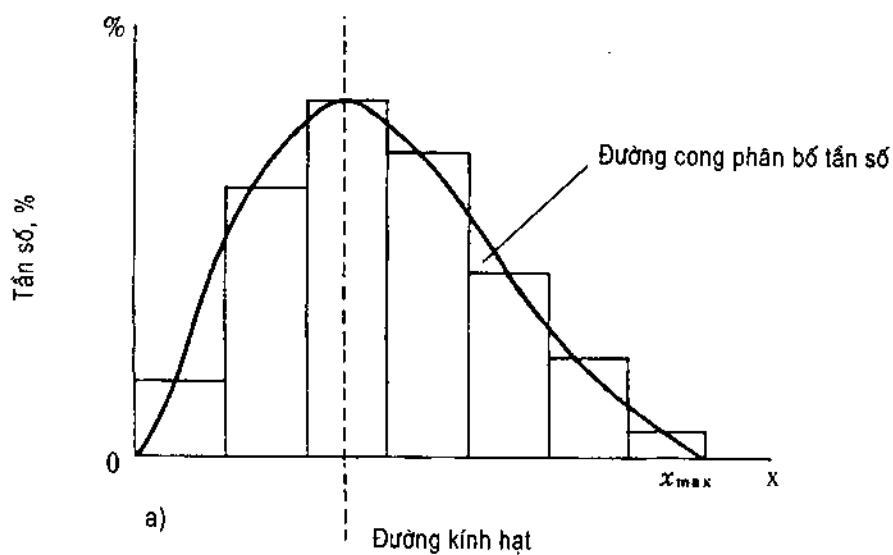
$$\text{Tần số} = \frac{\text{Trọng lượng các phần tử có các loại đường kính quy định}}{\text{Trọng lượng của tất cả các phần tử}}$$

Sự phân tán được biểu diễn trên hình 5.7a, hoặc có thể là đường cong liên tục nối với đường kính các phần tử tại các đỉnh răng cưa khác nhau trong đồ thị.

5.3.2.2. Phân bố điểm uốn

Giới hạn điểm uốn được thể hiện bằng phần trăm của các phần tử lớn hơn đường kính phần tử đối với tất cả các phần tử, điểm uốn được ký hiệu bằng R . Trong hình 5.7b đường biểu diễn chất rắn đi xuống dần về phía bên phải của hệ trục tọa độ là một điểm uốn. Trong đường cong tần số phát tán, đường kính phần tử tương ứng với đỉnh được gọi là đường kính tần số lớn nhất. Giá trị này tương ứng với điểm uốn trên đường cong. Đường kính các hạt ở chỗ R bằng 50% trên đường cong được gọi là đường kính trung bình.

Sự phát tán được sử dụng chung trong trường hợp nếu phân bố kích thước của các hạt được biểu diễn bằng một hàm đơn giản. Hàm số này được gọi là hàm phát tán. Nói chung, phân bố đường kính hạt bụi được tập trung phần lớn tại đỉnh đường cong tần số phát tán. Đường kính phần tử hạt bụi đi dần xuống về phía bên phải của đường kính (tức là càng đi xuống thì đường kính của hạt bụi càng lớn) và nó không đối xứng giữa trái và phải của đồ thị. Hàm phát tán Rosin Ramura và hàm phát tán logarit chuẩn tắc là các ví dụ điển hình của các hàm phát tán phù hợp với loại đường cong này.



Hình 5.7. Đường cong tần số phân tán và đường cong phát tán kết hợp

5.3.2.3. Hàm phát tán Rosin Ramura

Hàm phát tán Rosin Ramura được coi là có nhiều ưu điểm hơn cả, tiêu biểu cho sự phát tán kích thước các hạt bụi sinh ra trong các quá trình sản xuất công nghiệp. Trong hàm phát tán này, sự phân bố điểm uốn R được biểu diễn như sau:

$$R = 100 \exp(-\beta d_p^n) = 100.10^{\beta' d_p^n} \quad (5.17)$$

trong đó: d_p – đường kính phần tử;

β , β' và n – các hệ số, hằng số được xác định tùy thuộc vào từng loại bụi.

Nếu logarit hai vế của hàm (5.17) lên hai lần ta được phương trình sau:

$$\log(2 - \log R) = \log \beta' + n \log d_p \quad (5.18)$$

Nếu $\log d_p$ được vẽ trên trục x , $\log(2 - \log R)$ trên trục y thì phương trình (5.18) được biểu diễn là một đường thẳng. Đồ thị của đường thẳng này được gọi là đồ thị Rosin Ramura (gọi tắt là đồ thị R - R). Kích thước hạt bụi càng nhỏ thì hệ số β càng lớn. Giới hạn đường kính của các hạt càng nhỏ thì giá trị n càng lớn, điều đó có ý nghĩa là kích thước các hạt này có quan hệ mật thiết với nhau.

5.3.2.4. Hàm phát tán logarit chính tắc

Nhìn chung, nếu hàm phát tán đối xứng với nhau ở cả hai phía thì các phần tử sẽ phát tán một cách bình thường. Tuy nhiên, trên thực tế sự phân loại đường kính các hạt bụi được lựa chọn theo chiều tăng dần và ở những nơi hạt bụi có đường kính rất nhỏ thì $d_p = 0$. Bởi vậy, đường cong tần số phát tán trở nên đối xứng tại đỉnh xiên hướng các

hạt có đường kính nhỏ. Rất nhiều sự phát tán tuân theo hàm phát tán logarit chuẩn. Sự phát tán đó có thể được chuẩn hóa bằng thiết lập thang logarit trên trục x .

5.3.3. Thực hiện thu gom bụi

5.3.3.1. Tốc độ thu gom bụi

Tốc độ thu gom bụi η được xác định bởi phương trình sau:

$$\eta = \left(1 - \frac{S_o}{S_i}\right) = \left(1 - \frac{C_o Q_o}{C_i Q_i}\right) \quad (5.19)$$

trong đó: S_o – tổng lượng bụi đầu ra, g/h;

S_i – tổng lượng bụi đầu vào, g/h;

C_o – nồng độ bụi tập trung đầu ra, g/m³;

C_i – nồng độ bụi tập trung đầu vào, g/m³;

Q_i – tốc độ dòng khí vào, m³/h;

Q_o – tốc độ dòng khí ra, m³/h.

Nếu tính theo tỷ lệ phần trăm thu gom bụi thì các giá trị trong phương trình (5.19) được nhân với 100.

Trong các túi lọc bụi, tuyển lọc bụi bằng tĩnh điện hoặc bằng các thiết bị khác thì tỷ lệ thu gom bụi đạt được rất cao. Tỷ lệ chuyển tiếp bụi (trung chuyển bụi) p trong hàm dưới đây sẽ thay cho tỷ lệ thu gom bụi η . Quan hệ giữa η và p như sau:

$$p = 1 - \eta \quad (5.20)$$

5.3.3.2. Các bước thực hiện và tốc độ thu gom toàn bộ bụi

Khi hai thiết bị thu gom bụi được nối với nhau trong cùng một hệ thống, tốc độ thu gom bụi của toàn bộ hệ thống được miêu tả như sau:

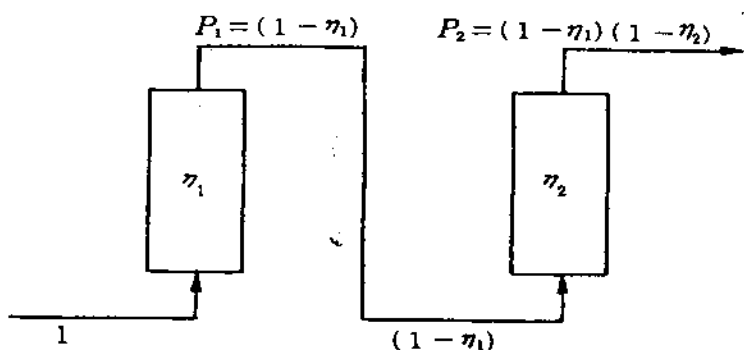
η_1 – tốc độ thu gom bụi ở buồng sơ cấp;

η_2 – tốc độ thu gom bụi ở buồng thứ cấp;

p_1 – tốc độ vận chuyển của bụi ở buồng sơ cấp: $p_1 = 1 - \eta_1$;

p_2 – tốc độ vận chuyển của bụi ở buồng thứ cấp.

Bụi đi qua thiết bị thu gom thứ nhất có tốc độ thu gom η_1 , sau đó đi vào ống thu gom bụi thứ cấp. Bụi được lắng phụ thuộc vào tốc độ thu gom bụi ở buồng thứ cấp η_2 . Do đó tổng lượng bụi đi qua buồng thứ cấp là: $1 - \eta_2$. Ngoài ra tổng lượng bụi đi vào buồng thứ cấp còn dựa vào hiệu số $1 - \eta_1$, cũng như tổng lượng bụi đi qua phụ thuộc vào hiệu số $1 - \eta_2$. Điều đó có nghĩa là tốc độ vận chuyển bụi ở buồng thứ cấp η_2 tiêu biểu cho tổng lượng bụi đi qua cả hai buồng sơ cấp và thứ cấp được biểu diễn như trên hình 5.8.



Hình 5.8. Hiệu quả các bước vận hành và tốc độ vận chuyển bụi

$$p_2 = (1 - \eta_1)(1 - \eta_2) \quad (5.21)$$

Vì tốc độ thu gom bụi = (1 - tốc độ vận chuyển bụi), nên tổng hệ số η_i là:

$$\eta_1 = 1 - p_2 \quad (5.22)$$

$$\eta_1 = 1 - (1 - \eta_1)(1 - \eta_2) \quad (5.23)$$

Tương tự, khi có n buồng thu gom bụi thì hệ số η là:

$$\eta_i = 1 - (1 - \eta)^n \quad (5.24)$$

5.3.3.3. Tổn thất áp suất

Khi chất khí đi qua buồng thu gom bụi, nó phải vượt được sức cản bên trong của thiết bị. Vì vậy phải tiêu hao một lượng năng lượng tương đương với sức cản đó. Năng lượng tiêu hao này chính là tổn thất áp suất.

Tổn thất áp suất của thiết bị thu gom bụi được xác định dựa trên sự chênh lệch giữa áp suất đầu vào và áp suất đầu ra, tức là hiệu của áp suất tĩnh và áp suất động.

Khi không có sự khác nhau về nhiệt độ đầu vào và đầu ra, với đường kính của ống dẫn bụi không thay đổi và tốc độ dòng chảy đồng bộ thì áp suất động lực học của nó cân bằng. Do đó, trong nhiều trường hợp, sự chênh lệch áp suất tĩnh tương đương với tổn thất áp suất. Để đo tổn thất áp suất này người ta lắp đặt một cơ cấu thất dòng bên trong ống dẫn và nối vào đó một ống áp kế thuỷ tĩnh hình chữ U chứa nước. Sau đó xác định chênh lệch giữa hai cột nước bên trái và bên phải ống chữ U. Tổn thất áp suất ΔP được tính theo phương trình sau:

$$\Delta P = P_{si} - P_{so} \quad (5.25)$$

trong đó: P_{si} - áp suất cột nước đầu vào;

P_{so} - áp suất cột nước đầu ra.

Nếu độ chênh lệch giữa hai cột nước là $\Delta P = 10 \text{ mm}$ thì tổn thất áp suất là $10 \text{ mmH}_2\text{O}$.

Để hiệu chỉnh giá trị cột nước của $1 \text{ mmH}_2\text{O}$ với đơn vị áp suất $\Delta P \text{ (kg/m}^2\text{)}$, ta áp dụng công thức sau:

$$\Delta P = \frac{\rho \cdot g \cdot h}{g_c} \quad (5.26)$$

trong công thức trên nếu ρ - tỷ trọng của nước $= 1000 \text{ kg/m}^3$;

h - chiều cao cột nước $= 10^{-3} \text{ m}$;

g - gia tốc trọng trường $= 9,8 \text{ m/s}^2$;

g_c - hệ số thay đổi trọng trường $= 9,8 \text{ kg.m/kg.s}^2$;

thì $1 \text{ mmH}_2\text{O}$ được xác định như sau:

$$1 \text{ mmH}_2\text{O} = \frac{1000 \cdot 9,8 \cdot 10^{-3}}{9,8} = 1 \text{ kg/m}^2$$

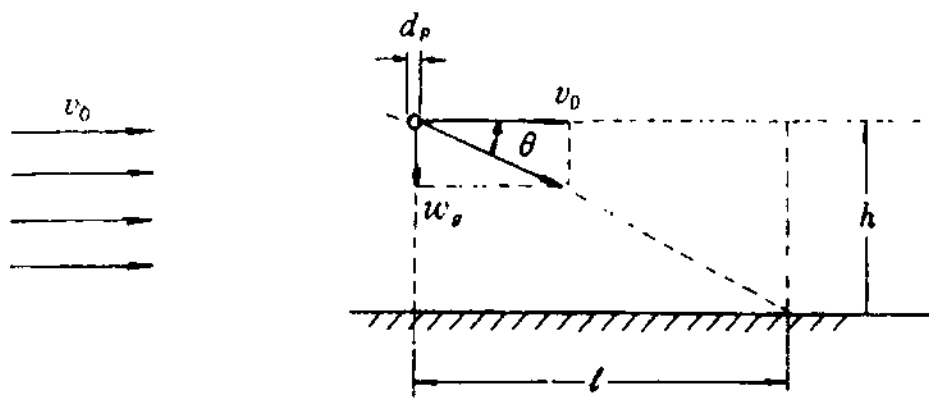
Trong trường hợp dùng các giá trị tương đương bằng mmH_2O và kg/m^2 áp suất tính toán khác nhau mà đạt được kết quả như nhau thì người ta dùng giá trị chiều cao của nước (mmH_2O) hoặc giá trị áp suất (kg/m^2). Giá trị cột nước $1 \text{ mmH}_2\text{O}$ được hiệu chỉnh theo đơn vị pascal (Pa) theo phương trình sau:

$$\begin{aligned} \Delta P &= \rho \cdot g h \text{ [Pa]} = \\ &= 1000 \text{ kg/m}^3 \times 9,8 \text{ m/s}^2 \times 10^{-3} \text{ m} \\ &= 9,8 \text{ kg/ms}^2 = 9,8 \frac{\text{kg.m/s}^2}{\text{m}^2} = \frac{\text{N}}{\text{m}^2} = 9,8 \text{ Pa.} \end{aligned}$$

5.3.4. Các thiết bị thu gom bụi trong công nghiệp

5.3.4.1. Thiết bị thu gom bụi dựa trên trọng lực

Thiết bị thu gom bụi dựa trên sự lắng tự nhiên do tác dụng của trọng lực để tách và thu gom bụi trong khí thải.



Hình 5.9. Lắng trọng lực của các hạt theo phương dòng chảy

Hình 5.9 minh họa hiện tượng lắng trọng lực của các hạt có đường kính d_p trong khí thải. Bụi được phân tán theo chiều ngang, áp lực lắng và áp lực đẩy tác động lên các phần tử. Áp lực lắng là trọng lực, còn áp lực đẩy là do lực đẩy Stokes. Trong quá trình lắng, tốc độ lắng tăng dần cho đến khi trọng lực và trở kháng bằng nhau. Các hạt được lắng xuống với tốc độ không đổi, ở điều kiện như vậy gọi là tốc độ lắng trọng lực. Tốc độ lắng trọng lực là tốc độ lắng tách mà ở đó các hạt trong khí thải được tách ra. Tốc độ lắng tách càng lớn thì hiệu suất thu gom bụi càng cao.

Tác động trọng lực vào các phần tử được biểu diễn theo phương trình sau:

Trọng lực = Khối lượng phần tử $\times$ gia tốc trọng trường

Nếu đưa lực nổi do cảm ứng của các hạt vào tính toán thì trọng lực có thể biểu diễn theo phương trình sau:

Trọng lực = (Khối lượng hạt - khối lượng không khí có cùng thể tích hạt) $\times$ gia tốc trọng trường.

$$F_g = \frac{\pi}{6} d_p^3 (\rho_p - \rho_g) \cdot g \quad (5.27)$$

trong đó: F_g - lực hút, kg.m/s²;

d_p - đường kính của hạt, m;

ρ_p - tỷ trọng hạt, kg/m³;

ρ_g - tỷ trọng của không khí, kg/m³;

g - gia tốc trọng trường, $g = 9,8 \text{ m/s}^2$.

Nếu đường kính các hạt trong khoảng từ 3 đến 100 μm thì lực cản sẽ là trở kháng nhớt bởi lực Stockes. Lực Stockes được biểu diễn theo phương trình sau:

$$F_s = 3\pi\mu d_p w_g \quad (5.28)$$

trong đó: F_s - lực đẩy, kg.m/s²;

μ - hệ số nhớt, kg/m.s;

w_g - tốc độ phân tách các phần tử, m/s.

Khi trọng lực và lực Stockes cân bằng với nhau (tức $F_g = F_s$), các phần tử sẽ lắng xuống. Lúc này ta có cân bằng:

$$\frac{\pi}{6} d_p^3 (\rho_p - \rho_g) g = 3\pi\mu d_p w_g \quad (5.29)$$

Do vậy tốc độ lắng tách của hạt được tính theo biểu thức sau:

$$w_g = \frac{d_p^2 (\rho_p - \rho_g) g}{18\mu} \quad (5.30)$$

Tốc độ lắng tách của các hạt càng lớn thì hiệu quả thu gom bụi càng cao. Bởi tốc độ lắng tách của các hạt trong quá trình thu gom bụi dưới tác dụng của trọng lực tỷ lệ với bình phương của đường kính phần tử, điều đó có nghĩa là khi đường kính hạt giảm thì tốc độ lắng tách cũng giảm xuống, làm cho việc thu gom bụi trở nên khó khăn.

Hơn nữa, trên hình 5.9 ta thấy, với các hạt có đường kính d_p lắng từ độ cao h xuống điểm cách mặt phẳng ngang một khoảng cách l , tốc độ khí trong buồng chuyển động theo chiều ngang là v_0 , thì tỷ số giữa w_g/v_0 là:

$$\frac{w_g}{v_0} = \frac{d_p^2 (\rho_p - \rho_g) g}{18 \mu v_0} = \frac{h}{l} \quad (5.31)$$

Do đó khi sử dụng thiết bị thu gom bụi dưới tác dụng của trọng lực thì tốc độ dòng khí được xử lý trong buồng lắng giảm xuống, độ sâu của buồng lắng bụi sẽ tăng lên và độ cao của điểm lắng sẽ giảm xuống, bụi có khả năng tách ra.

Dùng thiết bị thu gom bụi trọng lực có thể lắng tách được bụi có lưu lượng khí nhỏ, kích thước của các phần tử nhỏ hơn bình thường. Nếu tăng tốc độ thu gom bụi thì phải tăng cả kích thước của hệ thống lên do đó giá thành cũng sẽ tăng lên. Vì vậy tốc độ dòng khí nói chung chỉ vào khoảng từ 1 đến 2 m/s. Đường kính hạt để lắng tách có hiệu quả trong thiết bị thu gom bụi trọng lực thường là từ 50 đến 60 μm , tổn thất áp suất trong khoảng 5 đến 10 mm H_2O vì tốc độ khí thấp.

5.3.4.2. Thiết bị thu gom dựa trên lực quán tính

Các thiết bị thu gom bụi dựa trên lực quán tính do sự va chạm giữa các hạt với nhau làm thay đổi đột ngột hướng dòng khí, các hạt được lắng tách và thu gom lại.

Chức năng của thiết bị thu gom bụi dưới tác dụng của lực quán tính có thể được dựa trên những nguyên tắc sau:

- Nhìn chung, trong thiết bị thu gom bụi sử dụng hệ thống va đập thì trước tiên tốc độ tức thời của khí tăng lên do sự va đập và tốc độ khí ở đầu ra của thiết bị thu gom bụi sẽ giảm, đây là khả năng đạt được tốc độ thu gom bụi cao hơn.

- Trong trường hợp thiết bị thu gom bụi sử dụng hệ thống đảo chiều, bán kính của đường tròn chỗ góc cong sẽ giảm xuống. Thiết kế này làm cho có thể lắng tách và thu giữ được những hạt bụi có kích thước nhỏ hơn.

- Sự thay đổi hướng của khí bụi bắn tăng, tổn thất áp suất tăng, nhưng tỷ lệ thu gom bụi cũng tăng.

- Các phễu hút bụi cần phải được thiết kế có hình dáng sao cho các phần tử bụi lắng tách không thể kết hợp một cách dễ dàng với khí trong buồng và dung tích của phễu phải phù hợp, trong trường hợp cần thiết có thể tháo ra để đổ tro ra ngoài.

Thông thường, thiết bị thu gom bụi nhờ tác dụng của lực quán tính được áp dụng ở các hệ thống xử lý sơ bộ sẽ cho hiệu suất thu gom bụi cao.

Giá trị giới hạn hiệu quả đối với đường kính của phần tử có thể được lắng tách bởi thiết bị thu gom bụi xấp xỉ khoảng 20 μm . Tổn thất áp lực vào khoảng 100 mmH₂O hoặc nhỏ hơn.

5.3.4.3. Thiết bị thu gom bụi dựa trên tác dụng lực ly tâm

a) Nguyên tắc

Người ta cũng có thể thu gom bụi bằng tác dụng của lực ly tâm. Tác dụng của lực ly tâm F_c vào các hạt trên bề mặt của thiết bị được biểu diễn bằng khối lượng hạt được tăng lên do gia tốc của lực ly tâm:

$$F_c = \frac{\pi}{6} d_p^3 \rho_p \frac{v_\theta^2}{R}, \text{ kg.m/s} \quad (5.32)$$

trong đó: d_p – đường kính hạt, m;

l – chiều dài xilanh;

ρ_p – tỷ trọng hạt, kg/m^3 ;

v_θ – tốc độ khí (m/s) (gần bằng tốc độ vào của khí thải v_i);

R – bán kính của xilanh tương đương (xấp xỉ 70% bán kính trong của xilanh).

Nếu đường kính hạt nằm trong khoảng từ 3 đến 100 μm thì định luật Stokes được thiết lập cho sức cản của các hạt. Sức cản khí thải này được biểu thị bằng phương trình sau:

$$F_s = 3\pi\mu d_p w_c, \text{ kg.m/s}^2 \quad (5.33)$$

trong đó: μ – độ nhớt, kg/m.s ;

w_c – tốc độ tách hạt; m/s.

Từ phương trình (5.32) và (5.33) ta có tốc độ tách như sau:

$$w_c = \frac{d_p^2 \rho_p v_\theta^2}{18\mu R} \quad (5.34)$$

Vì vậy, tốc độ tách do lực ly tâm để thu gom bụi là v_θ^2/R (gia tốc của lực ly tâm) thay cho g (gia tốc của trọng lực) đã được sử dụng trong phương trình tốc độ tách của thiết bị thu gom bụi bằng trọng lực. Điều này có nghĩa là khi đường kính trong của thiết bị giảm và do tốc độ vào của khí đã được xử lý (dựa vào lưu lượng) tăng lên trong xyclon thì có thể tách cả các hạt rất nhỏ.

b) Đường kính hạt tách giới hạn

Mối quan hệ giữa đường kính hạt giới hạn lắng tách d_c và đường kính trong thiết bị D_2 , đường kính ngoài của thiết bị D_1 , diện

tích mặt cắt ngang của cửa ống dẫn A_i , chiều dài lý tưởng của thiết bị là H_c và tốc độ khí tại cửa vào v_i , chiều dài ống dẫn l_p :

$$d_c = \left[\frac{A_i \mu}{l_p v_i H_c} \left(\frac{D_2}{D_1} \right) \right]^{\frac{1}{2}} \quad (5.35)$$

Điều này có nghĩa là giảm diện tích mặt cắt ngang của ống dẫn A_i và giảm tỷ số giữa đường kính trong thiết bị và đường kính ngoài thiết bị (D_2/D_1) hoặc tăng H_c của thiết bị thì có thể tách được các hạt có kích thước rất nhỏ. Tốc độ đầu vào của khí thải v_i nằm trong khoảng từ 10 đến 25 m/s, tăng tốc độ này lên thì có thể thu gom được các hạt bụi có kích thước rất nhỏ.

c) Tổn thất áp suất

Tổn thất áp suất Δp (mm H₂O) trong thiết bị thu gom bụi dựa trên lực ly tâm được tính theo biểu thức sau:

$$\Delta p = f \times \frac{\rho_g v_i^2}{2g} \quad (5.36)$$

trong đó: f – hệ số tổn thất áp suất; .

ρ_g – tỷ trọng khí, kg/m³;

v_i – tốc độ khí thải tại cửa vào, m/s;

g – gia tốc trọng trường (9,8 m/s²).

Phương trình (5.36) là phương trình tính toán tổn thất áp suất dựa vào dòng khí đơn. Khi có bụi thì tổn thất áp suất có xu hướng giảm khi nồng độ bụi tăng trong hệ thống.

d) Hiệu suất của thiết bị ly tâm

Lực tách ly tâm trong thiết bị được tính theo phương trình 5.32. Lực tách trong thiết bị tập trung bụi bằng trọng lực được mô tả

trong phương trình 5.27. Tỷ số của hai lực này được thiết lập như sau:

$$Z = \frac{F_c}{F_g} = \frac{v_0^2}{R.g} \quad (5.37)$$

trong đó: Z – ảnh hưởng của lực ly tâm, Z có giá trị từ hàng trăm đến hàng nghìn, nghĩa là tách bụi do dòng xoáy hiệu quả hơn sử dụng thiết bị lắng bụi do trọng lực.

Nó cũng chỉ ra rằng lực tách tăng khi tốc độ ngoại vi v_0 tăng trong phạm vi quy định ($10 \div 25$ m/s) và bán kính giảm.

- Khi đường kính trong của xilanh có dòng xoáy giảm và tốc độ tăng thì có thể tách được các hạt nhỏ hơn.

- Đường kính giới hạn của hạt tỷ lệ với căn bậc hai của đường kính trong của xilanh.

- Như thấy trong phương trình tổn thất áp suất (5.36), nếu tốc độ khí ở cửa vào v_1 theo phương tiếp tuyến là hằng số, thì tổn thất áp suất Δp trong thiết bị gia tốc sẽ là tương đương. Vì vậy ảnh hưởng của dòng xoáy nhỏ có thể tăng mà không làm thay đổi áp suất của nó.

- Khi thu gom bụi ở đáy dòng xoáy dạng hình nón thì tốc độ thu gom bụi giảm đi đáng kể do sự phun lên của dòng khí ngược, để chống lại điều này thì hệ thống thổi xuống rút một phần khí thải từ boongke bụi để gây trở ngại giữa các dòng trong dòng xoáy và để cải thiện quá trình thực hiện. Tổng lượng khí thải được rút ra từ hệ thống thổi xuống là 10% tổng lượng khí thải ở cửa ra.

- Đường kính hạt tách giới hạn trong dòng xoáy là vài micromet. Vì vậy tách bụi bằng dòng xoáy được sử dụng ở giai đoạn xử lý sơ bộ trong hệ thống thu gom bụi hoạt động với công suất cao.

e) Thiết bị hút bụi và hiệu suất của nó

Quá trình tách bụi và yêu cầu của thiết bị này được mô tả dưới đây:

- Do khi kích thước của một hệ thiết bị gia tốc trong thiết bị hút bụi đa hệ giảm và như vậy bụi chưa khô hoàn toàn tăng lên dễ gây tắc nghẽn. Sự tắc nghẽn bụi có thể xảy ra một cách dễ dàng gần cửa thải ra ở đáy chóp nón hoặc thành trong thiết bị.

Vì vậy, sử dụng thiết bị hút bụi có kích thước lớn được xem xét để có thể mở rộng khả năng hút bụi mà không thay đổi tốc độ thu gom bụi nhiều.

- Tại cửa vào và cửa ra của tất cả các thiết bị hút bụi được nối với một khoang chung, với cách lắp đặt này có thể dễ dàng kéo theo cả chất khí. Điều này có nghĩa là sự khác nhau giữa nồng độ bụi và tốc lưu lượng dòng khí qua các thiết bị hút bụi khác nhau. Hơn nữa vì tốc độ dòng khí không đồng nhất nên có thể có những dòng quay trở lại. Vì vậy, cửa ra của khoang và phễu nên đủ độ lớn và áp suất tĩnh trong những khoang này đặt gần như ở chế độ đồng nhất. Ngoài ra cũng cần phải sử dụng kỹ thuật khác để thổi xuống xấp xỉ 5% tốc độ lưu lượng khí qua phễu.

- Hệ thống nhiều thiết bị hút bụi có thể thay đổi tốc độ lắng bụi trong phễu. Để tránh được vấn đề này thì cần phải tiến hành từng bước hạn chế bụi tập trung ở đáy thiết bị.

- Phần lớn hệ thống hút bụi là loại có các dòng chảy ngược nhau, những loại này có tốc độ cửa vào là 12 m/s và tổn thất áp suất xấp xỉ 80 mm H₂O. Chúng có thể giữ lại các hạt nhỏ có kích thước vài micromet và có tốc độ tập trung bụi 70 đến 90%.

5.3.4.4. Thiết bị thu gom bụi sạch

5.3.4.4.1. Nguyên tắc

Thiết bị thu gom bụi sạch là thiết bị tập trung bụi phân tán vào các dung dịch sạch hoặc phân tán khí thải chứa bụi trong dung dịch để tách và giữ lại các hạt mịn, sử dụng để hình thành các giọt nhỏ, màng chất lỏng, bọt khí...

5.3.4.4.2. Các thông số biểu thị đặc tính của thiết bị tập trung bụi

Các thông số quan trọng biểu thị đặc tính của thiết bị tập trung bụi có liên quan tới sự hoạt động của thiết bị, bao gồm lưu lượng khí thải trong thiết bị, tỷ số lỏng/khí và tổn thất áp suất.

a) Tốc độ dòng khí

Tốc độ khí đi qua tháp không có đệm được xác định bằng cách chia tốc độ dòng khí Q (m^3/s) cho tiết diện ngang của tháp S (m^2). Trường hợp tháp bịt kín thì chất khí chỉ đi qua phần không gian có nghĩa là khí đi qua tháp với tốc độ khác xa với tốc độ của tháp không đệm. Khi tháp không đệm có khí đi qua thì tốc độ đó người ta gọi là tốc độ dòng cơ bản được coi là giá trị đặc trưng của thiết bị thu gom bụi.

b) Tỷ số lỏng/khí

Tỷ số lỏng/khí là lượng chất lỏng được cung cấp trên $1 m^3$ khí để đưa vào thiết bị tập trung bụi. Thông thường, tỷ số này là L/G (l/m^3), trong đó G ($m^3/phút$) là lưu lượng khí và L ($l/phút$) là lượng chất lỏng được cung cấp. Nhìn chung, tỷ số lỏng/khí tăng thì tốc độ tập trung bụi tăng nhưng điều này dẫn đến công suất bơm và tổn thất áp suất tăng. Vì vậy, tỷ số lỏng/khí phải được xác định trong phạm vi làm giảm chi phí vận hành để giảm các ảnh hưởng bất lợi.

Các giá trị đặc trưng của thiết bị tập trung bụi sạch xem ở bảng 5.4.

Bảng 5.4. Các giá trị đặc trưng của thiết bị tập trung bụi sạch

Hệ thống	Tốc độ cơ bản, m/s	Tỷ số lỏng/khí, l/m ³	Tổn thất áp suất, mm H ₂ O
Tháp phun	1 ÷ 2	2 ÷ 3	10 ÷ 50
Tháp kín	0,5 ÷ 1	2 ÷ 3	100 ÷ 250
Thiết bị lọc xoáy	1 ÷ 2	0,5 ÷ 1,5	120 ÷ 150
Thiết bị lọc phun	10 ÷ 20	10 ÷ 50	0 ÷ 150
Thiết bị lọc venturi	60 ÷ 90	0,3 ÷ 1,5	300 ÷ 800

c) Tháp phun

Nước được phun vào bên trong tháp rỗng và tiếp xúc với khí ở tốc độ thấp. Tháp phun có cấu trúc đơn giản và tổn thất áp suất thấp, các vòi phun phải được bảo dưỡng thường xuyên nhằm tránh hiện tượng bít tắc. Tháp phun thường được sử dụng trong thiết bị tập trung bụi sơ cấp của hệ thống tập trung bụi ẩm bằng điện. Do chúng được sử dụng để làm lạnh khí thải, các giọt nhỏ được hình thành trong giai đoạn phun ở nhiệt độ cao và lớn hơn ở mức độ nào đó trong giai đoạn phun ở nhiệt độ thấp. Phương pháp này giúp làm giảm lượng mù trong khí sạch.

d) Tháp dùng đệm

Với tháp có đệm, nước chảy qua lớp đệm có diện tích bề mặt lớn. Chất khí mang theo bụi đi ngược lên làm cho chỗ tiếp xúc ở tốc độ thấp. Đặc biệt, tổn thất áp suất trong tháp có đệm không cao nên đệm dễ bị tắc nếu nồng độ của bụi cao.

e) Thiết bị lọc venturi

Thiết bị lọc venturi dùng để đo lưu lượng theo phương pháp venturi. Khí thải chứa bụi vào thiết bị qua phần co thắt để tăng áp suất và nước sạch được cấp qua vòi phun bao quanh. Các giọt nước nhỏ hình thành nhờ tốc độ dòng khí cao ($60 \div 90$ m/s) được phân tán qua toàn bộ mặt cắt ngang và tiếp xúc với bụi. Tiếp theo, trong phần ống mở rộng khí thải giảm tốc độ, làm tăng hơn nữa ảnh hưởng của sự bám dính do va chạm quán tính giữa các giọt nước và bụi.

• Đường kính giọt nước tối ưu và tỷ lệ lỏng/khí

Đường kính giọt nước tối ưu trong thiết bị lọc venturi xấp xỉ 150 lần đường kính hạt bụi. Hiệu quả va chạm giảm nếu đường kính giọt nước lớn hoặc nhỏ hơn giá trị này.

Lượng nước được sử dụng có liên quan với lượng khí được xử lý. Trong thiết bị lọc venturi, thông thường tỷ số lỏng/khí L/G (l/m^3) từ 0,5 đến 1,5 l/m^3 . Giá trị thực phụ thuộc vào các yếu tố như đường kính hạt, nồng độ, mức độ thấm nước, độ ẩm và nhiệt độ của khí đã được xử lý. Trường hợp bụi có đường kính hạt nhỏ, nồng độ cao, ít khả năng thấm nước và nhiệt độ khí thải cao thì tăng tỷ số lỏng/khí là điều cần thiết.

• Đường kính của giọt nước hình thành

Đường kính trung bình d_{wm} (μm) của các giọt nước hình thành tại lối ra của thiết bị lọc venturi được tính theo công thức sau:

$$d_{wm} = \frac{4980}{v} + 29L^{1,5} \quad (5.38)$$

trong đó: L – tỷ số lỏng/ khí, l/m^3 ;

v – tốc độ khí qua cửa thải, m/s.

Phương trình (5.37) chỉ ra rằng, khi tốc độ khí thải đã được xử lý tăng và tỷ số lỏng/khí giảm thì đường kính giọt nước hình thành giảm.

• *Tổn thất áp suất*

50% đường kính hạt tách giới hạn của thiết bị lọc venturi xấp xỉ 0,1 μm . Đây là mức độ đạt được tốt nhất của thiết bị tập trung bụi sạch. Tuy nhiên, tốc độ khí thải đã được xử lý qua cửa khá cao và tổn thất áp suất thông thường nằm trong khoảng 300 đến 800 mm H_2O . Tổn thất áp suất tại cửa ra được xác định theo công thức sau:

$$\Delta p_t = (0,5 + L) \frac{\rho_g v^2}{2g} \quad (5.39)$$

trong đó: Δp_t – tổn thất áp suất, mm H_2O hoặc kg/m 2 ;

L – tỷ số lỏng/khí, l/m 3 ;

ρ_g – tỷ trọng khí thải, kg/m 3 ;

v – tốc độ khí thải tại cửa ra, m/s;

g – gia tốc trọng trường, m/s 2 .

f) *Thiết bị lọc phun*

Thiết bị lọc phun là loại máy phun khí có cấu trúc tương tự như bơm phụt hơi nước hoặc nước.

Thiết bị lọc phun sử dụng một lượng nước lớn (10 đến 50 l/m 3), gấp 10 đến 20 lần các thiết bị tập trung bụi sạch khác. Điều này làm tăng một cách đáng kể chi phí vận hành, nhưng áp lực cao hơn, vì vậy không cần thiết phải dùng quạt. Với lý do này, thiết bị lọc phun được sử dụng trong trường hợp ở những nơi không thể lắp đặt được quạt trong hệ thống và khi lượng khí được xử lý tương đối nhỏ.

g) Thiết bị lọc xoáy

Thiết bị lọc xoáy gồm một ống phun với nhiều vòi phun được đặt ở phần thấp của tháp và nằm ở tâm tháp để đưa khí có chứa bụi vào đường tiếp tuyến. Khí thải bốc lên khi xoay quanh trục trong tháp và được làm sạch bằng các giọt nước phun ra từ vòi phun. Khí thải va chạm với các giọt nước thì bụi hoặc mù được giữ lại do lực ly tâm trên thành tháp.

Tỷ số lỏng/khí đặc trưng từ 1 đến 2 l/m^3 và tổn thất áp suất xấp xỉ 120 mm H_2O do sử dụng lực ly tâm. Thiết kế này rất có ích cho việc giữ bụi hoà tan trong nước và được sử dụng phổ biến như thiết bị tách khí - lỏng trong máy lọc venturi.

h) Tháp lọc bằng giá đỡ

Thiết bị tập trung bụi loại này có cấu trúc để các giá đỡ gồm nhiều lớp xốp hoặc các lớp lưới sắt được đặt bên trong tháp. Khác với các tháp có các lớp lưới sắt truyền thống là phần trăm lỗ cao hơn (25 ÷ 60%) và tốc độ khí thải trong tháp rộng cao hơn (3 m/s hoặc cao hơn). Tỷ số lỏng/khí từ 1 đến 4 l/m^3 và tổn thất áp suất xấp xỉ từ 150 đến 300 mm H_2O . Loại tháp này có cấu trúc đơn giản, khó bị tắc nghẽn và có thể sử dụng để xử lý một lượng khí thải lớn.

i) Hệ thống làm sạch bụi bằng chưng cất nước

Hệ thống làm sạch bụi bằng chưng cất nước, nước hoặc chất lỏng được giữ ở bên trong khoang tập trung bụi và khí thải chứa bụi đi qua với tốc độ cao hình thành các giọt nước hoặc màng nước để làm sạch khí thải chứa bụi.

Với hệ thống làm sạch bụi bằng chưng cất nước, khi tốc độ của khí thải (tốc độ cơ bản) tăng thì nhiều giọt nước nhỏ hình thành, vì vậy cải thiện được hiệu quả tập trung bụi.

5.3.4.5. Thiết bị thu gom bụi bằng túi lọc

a) Hiệu suất của lọc bụi bằng túi lọc

Theo số liệu có được từ các tài liệu, hiệu suất của việc sử dụng lọc bằng vải thô như sau:

- 100% đối với các phần tử có đường kính lớn hơn $5\text{ }\mu\text{m}$;
- 99,9% đối với các phần tử có đường kính từ 3 đến $5\text{ }\mu\text{m}$;
- 99,6% đối với các phần tử có đường kính từ 1 đến $3\text{ }\mu\text{m}$;
- 97% đối với các phần tử có đường kính từ 0,5 đến $1\text{ }\mu\text{m}$;
- 95% đối với các phần tử có đường kính nhỏ hơn $0,5\text{ }\mu\text{m}$.

b) Lọc bề mặt và lọc gián tiếp

Thiết bị tập trung bụi bằng túi lọc gồm nhiều túi lọc (với lọc bề mặt), bụi được tách và được giữ lại trên bề mặt của các túi tương đối mỏng. Các túi lọc dạng lớp sử dụng hệ thống lọc gián tiếp, tại đó bụi được tách và được giữ lại ở bên trong các lớp sợi lọc thủy tinh hoặc các vật liệu khác.

Túi lọc dựa vào cơ chế lọc bề mặt đang được sử dụng rộng rãi trong các thiết bị tập trung bụi công nghiệp.

c) Túi lọc

Túi lọc gồm có túi vải giữ lại bụi trong khí thải chứa bụi từ bên trong hoặc bên ngoài.

Túi lọc giữ bụi dựa trên cơ chế lọc bề mặt: Lớp bụi (lớp bám dính đầu tiên hoặc lớp đầu tiên) lúc đầu được bám dính vào bề mặt của vải lọc, dùng vải lọc để tách và giữ lại các hạt mịn.

Khi phân bố đường kính hạt đã cho của khí thải chứa bụi đi qua vải dệt thì bụi bám dính vào các sợi vải hoặc bụi được hình thành giữa các sợi vải, tại đó hình thành nên lớp bám dính ban đầu. Điều này xảy

ra do ảnh hưởng của bám dính quán tính, bám dính màng, bám dính khuếch tán và bám dính trọng lực.

Do vậy, với các túi lọc nhiều lớp, hiệu quả thu gom bụi bám dính được hình thành trên bề mặt vải lọc nhiều lớp lớn hơn hiệu quả thu thập của riêng từng lớp. Hơn nữa, lớp bám dính chính này không bị bật ra thậm chí trong suốt quá trình thiết bị loại bỏ bụi hoạt động liên tục. Thay các lớp vải lọc mới có thể thu gom các phần tử bụi kích thước nhỏ 1 μm hoặc nhỏ hơn, do đó duy trì được tốc độ thu gom bụi cao.

Lớp bám dính đầu tiên này có nhiều lỗ nhỏ có khả năng chặn lại các phần tử bụi nhỏ. Tuy nhiên, nếu bám dính không chặt nó có thể cản trở các lỗ nhỏ này.

Vì vậy khi sử dụng túi lọc, cần thiết cho nhiệt độ khí đã xử lý lớn hơn điểm sương (nhiệt độ cực đại hình thành giọt nhỏ) để ngăn cản sự hình thành giọt nhỏ bởi quá trình ngưng tụ, nhằm ngăn cản sự tắc nghẽn vải lọc. Điểm sương trong trường hợp khí có chứa SO_3 được gọi là điểm sương axit. Nếu nồng độ SO_3 cao nó có thể dễ dàng hoá lỏng (axit sunfuric), do đó điểm sương axit tăng. Như vậy, nếu khí chứa lượng lớn SO_3 , phải được đưa vào túi lọc ở nhiệt độ cao phù hợp (trên điểm sương axit). Thông thường nhiệt độ khí vào được giữ ở điểm sương axit tăng lên ít nhất là 20°C .

d) Tải lượng bụi

Với túi lọc, lượng bụi giữ lại liên quan đến diện tích vải lọc và được coi là tải lượng bụi (g/cm^3 hoặc kg/m^2), nó tăng cùng với thời gian hoạt động. Thông thường thiết bị hoạt động với tải lượng bụi $0,05 \text{ g}/\text{cm}^2$ hoặc thấp hơn.

e) Tổn thất áp suất

Tổn thất áp suất lớn nhất của túi lọc được duy trì trong khoảng 150 đến 200 mm H₂O. Do vậy khi đạt đến giới hạn này thì bụi được lấy đi. Ngay lập tức bụi được bám vào vải và bụi bám vào lớp bụi có trạng thái bám dính khác nhau. Thậm chí nếu bụi được lấy đi, phần lớn lớp bụi chính vẫn còn lại, hình thành lớp bám dính chính, việc thực hiện giữ bụi không giảm đáng kể, ngay cả khi bụi được lấy đi.

f) Tốc độ lọc biểu kiến

Tốc độ lọc biểu kiến trên bề mặt thiết bị lọc là thông số ảnh hưởng lớn đến tốc độ thu bụi và được tính theo công thức sau:

$$v = \frac{Q}{A} \times 100 \quad (5.40)$$

trong đó: v – tốc độ lọc biểu kiến, cm/s;

Q – lưu lượng khí, m³/s;

A – tổng diện tích hiệu dụng của vải lọc, m².

Tốc độ lọc biểu kiến thay đổi theo tính chất của chất khí được xử lý (đặc biệt đường kính các hạt bụi), nó quyết định tốc độ thu gom bụi của hệ thống lọc. Nhìn chung tốc độ lọc biểu kiến nằm trong phạm vi từ 0,3 đến 10 cm/s.

Thông thường sử dụng vải dệt để lọc các hạt có đường kính 1 μ m, tốc độ lọc biểu kiến xấp xỉ 1 đến 2 cm/s.

Nếu sử dụng vải không dệt thì tốc độ lọc biểu kiến là 4 đến 7 cm/s do kích thước lỗ lớn hơn. Sau khi tạo thành lớp bám dính đầu tiên trên vải lọc, tốc độ lọc hầu như không ảnh hưởng theo tải lượng bụi (kg/m²).

g) Loại bỏ bụi

Có hai cách loại bỏ bụi bám vào túi lọc là: loại bỏ bụi gián đoạn và loại bỏ liên tục.

- *Loại bỏ bụi gián đoạn*: Với hệ thống giữ bụi gián đoạn, buồng tập trung bụi được chia thành ba hoặc bốn khoang, bộ giảm xóc được đặt ở vị trí cửa vào và cửa ra của khí thải được xử lý. Khi tổn thất áp suất trong khoang đạt đến giá trị nhất định thì khí bị chặn lại và bụi được giữ ra.

- *Loại bỏ bụi liên tục*: Với hệ thống loại bỏ bụi liên tục thì túi lọc thường được giữ liên tục để cho khí được xử lý đi qua. Vì vậy, trong quá trình giữ có một lượng nhỏ bụi thoát ra còn tổn thất áp suất không thay đổi, cho nên hệ thống này thích hợp cho việc xử lý khí có nồng độ bụi cao.

h) Bảo quản màng lọc

Khi sử dụng túi lọc với các khí dễ cháy, việc cần thiết trước tiên là phải loại bỏ hoàn toàn khí dư từ các ống dẫn bao quanh lò và các vùng xung quanh.

Nếu khí được xử lý có nhiệt độ cao phải tìm biện pháp giảm nhiệt độ.

Kiểm tra nồng độ khí CO và O₂; kiểm tra nhiệt độ của khí được xử lý cũng như các thông số khác trước khi khởi động hệ thống.

Vận hành túi lọc được điều khiển tự động dựa vào nhiệt độ khí xử lý và tổn thất áp suất, vì thế trước khi khởi động cần phải kiểm tra dụng cụ đo áp suất và đo nhiệt độ khí.

Trong quá trình vận hành, để ngăn chặn sự bít kín màng lọc, cần duy trì nhiệt độ bên trong khoang tập trung bụi ít nhất trên điểm sương 20 °C trong suốt quá trình vận hành.

Tổn thất áp suất trong túi lọc gần như không thay đổi trong quá trình loại bỏ bụi liên tục. Thông thường người ta vận hành các túi lọc ở áp suất ổn định trong khoảng từ 150 đến 200 mm H₂O.

Ngoài ra người ta còn lắp đặt hệ thống cảm biến nhiệt độ để bảo vệ màng lọc khỏi bị khí nóng phá huỷ và van khẩn cấp để dùng trong trường hợp khẩn cấp.

Bởi lẽ khi nhiệt độ hệ thống giảm xuống bằng nhiệt độ bình thường, màng lọc vải có thể bị dính kết bụi do một lượng lớn các thành phần kết dính có trong muối và khói. Do đó khi nguồn phát thải ngưng hoạt động, nên tiếp tục chạy thiết bị xử lý bụi và quạt gió trong khoảng 10 phút để xử lý hết bụi khỏi máy lọc.

5.3.4.6. Thiết bị thu gom bụi bằng điện

a) Mô tả

Thiết bị thu bụi bằng điện dựa trên nguyên lý giữ bụi bằng các hạt tĩnh điện. Người ta dùng điện áp cao một chiều phóng qua điện cực tạo ra một điện trường. Bụi trong khí thải qua điện trường này sẽ hình thành các hạt tĩnh điện và được tách ra khỏi khí thải.

Thiết bị thu gom bụi bằng điện thường có hiệu suất cao hơn so với các thiết bị thu gom bụi khác, hơn nữa nó có thể giữ lại cả những hạt siêu nhỏ (những hạt có kích thước nhỏ hơn 1 µm).

Bảng 5.5 dưới đây cho một số ví dụ về hiệu suất của thiết bị lọc bụi bằng tĩnh điện.

**Bảng 5.5. Hiệu suất thu gom bụi của
thiết bị lọc bụi bằng tĩnh điện (%)**

Lò nung $Al(OH)_3$	98
Lò điện phân kim loại nhôm	98
Lò nung quặng	99
Lò nung xỉ	99,5
Lò chuyển hóa oxy (ngành luyện kim)	98
Lò hồ quang điện (ngành luyện kim)	97
Lò đúc hình vòm	96

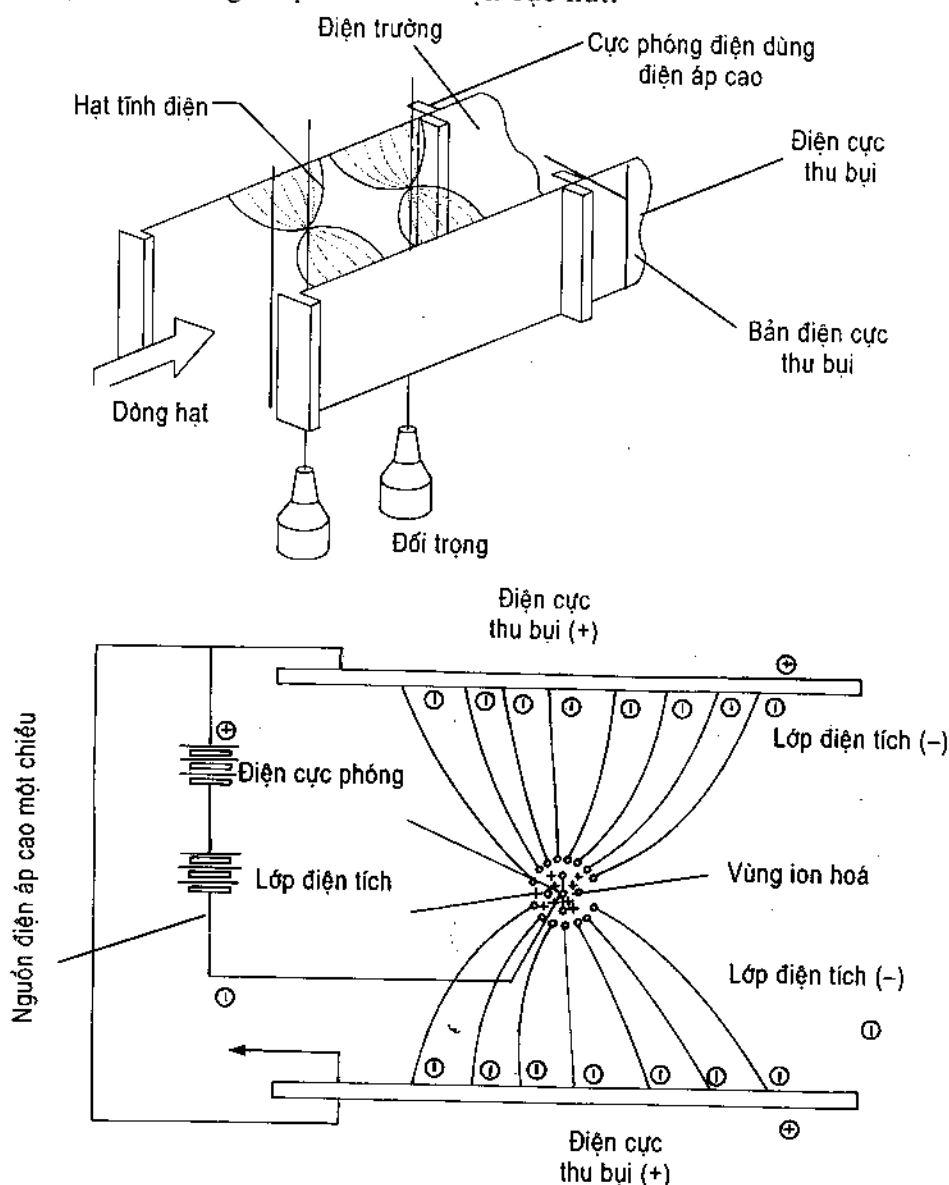
b) Nghiên cứu nguyên lý của thiết bị thu bụi bằng năng lượng điện

Thiết bị thu bụi bằng điện sử dụng ảnh hưởng của năng lượng điện, sự lan truyền, quán tính, lực hấp dẫn để thu bụi. Tác dụng điện ảnh hưởng lớn đến tác dụng thu bụi (tính bằng coulông).

Hình 5.10 minh họa một điện trường không đều được tạo thành bởi một dây điện cực và một bản điện cực. Thông thường dây điện cực phóng điện là cực âm (catot) và bản điện cực thu hút điện tử là cực dương (anot). Thường người ta cấp điện áp cao một chiều khoảng 60 kV để tích điện.

Khi cường độ điện trường được đưa về mức bình thường, khối khí ở xung quanh cực phóng điện bị phá huỷ cục bộ, kết quả là trong vành phóng điện sẽ phát sinh ra một vành âm cực (vành chổi). Khi có hiện tượng này, các phân tử khí sẽ dần bị ion hoá phát sinh ra một lượng lớn các ion dương và ion âm. Các ion dương ngay lập tức sẽ bị mất tác dụng do điện cực phóng điện (-), trong khi đó các ion âm và các electron di chuyển về phía điện cực hút (+). Hình dạng của màn

ion âm được trình bày ở hình 5.10. Khi cho khí mang bụi đi qua điện trường này thì một phần lớn các hạt vật chất sẽ được hút ngay lập tức. Hút được các hạt vật chất là nhờ có lực culông (tác dụng điện), chúng sẽ bị tách ra và giữ lại nhờ vào điện cực hút.



Hình 5.10. Điện trường không đều với các bản cực điện thu bụi

Như đã trình bày ở phần trên, lực tác động vào các hạt tích điện được xác định bằng cường độ điện trường và khối lượng điện tích của không gian tích điện:

$$F_c = Q.E_c = n.e.E_c \quad (5.41)$$

trong đó: F_c – lực culông, g.cm/s²;

Q – tổng điện tích, C;

E_c – cường độ điện trường không gian tích điện, C/cm;

n – số các điện tích;

e – điện tích, C;

Khi các hạt tích điện di chuyển về phía điện cực hút do lực culông, lực cản của chất khí xác định được thấp hơn lực culông, với các hạt có độ cản nhớt thì lực cản được tính theo công thức Stockes :

$$F_s = 3\pi\mu.d_p w_e \quad (5.42)$$

trong đó: F_s – lực cản nhớt của chất khí, g.cm/s;

μ – độ nhớt, g.cm/s;

d_p – đường kính hạt, cm;

w_e – tốc độ của các hạt (tốc độ tách), cm/s.

Như vậy, từ công thức (5.41) và (5.42) ta có thể tính tốc độ của các hạt theo công thức sau:

$$w_e = \frac{Q.E_p}{3\pi\mu.d_p} . C \quad (5.43)$$

trong đó: E_p – cường độ điện trường trong không gian tích bụi;

C – hệ số hiệu chỉnh.

Giá trị của C luôn lớn hơn hoặc bằng 1. Giá trị C tăng khi: nhiệt độ chất khí tỷ lệ nghịch với đường kính hạt, đường kính phân tử khí và áp suất của khí.

Vì vậy, quá trình tập trung bụi được cải thiện nếu tốc độ của các hạt w_e trong phương trình (5.43) cao. Điều này chỉ ra rằng quá trình tập trung bụi được cải thiện bằng cách làm tăng Q của các hạt ở điện cực và làm tăng cường độ điện trường ở điện cực của thiết bị tập trung. Làm tăng cường độ điện trường E_p sẽ cải thiện được khả năng thu các hạt.

c) Hệ thống tập trung bụi đơn và hệ thống tập trung bụi kép

Thiết bị tập trung bụi bằng điện có thể phân một cách đơn giản theo hệ thống nạp điện thành hệ thống đơn và hệ thống kép.

Hệ thống đơn được sử dụng rộng rãi hơn cả trong công nghiệp. Bộ nạp điện áp dụng sự tích điện các hạt bụi và thiết bị tập trung bụi giữ các hạt tích điện trong điện cực của thiết bị, hoạt động tương tự như điện trường. Hệ thống đơn rất hiệu quả trong việc ngăn bụi trong rung lắc bụi do bụi rơi ra được nạp và được thu lại rất nhiều lần. Tuy nhiên, sự điện ly nghịch xảy ra khi có điện trở bề mặt cao và điều đó là không thể tránh được.

Ngược lại, với hệ thống kép, điện trường của bộ nạp và thiết bị tập trung bụi được tách ra. Loại này được sử dụng cùng với thiết bị làm sạch khí thải có chứa những hạt bụi rất nhỏ và nồng độ rất thấp, như thiết bị keo tụ bằng tĩnh điện sử dụng làm nóng bề mặt hóng sơ cấp và khối có chứa các hạt bụi rất nhỏ với nồng độ tương đối thấp. Hiện tượng điện ly nghịch không xảy ra trong hệ thống kép, nhưng bụi lại bay ra khi điện cực của thiết bị tập trung rung lên. Vì vậy hệ thống kép thường đi kèm với thiết bị tập trung bụi thứ cấp.

d) Làm sạch bụi bám dính vào điện cực

Làm sạch bụi bám dính vào điện cực trong thiết bị tập trung bụi có thể dùng lực cơ học hoặc rửa điện cực bằng nước. Thiết bị tập trung bụi sử dụng phương pháp cũ được gọi là thiết bị tập trung bụi khô bằng điện; các phương pháp sử dụng gần đây được gọi là thiết bị tập trung bụi ẩm bằng điện. Với hệ thống thu bụi khô, điều bất lợi là bụi có thể quay trở lại khi điện cực rung hoặc khi suất điện trở bề kiến của hạt không phù hợp cho tập trung bụi. Với hệ thống thu bụi ướt, do màng nước chảy xuống liên tục vì vậy không xảy ra hiện tượng bụi quay trở lại.

Hệ thống thu bụi ẩm thường sử dụng điện cực dạng ống. Loại này có các đặc tính sau:

- Do sử dụng dạng ống, màng nước rất dễ hình thành và sử dụng ít nước hơn điện cực đĩa.

- Bề mặt trong điện cực của thiết bị tập trung bụi được làm sạch bằng màng nước, vì vậy bụi không bám vào điện cực. Ngoài ra, khoảng cách giữa các điện cực là đồng nhất, vì vậy đạt được cường độ điện trường cao.

- Không xảy ra hiện tượng điện ly nghịch do bụi bám chắc hoặc bụi nhảy (sự phân tán dị thường).

- Tốc độ của khí thải được xử lý có thể duy trì ở mức xấp xỉ gấp đôi tốc độ của hệ thống thu bụi khô, vì vậy kích thước khoang tập trung bụi nhỏ hơn, tuy nhiên chi phí cho thiết bị cao hơn.

- Cần thiết phải tuần hoàn nước trong màng nước và xử lý một số dòng nước thải.

e) Hiệu suất của thiết bị tập trung bụi bằng điện

Hiệu suất của thiết bị tập trung bụi bằng điện được xác định bằng phương trình Deutsch dưới đây:

$$\eta = 1 - e^{-\frac{w \cdot A}{Q}} \quad (5.44)$$

trong đó: η – hiệu suất tập trung bụi, %;

w – tốc độ di chuyển của bụi, cm/s;

A – diện tích tập trung bụi hiệu quả, cm²;

Q – lưu lượng khí được xử lý, cm³/s.

Để làm tăng tốc độ thu gom bụi cần thiết phải làm tăng tốc độ di chuyển hạt bụi w và làm tăng tỷ số A/Q trong vùng tập trung bụi hiệu quả. Tỷ số A/Q có quan hệ với tổng lượng khí thải đã được xử lý, thời gian nạp bụi cần nhiều hơn do đó kích thước của hệ thống tăng lên.

f) Suất điện trở biểu kiến và hiệu suất tập trung bụi

• Suất điện trở biểu kiến

Suất điện trở biểu kiến có ảnh hưởng lớn nhất đến các đặc tính dòng thải của thiết bị tập trung bụi bằng điện, do đó ảnh hưởng đến hiệu suất tập trung bụi. Nhìn chung suất điện trở là hằng số được xác định theo loại chất ô nhiễm. Suất điện trở của chất đã cho được xác định bằng phương pháp đo điện trở của chất ô nhiễm. Điện trở này được gọi là điện trở suất.

• Quan hệ giữa suất điện trở biểu kiến và tốc độ tập trung bụi

Suất điện trở biểu kiến, hiệu suất tập trung bụi và các đặc tính của dòng thải bụi ở nhiệt độ và độ ẩm của khí thải có những mối liên quan với nhau.

- Suất điện trở nhỏ ($\leq 10^4 \Omega.cm$)

Khi suất điện trở biểu kiến của bụi dưới $10^4 \Omega.cm$ và bụi tích điện hấp thụ lên điện cực của thiết bị tập trung bụi thì điện tích lập tức phóng ra và trung hoà, làm cho bụi bị phân tán. Bụi đã hấp thụ trên các điện cực lại được giải phóng trở lại vào dòng khí thải. Hiện tượng này xảy ra lặp đi lặp lại và được gọi là phân tán dị thường.

- Suất điện trở trung bình ($10^4 \div 5.10^{10} \Omega.cm$)

Khi suất điện trở biểu kiến của bụi nằm trong khoảng $10^4 \div 5.10^{10} \Omega.cm$ thì sự trung hoà bằng điện của bụi tích điện được thực hiện trong không gian thích hợp.

- Suất điện trở từ $5.10^{10} \div 10^{11} \Omega.cm$ (vùng đánh lửa thường xuyên)

Khi suất điện trở biểu kiến vượt quá $5.10^5 \Omega.cm$ thì sự trung hoà bằng điện bụi tích điện vào điện cực góp chậm dần. Kết quả là từ trường tạo thành một lớp bụi bên trong bám chắc vào bề mặt điện cực. Khi cường độ điện trường của lớp bụi bị phá huỷ thì xảy ra hiện tượng phóng điện. Hiện tượng này được gọi là hiện tượng điện ly nghịch. Khi hiện tượng này xảy ra thì tốc độ tập trung bụi suy giảm, vùng thường xuyên đánh lửa này xảy ra ngay từ giai đoạn đầu điện ly nghịch.

- Suất điện trở không nhỏ hơn $10^{12} \Omega.cm$ (vùng điện ly nghịch).

Khi suất điện trở suất biểu kiến vượt quá $10^{12} \Omega.cm$, sự phóng tia lửa dừng hoàn toàn, làm giảm tốc độ tập trung bụi một cách đáng kể.

Thông thường, hiện tượng điện ly nghịch có thể hạn chế được bằng cách điều chỉnh độ ẩm của khí thải để làm giảm suất điện trở

biểu kiến. Độ ẩm được điều chỉnh bằng cách bơm SO_3 hoặc nước vào khí xử lý.

5.3.5. Đặc tính và các biện pháp kiểm soát bồ hóng và khói

5.3.5.1. Nổi hơi đốt bằng than cám

a) Các đặc tính của bồ hóng và khói

• Nồng độ bụi trong quá trình đốt than cám

Nồng độ bụi trong quá trình đốt than cám rất khác nhau phụ thuộc vào cấu trúc của lò đốt, loại than, kích thước hạt than, điều kiện đốt và các điều kiện vận hành khác. Trong đó hàm lượng tro là nhân tố quan trọng nhất: hàm lượng tro càng cao thì nồng độ bụi càng cao.

Thông thường, nồng độ bụi ra khỏi thiết bị làm nóng sơ bộ không khí vào khoảng 20 g/Nm^3 khi sử dụng than chất lượng cao. Với than chất lượng thấp, nồng độ bụi nói chung nằm trong khoảng 35 đến 45 g/Nm^3 , nồng độ bụi khác nhau theo hàm lượng tro.

• Kích thước hạt bụi trong quá trình đốt than cám

Kích thước hạt bụi phụ thuộc vào các nhân tố như cấu trúc của lò đốt và máy phun bụi nước, loại than, điều kiện đốt và các điều kiện vận hành khác.

Kích thước hạt của than là nhân tố quan trọng: với hạt than có kích thước nhỏ thì sự phân bố đường kính hạt bụi càng nhỏ. Kích thước của hạt bụi trong lò đốt thường nằm trong khoảng từ 15 đến $35 \mu\text{m}$.

Trọng lượng riêng của bụi trong quá trình đốt bằng than cám vào khoảng $2,1 \text{ g/cm}^3$ và trọng lượng riêng biểu kiến xấp xỉ 0,7.

• Các thành phần của bụi trong quá trình đốt than cám và điện trở

Các thành phần chính của bụi là SiO_2 và Al_2O_3 . Điện trở của bụi được xác định bằng lượng cacbon của bụi trên cơ sở hiệu suất đốt của lò đốt. Hàm lượng nước của bụi được xác định bằng lượng SO_3 , Na_2O ... Điện trở giảm khi hàm lượng cacbon, lượng nước, SO_3 và Na_2O tăng.

Trong những năm gần đây, hiệu quả đốt của nồi hơi dùng than cám đã được cải thiện. Điện trở của bụi từ các lò đốt nằm trong khoảng từ 10^{10} đến $10^{13} \Omega \cdot \text{cm}$, giá trị khác nhau tùy theo chất lượng than và điều kiện đốt. Nói chung, cần thiết phải giảm điện trở suất để cho quá trình tập trung bụi bằng điện đạt kết quả tốt.

b) Các biện pháp xử lý bụi từ đốt than cám

Trong một số trường hợp, điện trở biểu kiến của bụi có giá trị $\geq 5 \cdot 10^{10} \Omega \cdot \text{cm}$ dẫn đến hiện tượng điện ly nghịch mạnh. Để ngăn cản hiện tượng này người ta tìm cách giảm suất điện trở biểu kiến của bụi trước khi xử lý bằng các biện pháp như trộn than có hàm lượng lưu huỳnh cao, trộn dầu trong quá trình đốt hoặc bơm SO_3 hoặc thực hiện quá trình tập trung bụi bằng điện ở nhiệt độ cao, tại đó suất điện trở biểu kiến của bụi thấp hơn.

5.3.5.2. Nồi hơi đốt bằng dầu nhiên liệu

a) Các đặc tính của bồ hóng và khói

Các đặc tính của bồ hóng và của khói khác nhau phụ thuộc vào các yếu tố như cấu trúc của nồi hơi và thiết bị nung, loại dầu đốt và các điều kiện đốt, trong đó các điều kiện đốt là quan trọng nhất.

• Nồng độ bụi

Khi nồi hơi làm việc với hàm lượng oxy thấp thì lượng SO_3 và NO sinh ra giảm. Tuy nhiên, nó làm tăng lượng cacbon đen không

cháy, làm cho nồng độ bụi tăng lên. Trước kia, nồng độ bụi nằm trong khoảng từ 0,1 đến 0,2 g/Nm³, trong những năm gần đây do dùng loại dầu đốt có chứa lưu huỳnh thấp nên đã giảm được nồng độ bụi xuống chỉ còn $\leq 0,1$ g/Nm³.

• Kích thước hạt bụi dầu đốt

Kích thước bụi trong trường hợp đốt bằng dầu nhiên liệu ít thay đổi hơn so với kích thước của hạt bụi trong lò hơi sử dụng than cám do sự khác nhau về cấu trúc của lò hơi và điều kiện đốt.

Các loại bụi chính có kích thước lớn, các hạt rõ loại tro có đường kính xấp xỉ 20 μm và cacbon đen mịn có đường kính xấp xỉ 0,02 μm . Hàm lượng cacbon đen chiếm khoảng 30%.

Trọng lực riêng của bụi xấp xỉ 1,9g/cm³. Tuy nhiên do các hạt rất nhỏ nên trọng lượng riêng biểu kiến nằm trong khoảng 0,1 đến 0,2.

• Các thành phần trong bụi

Khí thải trong quá trình đốt bằng dầu thường chứa 11% nước và xấp xỉ 20 ppm SO₃, như vậy trong bụi có chứa một lượng nước và H₂SO₄ đáng kể. Các hạt có đường kính càng nhỏ trong bụi thì có diện tích bề mặt riêng càng lớn. Điều này có nghĩa là lượng nước và lượng SO₃ lớn được hấp thụ, làm tăng khả năng ô nhiễm nhờ axit khi khối bay ra. Vì vậy, trong các điều kiện như máy phát sử dụng chất đốt than, thì người ta phun NH₃ vào ống dẫn khói ra của nồi hơi để trung hoà SO₃ trong khí thải và lưu huỳnh bám dính vào bụi, chuyển hoá chúng thành (NH₄)₂SO₄ trước khi đưa khí thải ra ngoài.

b) Các biện pháp xử lý bụi

Thông thường, NH₃ được phun vào khi nhiệt độ khí thải trong ống dẫn khói thấp hơn 147°C để chuyển hoá axit H₂SO₄ và SO₃ trong bồ hóng và trong khói thành (NH₄)₂SO₄, sau đó sử dụng thiết bị tập

trung để thu hồi bụi. NH_3 bơm vào để cản trở sự ăn mòn kim loại ở những nơi có nhiệt độ thấp và để ngăn cản ô nhiễm sơ cấp do bụi có tính axit (được gọi là nhọ axit). Suất điện trở của bụi đốt bằng dầu nằm trong khoảng 10^3 đến $10^4 \Omega \cdot \text{cm}$. Khi phun NH_3 vào và tạo ra $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ thì suất điện trở tăng lên xấp xỉ $10^6 \Omega \cdot \text{cm}$, tạo điều kiện thuận lợi trong tập trung bụi bằng điện.

5.3.6. Tổn thất áp suất trong đường dẫn

Khi khí thải đi qua ống dẫn thì năng lượng của nó giảm do ma sát với thành trong của ống, do hiệu ứng đột thu, đột mở của dòng và do nhiều nhân tố khác. Tổng năng lượng tiêu thụ trong đường ống được gọi là tổn thất áp suất trong đường ống. Tổn thất áp suất Δp trong ống dẫn tròn được tính như sau:

$$\Delta p = 4f \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{\rho_g v^2}{2g_c}, \text{ mmH}_2\text{O} \quad (5.45)$$

trong đó: f - hệ số ma sát;

L - chiều dài ống dẫn, m;

D - đường kính ống dẫn, m;

ρ_g - tỷ trọng khí, kg/m^3 ;

v - tốc độ khí thải, m/s;

g_c - gia tốc trọng trường, $\text{kg} \cdot \text{m/kg} \cdot \text{s}^2$.

Hệ số ma sát f được xem là một hàm của chuẩn số Reynolds.

Chuẩn số Reynolds được tính theo công thức dưới đây:

$$Re = \frac{\text{lực quán tính}}{\text{lực chất lỏng nhớt}} = \frac{vD}{\nu} \text{ (không thứ nguyên)} \quad (5.46)$$

trong đó: v - tốc độ khí thải, m/s;

D - đường kính của ống dẫn, m;

ν - độ nhớt động học của khí thải (m^2/s); ν của không khí là $1,5 \cdot 10^{-5} \text{ m}^2/\text{s}$.

Nhìn chung:

- Nếu chuẩn số $Re \leq 1100$ thì dạng chất lỏng sẽ chảy dòng;
- Nếu chuẩn số $Re \geq 3000$ thì chất lỏng sẽ chảy hỗn loạn.

5.3.7. Điều kiện công suất của máy quạt gió

Công suất đầu ra của quạt gió được tính theo công thức sau đây:

$$L = 9,8 \cdot \Delta p \cdot Q \cdot \frac{\alpha}{\eta} \cdot 10^{-3} \quad (5.47)$$

trong đó: L - công suất đầu ra, kW;

Δp - tổn thất áp lực, mm H_2O ;

Q - lưu lượng khí thải, m^3/s ;

α - hệ số quá tốc độ;

η - hiệu suất.

5.4. CÁC NGUYÊN TẮC CƠ BẢN VỀ KỸ THUẬT ĐO CHẤT LƯỢNG KHÔNG KHÍ

5.4.1. Các phương pháp đo khí thải độc hại trong ống khí

Trong ống khí tồn tại nhiều khí thải độc hại như lưu huỳnh đioxyt, nitơ oxyt, clo, flo và hydroclorua. Các phương pháp áp dụng cho các loại mẫu khí thải độc hại này được trình bày một cách vắn tắt trong tiêu chuẩn bắt buộc đối với khí thải độc hại (tiêu chuẩn Nhật Bản JIS). Các phương pháp lấy mẫu được áp dụng nghiêm ngặt trong bảng tiêu chuẩn chi tiết JIS K 0095 "Các phương pháp lấy mẫu trong ống khí thải". Trong phần này miêu tả các phương pháp lấy mẫu dựa trên tiêu chuẩn JIS.

5.4.1.1. Lấy mẫu

Các thiết bị lấy mẫu khác nhau phụ thuộc vào từng phương pháp lấy mẫu (tức mỗi phương pháp lấy mẫu có một loại thiết bị lấy mẫu riêng). Một trong các phương pháp đó liên quan đến việc thu gom khí thải thông qua mẫu khí được hút để trong chai có chứa dung môi thẩm thấu thích hợp và việc phân tích hóa học các hợp chất khí độc hại. Hệ thống lấy mẫu này bao gồm:

- Que lấy mẫu (que thử);
- Ống lấy mẫu;
- Thiết bị thu gom;
- Thiết bị chiết khí;
- Dụng cụ đo thể tích khí đã được chiết.

Một hệ thống khác có sử dụng máy phân tích bao gồm :

- Que lấy mẫu (que thử);
- Ống lấy mẫu gắn kèm với máy phân tích.

Từng phương pháp sẽ được miêu tả dưới đây.

a) Que lấy mẫu và ống lấy mẫu

Thiết bị lọc được gắn với que lấy mẫu dựa trên giữ bụi từ luồng hơi trong ống khí thải. Các thiết bị (như que lấy mẫu, thiết bị lọc túi và ống lấy mẫu) phải đảm bảo các yêu cầu sau:

- Không làm ảnh hưởng đến kết quả phân tích trong suốt quá trình phản ứng hoá học cũng như phản ứng hấp phụ.
- Có khả năng chịu được hợp chất ăn mòn trong ống khí thải.

Các thiết bị đối với que hút mẫu và ống lấy mẫu phải được làm từ chất liệu phù hợp với từng mẫu phân tích.

Trong quá trình lấy mẫu, nếu có hơi ẩm đọng lại bên trong ống lấy mẫu hoặc que hút mẫu chất đem đi phân tích sẽ tan ra trong phần hồi lưu (phần ngưng tụ). Que hút mẫu và ống lấy mẫu phải được cách điện và chịu nhiệt để tránh sự ngưng tụ trên.

b) Phương pháp lấy mẫu sử dụng chai hấp phụ

Khi lấy mẫu với khối lượng mẫu tương đối lớn, người ta sử dụng các chai hấp phụ nối với thiết bị chiết khí. Khi đưa dung dịch tan vào thích hợp với chất phân tích trong chai hấp phụ và chai rửa, mẫu khí trong chai để hấp phụ khí độc chuyển thành dung dịch hấp phụ. Do hình dáng kích thước và dung tích (khối lượng) của chai hấp phụ được tuân thủ một cách nghiêm ngặt đối với từng chất phân tích nên phải sử dụng từng loại chai riêng đối với từng loại phân tích.

Khi lấy mẫu, sử dụng ống có kẻ vạch lấy mẫu và lấy đầy tới điểm đó, sau đó chiết phần khí thải đã lấy theo quy định sang chai hấp phụ. Tốc độ chiết sang chai hấp phụ tối đa xấp xỉ khoảng 2 lít/phút.

Dung tích mẫu khí thu được phải khô⁽¹⁾ chính xác với điều kiện tiêu chuẩn là 0°C và áp suất không khí được tính theo công thức sau:

$$V_s = V \times \frac{273}{273 + t} \times \frac{P_a + P_m - P_v}{760} \quad (5.48)$$

trong đó: V_s - dung tích mẫu khí⁽¹⁾;

V - dung tích khí được chiết được đo bởi thiết bị đo độ ẩm⁽¹⁾;

t - nhiệt độ, °C;

P_a - áp suất khí quyển, mmHg;

¹⁾ Thể tích mẫu khí trong ống khí hiệu chỉnh tới trạng thái không có hơi ẩm.

P_m - áp suất đo được bởi thiết bị đo hơi ẩm không khí, mm Hg;

P_v - áp suất bão hòa hơi nước ở nhiệt độ t ($^{\circ}\text{C}$), mmHg.

Dung tích mẫu khí tương đương với dung tích khí ẩm. Khi sử dụng thiết bị đo hơi ẩm, phần bên trong của thiết bị phải được bão hòa bởi hơi nước. Bởi vậy, trong phương trình (5.47) cần hiệu chỉnh bằng cách trừ đi lượng nước. Nếu áp suất (P_a , P_m và P_v) được đo bằng đơn vị kilopascal⁽¹⁾ (kPa) thì trong phương trình (5.48) phải chia cho 101,32 thay vì chia cho 760. Lúc này phương trình (5.48) trở thành:

$$V_s = V \times \frac{273}{273 + t} \times \frac{P_a + P_m - P_v}{101,32} \quad (5.49)$$

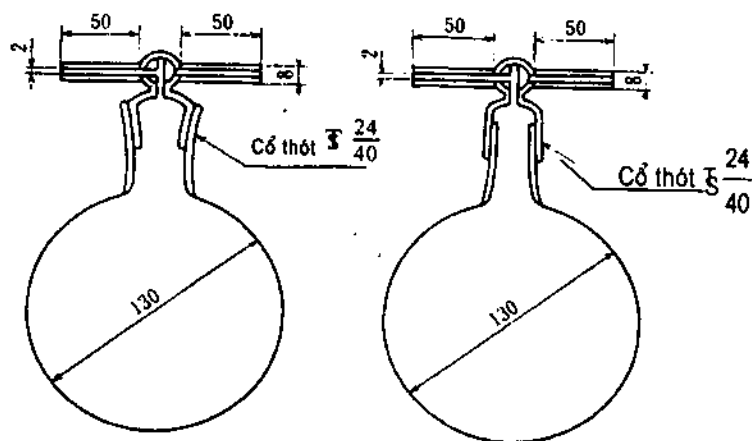
c) Phương pháp sử dụng bình thót cổ giảm áp suất hoặc vòi phun

Trong trường hợp chất khí là nitơ oxyt, nếu một lượng nhỏ dung tích mẫu được quy định thì sử dụng bình thót cổ. Khi sử dụng bình thót cổ giảm áp suất, sử dụng bơm chân không hút dung dịch hấp phụ vào bình thót cổ (dung tích khoảng 1 lít) và bình chân không cho tới khi dung dịch hấp phụ sôi. Dùng áp kế đo áp suất trong bình ngay trước khi cho mẫu khí vào. Sau đó mở khoá ba chiều của bình thót cổ và ống mẫu khí. Sau khi lấy mẫu, khoá van ba chiều lại và lấy bình thót cổ ra khỏi thiết bị.

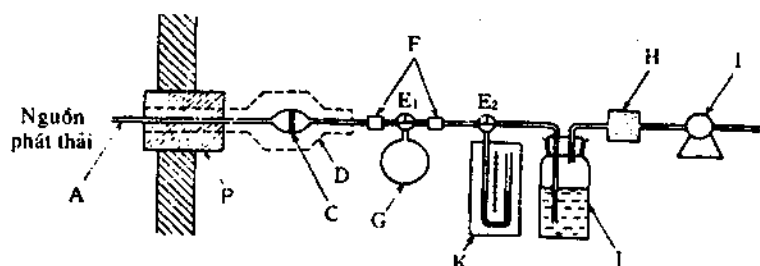
¹⁾ Theo bảng hệ thống đơn vị quốc tế thì đơn vị của áp suất có thể được đổi từ mmHg thành Pa:

$$1 \text{ pascal (1 Pa)} = 10 \text{ dyn/cm}^2$$

$$1 \text{ at} \approx 1.013.250 \text{ dyn/cm}^2 = 101.325 \text{ (Pa)} \approx 101,32 \text{ (kPa)}$$



Bình lấy mẫu khí



Hình 5.11. Thiết bị lấy mẫu dùng bình thót cổ giảm áp suất:

A- que thử mẫu; B- chất cách ly; C- ống lọc; D- bộ phận làm nóng; E- khoá 3 chiều (E_1 , E_2); F- ống hợp chất caosu silic; G- bình thót cổ dùng cho lấy mẫu; H- chất (tác nhân) làm khô; I- bơm hấp phụ; J- bình đựng chất thu rửa; K- áp kế chân không

d) Phương pháp lấy mẫu có sử dụng đầu nối

Khi lấy mẫu nitơ oxyt thì:

- Lắc bình thót cổ chứa mẫu trong vòng 1 phút;
- Để yên trong thời gian 16 giờ. Sau đó tiếp tục lắc bình trong vòng 1 phút, dùng áp kế đo áp suất của bình;
- Cho thêm dung môi hấp phụ vào và tiến hành phân tích.

Dung tích mẫu khí (khí khô) được tính theo phương trình sau:

$$V_s = V_a \times \frac{273}{273 + t_f} \times \frac{P_f - P_{nf}}{760} - V_a \times \frac{273}{273 + t_i} \times \frac{P_i - P_{ni}}{760} + 22400a \quad (5.50)$$

Phương trình (5.50) có thể được viết dưới dạng sau:

$$V_s = V_a \times \frac{273}{760} \left(\frac{P_f - P_{ni}}{273 + t_f} - \frac{P_i - P_{ni}}{273 + t_i} \right) + 22400a \quad (5.51)$$

trong đó: V_s - dung tích mẫu, ml;

V_a - dung tích của bình thót cổ (dung tích của dung dịch hòa tan), ml;

P_i - áp suất ban đầu của bình thót cổ trước khi thu gom mẫu, mmHg;

P_f - áp suất cuối cùng của bình thót cổ sau khi thu gom và lấy mẫu, mmHg;

P_{ni} - áp suất ban đầu của hơi nước tại nhiệt độ t_i ($^{\circ}\text{C}$), mmHg;

P_{nf} - áp suất cuối cùng của hơi nước tại nhiệt độ t_f ($^{\circ}\text{C}$), mmHg;

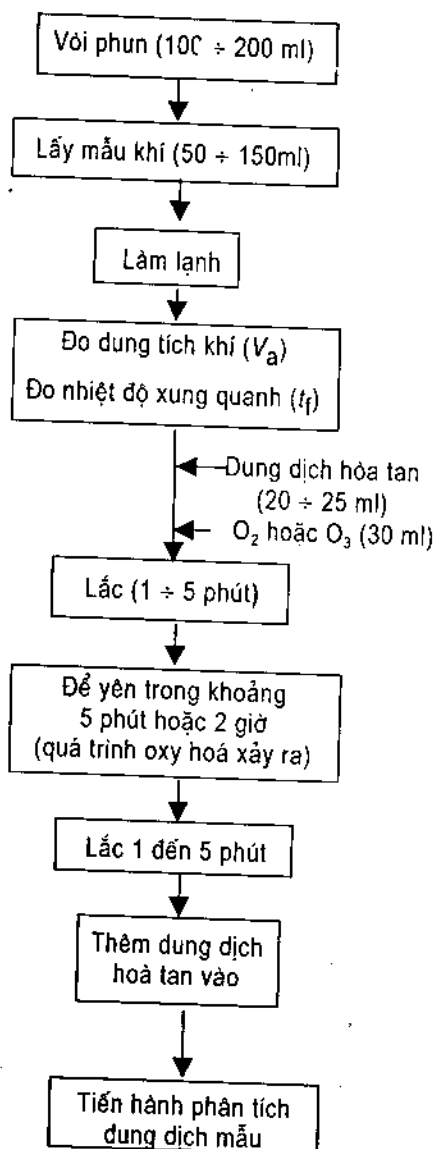
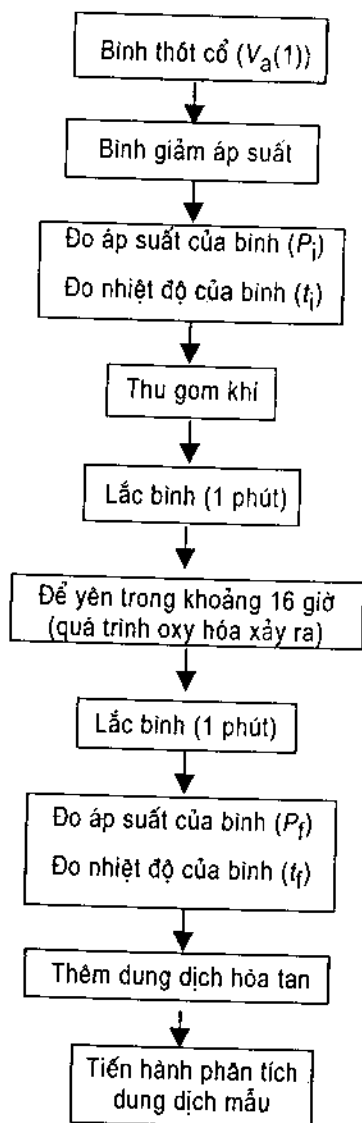
t_i - nhiệt độ ban đầu của bình thót cổ tại thời gian đo P_i , $^{\circ}\text{C}$;

t_f - nhiệt độ cuối cùng của bình thót cổ tại thời gian đo P_f , $^{\circ}\text{C}$;

a - trọng lượng phân tử của cacbon đioxyt (mol) (thường là không tính đến giá trị này).

Khi sử dụng vòi phun ướt có dung môi hấp phụ gắn liền với thiết bị.

- Đưa một lượng khí vừa đủ vào toàn bộ hệ thống ống dẫn khí;
- Sau đó mở khoá vòi phun;
- Lấy ngay phần khí được chiết ra;



Hình 5.12. Trình tự lấy mẫu sử dụng bình thót cổ giảm áp suất

Hình 5.13. Trình tự lấy mẫu sử dụng vòi phun giảm áp suất

- Đóng khóa của đầu nối và chuyển vòi phun;
- Sau khi làm lạnh mẫu khí đã chiết, tiến hành đo dung tích và nhiệt độ của mẫu;
- Nối vào thiết bị một vòi phun khác trong đó có chứa dung dịch hấp phụ, thêm dung dịch hòa tan vào. Để yên trong một khoảng thời gian nhất định, chuyển sang bình chứa dung dịch hấp phụ và tiến hành phân tích mẫu.

Dung tích của mẫu khí được tính theo công thức:

$$V_s = V_a \times \frac{273}{273 + t_f} \times \frac{P_a - P_{nf}}{760} + 22400 a \quad (5.52)$$

trong đó: V_s - dung tích mẫu khí, ml;

V_a - dung tích mẫu khí được thu gom bởi vòi phun, ml;

P_a - áp suất khí quyển, mmHg;

P_{nf} - áp suất hơi nước bão hòa tại nhiệt độ cuối t_f (°C), mmHg;

t_f - nhiệt độ cuối của khí sau khi thu gom bởi vòi phun và lấy mẫu, °C;

a - trọng lượng phân tử cacbon dioxyt, mol (thường bỏ qua thông số này).

e) Phương pháp sử dụng máy phân tích liên tục

Nhìn chung, phân tích liên tục trong ống khí được thực hiện bằng cách đưa vào máy phân tích liên tục ở nhiệt độ và áp suất bình thường, sau đó thực hiện đo và ghi lại kết quả. Hơi nước còn đọng lại trong ống dẫn khí gây ra các sai số trong quá trình phân tích. Do đó cần nối vào thiết bị một máy hút ẩm trong ống lấy mẫu để làm lạnh và hút ẩm mẫu khí trong ống.

5.4.1.2. Lưu huỳnh oxyt

Các phương pháp dùng để xác định lưu huỳnh dioxyt trong ống khí phát thải từ các nguồn phát thải được áp dụng theo tiêu chuẩn JIS K 0103 "Phương pháp dùng để xác định lưu huỳnh dioxyt trong ống khí thải" năm 1963. Phương pháp dùng để xác định lưu huỳnh dioxyt trong ống khí thải năm 1963 cũng tương tự như phương pháp xác định tổng lượng lưu huỳnh oxyt đã được bổ sung năm 1971. Bản bổ sung được phê chuẩn năm 1988 chính là tiêu chuẩn JIS hiện hành. Bảng 5.6 trình bày các phương pháp phân tích thay cho JIS K 0103 "Phương pháp dùng để xác định lưu huỳnh dioxyt trong ống khí thải" và JIS B 7981 "Thiết bị phân tích liên tục đối với lưu huỳnh dioxyt trong ống thải".

Bảng 5.6. Phương pháp xác định lưu huỳnh oxyt
trong ống thải khí

a) Phương pháp phân tích hoá học				
	Chất phân tích	Phạm vi nồng độ áp dụng	Thời gian hiện ra kết quả	Chất làm ảnh hưởng khi phân tích
Chuẩn độ axit-bazơ	SO ₂ SO ₃	70 ÷ 2800		Khí axit
Chuẩn độ kết tủa	SO ₂ SO ₃	140 ÷ 700		Bụi kim loại clorua
Chuẩn độ đục	SO ₂ SO ₃	5 ÷ 300	7 đến 20 phút	

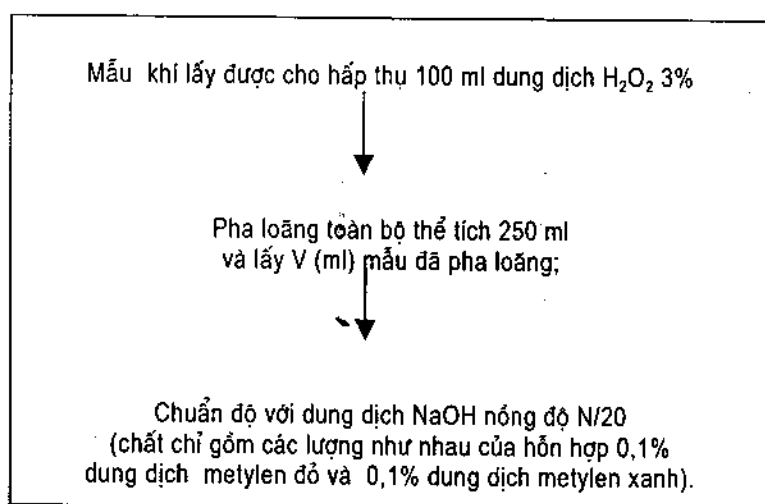
b) Phương pháp phân tích liên tục

Đo độ dẫn điện	SO ₂	0 ÷ 2000	15 phút	CO ₂ , NH ₃ , HCl, NO ₂
Hút khí ẩm bởi tia hồng ngoại	SO ₂	0 ÷ 2000	4 phút	CO ₂ , hydrocacbon
Hút khí ẩm bởi tia cực tím (tia tử ngoại)	SO ₂	0 ÷ 2000	4 phút	NO ₂
Điều chỉnh điện phân	SO ₂	0 ÷ 2000	4 phút	H ₂ S, NO ₂ , hydrocacbon, O ₃

5.4.1.2.1. Tổng lưu huỳnh oxyt (phương pháp phân tích hóa học)

Phương pháp xác định tổng lưu huỳnh oxyt giống phương pháp mẫu có sử dụng chai hấp phụ như đã miêu tả ở trên. Trong tất cả các phương pháp, hydro peroxyt được sử dụng hấp phụ lưu huỳnh dioxyt. Trong dung dịch mẫu này, quá trình oxy hóa axit sunfuric được đo bởi phép phân tích hóa học.

a) Phương pháp chuẩn độ axit – bazơ



Chuẩn độ axit sunfuric trong dung dịch mẫu với dung dịch natri hydroxyt N/20, sau đó xác định tổng lưu huỳnh oxyt. Sử dụng hỗn hợp metylen đỏ và metylen xanh làm chất chỉ thị. Điểm chuẩn độ là điểm khi cho 5 ÷ 10 ml dung dịch hỗn hợp mẫu vào buret, dung dịch chuyển từ màu tím sang màu xanh.

Chuẩn độ dung dịch hoà tan ở cùng một dung tích như nhau cũng tương tự như cách trên nhưng được xác định bởi "giá trị thử mẫu".

Nồng độ tổng lưu huỳnh oxyt trong ống khí được tính theo công thức sau:

$$C = \frac{0,560 \times (a - b) \times f \times \frac{250}{V}}{V_s} \times 1000 \quad (5.53)$$

$$C' = \frac{C}{10000} \quad (5.54)$$

trong đó: C - nồng độ tổng lưu huỳnh oxyt, ppm;

C' - nồng độ tổng lưu huỳnh oxyt, V/V%;

a - dung tích dung dịch natri hydroxyt nồng độ N/20 chuẩn độ với dung dịch mẫu, ml;

b - dung tích dung dịch natri hydroxyt nồng độ N/20 chuẩn độ với dung dịch kiểm tra, ml;

f - hệ số dung dịch natri hydroxyt N/20;

V - dung tích dung dịch hoà tan, ml (thường lấy từ 50 đến 100 ml);

V_s - dung tích mẫu khí, l ở 0°C, 760 mmHg;

0,560 - dung tích của khí tổng lưu huỳnh oxyt ($\text{SO}_2 + \text{SO}_3$), tương đương với 1 ml dung dịch NaOH nồng độ N/20 ở 0°C, 760 mmHg.

Thứ tự sắp xếp nồng độ thích hợp đối với phương pháp này là từ 70 đến 2800 ppm và có thể hơn nếu dung tích của mẫu là 20 lít.

b) Phương pháp chuẩn độ kết tủa

Chuẩn độ dung dịch axit trong mẫu dung dịch bari axetat nồng độ N/100 và xác định nồng độ tổng lưu huỳnh oxyt. Ion lưu huỳnh trong mẫu dung dịch phản ứng với ion bari đã được chuẩn độ tạo ra kết tủa bari sunfat. Bất kỳ một lượng bari sunfat kết tủa nào phản ứng với asenat III thêm vào như là một chất chỉ thị. Điểm chuẩn độ xảy ra khi dung dịch chuyển từ màu tím sang màu xanh. Sử dụng 10 ml thực hiện các bước chuẩn độ tương tự dung dịch hoà tan để xác định giá trị kiểm tra, trong đó lấy 5 ml để chuẩn độ.

Nồng độ tổng lưu huỳnh oxyt trong khí thải được tính theo công thức sau:

$$C = \frac{0,112(a-b) \times f \times \frac{250}{10}}{V_s} \times 1000 \quad (5.55)$$

trong đó: C - nồng độ tổng lưu huỳnh oxyt, ppm;

a - dung tích của dung dịch bari axetat nồng độ N/100 chuẩn độ mẫu phân tích, ml;

b - dung tích của dung dịch bari axetat nồng độ N/100 chuẩn độ mẫu trắng, ml;

f - hệ số dung dịch bari axetat nồng độ N/100;

V_s - dung tích của mẫu thu gom (l) (0°C, 760 mmHg);

0,112 - dung tích của tổng lượng khí lưu huỳnh oxyt tương đương (SO_2 SO_3) tương đương với 1 ml dung dịch bari axetat nồng độ N/100 (0°C, 760 mmHg).

Thứ tự sắp xếp nồng độ áp dụng cho phương pháp này là 140 đến 700 ppm. Sự có mặt của các ion như: 10 mg Cl^- , 5 mg CO_3^{2-} , 5 mg NO_3^- và 2 mg NO_2^- trong dung dịch mẫu không ảnh hưởng đến phương pháp này.

Lấy mẫu cho hấp thụ 100 ml dung dịch H_2O_2 3%



Hoà tan đến thể tích 250 ml



Lấy 10 ml dung dịch đã pha loãng và thêm 40 ml 2-propanol và 1 ml axit axetic

c) Phương pháp chuẩn độ đục

Thêm vào bari clorua dung dịch mẫu với axit sunfuric trong dung dịch để kết tủa thành bari sunfat. Đo độ hấp phụ tại bước sóng 420 nm bằng thiết bị đo quang phổ và xác định nồng độ của toàn bộ lưu huỳnh oxyt.

Trong phương pháp chuẩn độ đục, điều quan trọng là phải đảm bảo có thể tái sử dụng (tận dụng được) chất bari sunfat kết tủa. Lấy 5 đến 25 ml dung dịch chứa ion sunfat tiêu chuẩn (axit sunfuric N/250) ($1 \div 5 \text{ mg SO}_4^{2-}$), cho từng loại vào hai cốc để cho nồng độ của dung dịch tăng dần lên. Pha loãng với H_2O vừa đủ 50 ml, đo độ hấp phụ của từng dung dịch mẫu tiêu chuẩn, sau đó thực hiện các bước. Chuẩn bị vẽ đường cong thể hiện sự tương quan giữa ion sunfat (SO_4^{2-}) và độ hấp phụ. Mục đích của việc lấy hai mẫu của từng dung dịch mẫu là thay

thể một trong hai không liên quan gì đến việc phải cho thêm bari clorua và điều chỉnh chỉ số của thiết bị đo quang phổ. Xác định giá trị mẫu trắng bằng cách thực hiện phân tích mẫu tương tự cho bởi 50 ml dung dịch hấp phụ.

Nồng độ lưu huỳnh oxyt trong khí thải được tính theo công thức sau:

$$C = \frac{0,233 \times (a - b) \times \frac{250}{50}}{V_s} \times 1000 \quad (5.56)$$

trong đó: C - nồng độ tổng lưu huỳnh oxyt, ppm;

a - trọng lượng của ion axit sunfuric (SO_4^{2-}) trong dung dịch mẫu, mg;

b - trọng lượng của ion axit sunfuric (SO_4^{2-}) trong dung dịch nguyên chất, mg;

0,233 - thể tích của toàn bộ khí lưu huỳnh oxyt ($\text{SO}_2 + \text{SO}_3$) tương đương với 1 mg SO_4^{2-} , ml (ở 0°C , 760 mm Hg);

V_s - thể tích mẫu khí thu gom được, ml (ở 0°C , 760 mm Hg).

Giới hạn nồng độ có khả năng sử dụng đối với phương pháp này là 10 đến 300 ppm.

5.4.1.2.2. Lưu huỳnh đioxyt (phương pháp phân tích liên tục)

Hầu hết các phương pháp xác định lưu huỳnh đioxyt áp dụng tiêu chuẩn JIS dùng thiết bị phân tích liên tục. Hệ thống mẫu sử dụng thiết bị phân tích liên tục được sử dụng trong việc thu gom mẫu.

a) Phép đo độ dẫn

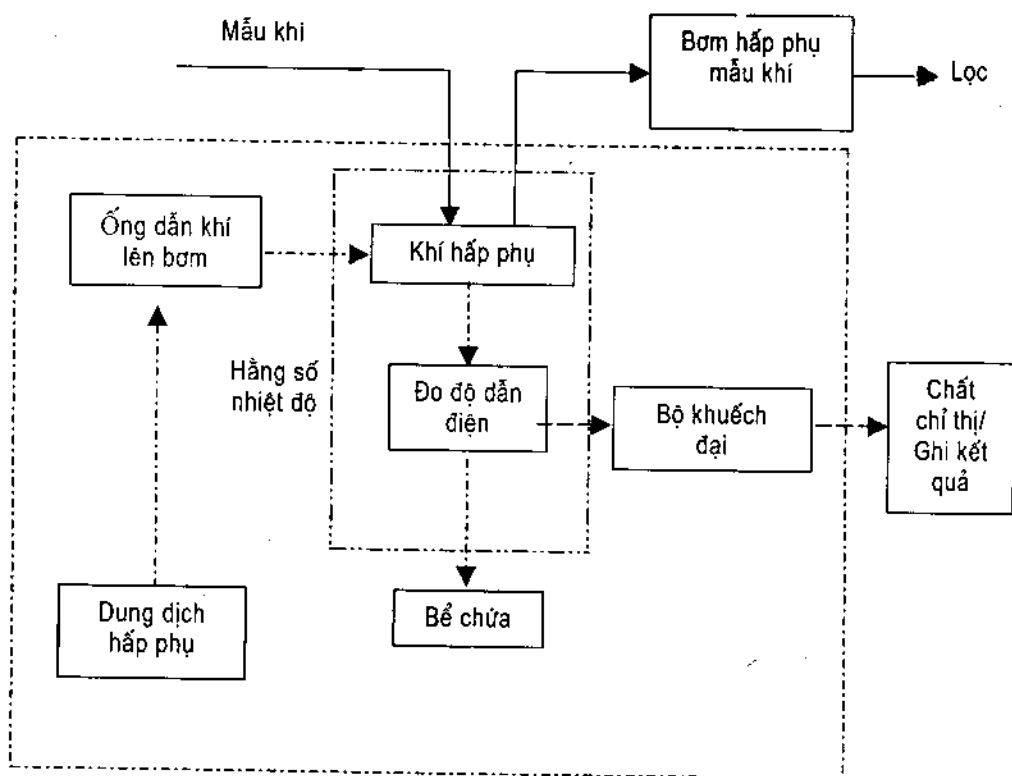
Người ta cho dung dịch hấp phụ lưu huỳnh dioxyt trong mẫu khí vào dung dịch pha loãng hydro peroxyt sunfuric (H_2SO_4 : 2,5. 10^{-4} N, H_2O_2 : 1,5. $10^{-2}\%$) và oxy hóa lưu huỳnh oxyt thành axit sunfuric. Xác định nồng độ của lưu huỳnh dioxyt từ dẫn xuất của dung dịch tạo ra do axit sunfuric, hình 5.14 là ví dụ về sơ đồ hệ thống đo. Về mặt lý thuyết, các chất khí hoà tan trong nước và ảnh hưởng tới độ dẫn của dung dịch mẫu là các chất khí giao thoa. Ví dụ NH_3 là chất khí giao thoa âm; HCl , Cl_2 , CO_2 , NO_2 và H_2S là chất khí giao thoa dương.

Đặc biệt phương pháp này không phù hợp với phép đo khí trong ống khói từ các lò đốt rác, bởi vì các ống khí này có nồng độ axit HCl cao. Tuy nhiên, mặc dầu theo lý thuyết thì NH_3 là một hợp chất giao thoa rất mạnh, đặc tính của nó là hoà tan trong nước. Khi làm lạnh mẫu khí trong đường ống thì NH_3 hoà tan trong phần ngưng tụ. Nhưng thông thường ảnh hưởng của chúng không đáng kể, do đó có thể bỏ qua.

b) Phép đo hấp phụ hồng ngoại

Phương pháp này sử dụng lưu huỳnh dioxyt hấp phụ bức xạ hồng ngoại ở bước sóng 7,3 μm và xác định nồng độ của lưu huỳnh dioxyt trong mẫu khí.

Khí giao thoa bao gồm khí CO_2 và những khí ẩm trong không khí, chúng có thể bị hấp phụ bởi lưu huỳnh dioxyt. Bởi thế, những hợp chất khí này phải được xử lý sao cho ảnh hưởng của chúng là nhỏ nhất.



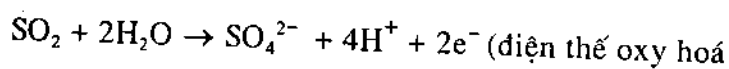
Hình 5.14. Sơ đồ hệ thống đo độ dẫn

c) Phương pháp hấp phụ tia tử ngoại

Phương pháp này áp dụng tính chất của vật bức xạ hấp phụ tia tử ngoại trong khoảng bước sóng $280 \div 320 \text{ nm}$ bằng lưu huỳnh dioxyt và xác định nồng độ của lưu huỳnh dioxyt trong mẫu khí nhờ sử dụng thiết bị tử ngoại. Vật bức xạ tia tử ngoại không bị hấp phụ bởi hợp chất ban đầu như hơi nước, CO_2 , NO và chỉ một lượng rất ít bị hấp phụ bởi NO_2 . Bởi vậy, hợp chất ban đầu như hơi nước không dễ dàng bị ảnh hưởng của các loại khí đồng hành.

d) Điện phân hiệu điện thế hiệu chỉnh

Mẫu khí đưa vào thiết bị điện phân qua màng lọc khí. Lưu huỳnh dioxyt hấp phụ trong dung dịch điện phân do khuếch tán đã điện phân ở điện thế hiệu chỉnh theo công thức hoá học cho dưới đây. Nồng độ của lưu huỳnh dioxyt được xác định bằng dòng điện phân phát ra.



khoảng + 0,17 V)

Phương pháp này khó áp dụng nếu trong mẫu có H_2S , bởi vì H_2S giao thoa mạnh. NO_2 có ảnh hưởng giao thoa nhưng có thể giảm được bằng cách lựa chọn điện thế oxy hóa cho điện cực và màng lọc khí.

5.4.1.3 Nitơ oxyt

Phương pháp xác định nồng độ nitơ oxyt trong khí phát thải được áp dụng theo tiêu chuẩn JIS K 0104 "Phương pháp xác định lưu huỳnh dioxyt trong khí thải" năm 1968. Tiêu chuẩn JIS chính thức hiện nay là bản sửa được phê duyệt năm 1984. Có hai phương pháp là: Phương pháp phân tích hoá học và phương pháp phân tích liên tục. Trong phần này sẽ miêu tả hai phương pháp phân tích trên.

a) Phân tích hoá học

Để xác định nitơ oxyt trong mẫu khí thải bằng phương pháp phân tích hoá học, người ta sử dụng bình thốt cổ giảm áp suất hoặc vòi phun để thu mẫu. Nitơ oxyt hấp phụ trong dung dịch hấp phụ bị oxy hoá bởi hydro peroxýt (oxy già) và O_3 hoặc oxy thành axit nitric. Nồng độ của axit nitric trong dung dịch mẫu được xác định bằng phương pháp hóa học.

Phương pháp hấp phụ naphtyl etylen diamin khử Zn (phương pháp Zn - NEDA)

- Cho thêm bột kẽm kim loại vào bình thót cổ giảm áp suất hoặc vòi phun có chứa dung dịch mẫu thì dung dịch bị khử và chuyển thành ion nitric.

- Thêm sunfanilamit và naphtalen vào bình đựng dung dịch này.

- Sử dụng máy đo quang phổ để đo tính hấp phụ màu đỏ qua phản ứng diazo hoá. Sau đó xác định nồng độ nitơ oxyt. Các bước phân tích được tiến hành như sau:

- Lấy 0 ÷ 50 ml dung dịch tiêu chuẩn có chứa ion nitrat (hoà tan với 0,451g kali nitrat trong 1 lít nước).

- Lấy 10 ml dung dịch này và pha loãng với 1 lít nước. 1 ml của dung dịch này tương đương với 1 µl nitơ oxyt cho nồng độ của dung dịch chuẩn, dần dần tăng lên. Đo độ hấp thụ của từng dung dịch chuẩn vẽ đường cong hấp thụ để hiệu chỉnh nồng độ nitơ dioxyt và độ hấp thụ.

Cùng thời gian đó, thực hiện các bước phân tích trong bình mẫu trắng có chứa dung dịch hấp phụ như dung dịch trắng để chuẩn bị dung dịch chuẩn. Đưa dung dịch này vào bình điện phân tiêu chuẩn và điều chỉnh về chỉ số 0 bằng máy đo quang phổ.

Nồng độ nitơ oxyt ($\text{NO} + \text{NO}_2$) trong khí thải được tính theo công thức sau:

$$C = \frac{n \cdot V}{V_s} \times 1000 \quad (5.57)$$

trong đó: C - nồng độ nitơ oxyt, ppm;

n - hệ số pha loãng của dung dịch chuẩn;

v - nồng độ của nitơ đioxyt trong dung dịch mẫu thu được từ đường cong vẽ được khi đo độ hấp thụ, (0°C , 760 mmHg).

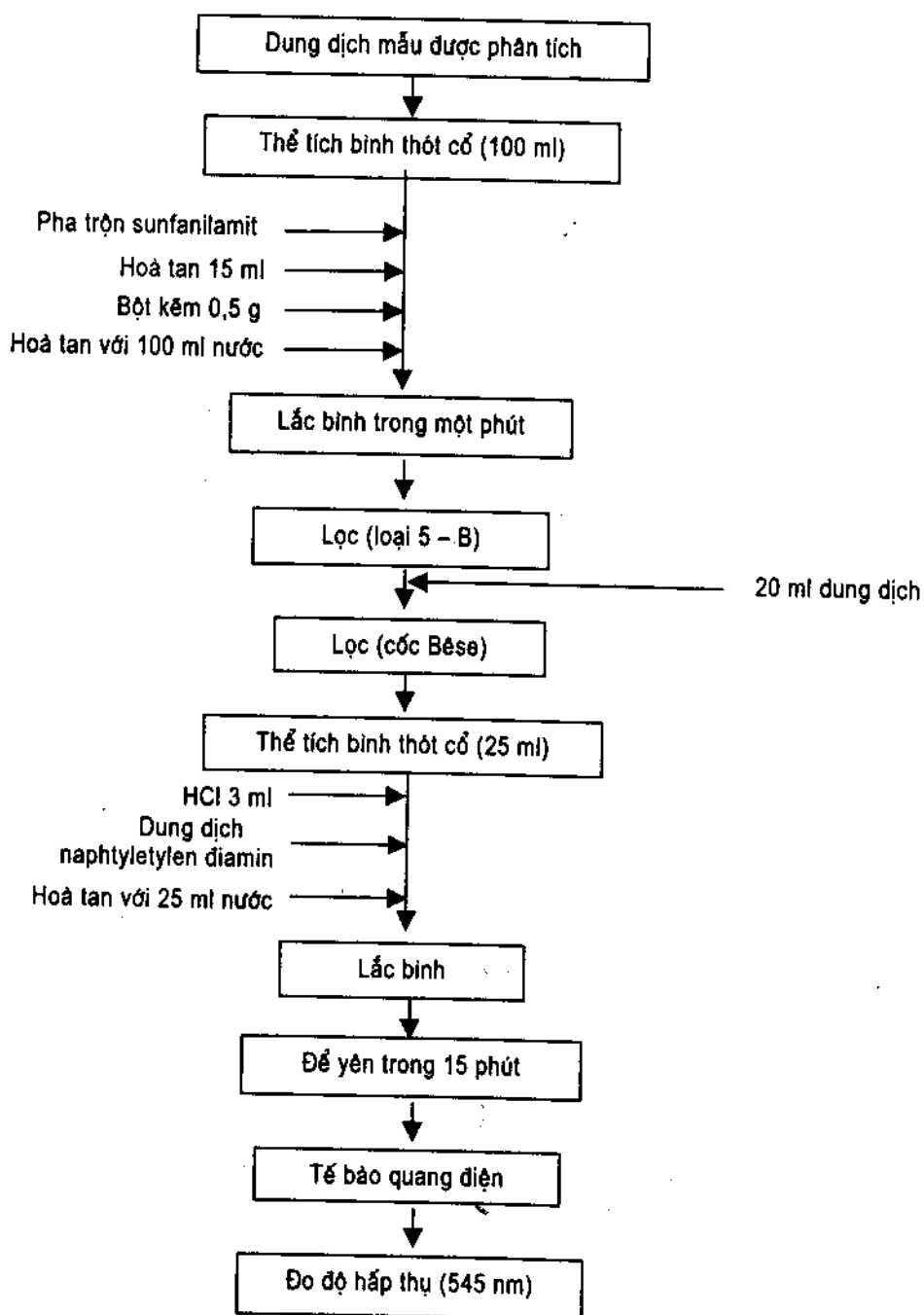
Thứ tự sắp xếp nồng độ thích hợp trong khoảng 5 đến 250 ppm (dung dịch mẫu chuẩn 150 ml), khi sử dụng phương pháp này với chất có nồng độ cao, phải pha loãng dung dịch mẫu với lượng nước thích hợp.

Phương pháp này có ưu điểm là độ nhạy phân tích cao, thời gian phân tích ngắn, tỷ lệ khử kẽm khác nhau phụ thuộc vào kích thước và đặc tính của hạt kẽm, tổng lượng hạt kẽm thêm vào và các bước thao tác trên. Bởi thế cần thận trọng khi chọn kẽm và thực hiện các bước phân tích.

Bảng 5.7. Phương pháp phân tích nitơ oxyt

	Chất phân tích	Thứ tự sắp xếp nồng độ thích hợp, ppm	Ảnh hưởng của khí thải có trong mẫu khí
1) Phương pháp hấp phụ naphthyletylen diamin khử Zn	$\text{NO} + \text{NO}_2$	5 ÷ 250 (dung tích mẫu: 150 ml)	Không có ảnh hưởng bởi SO_2 hoặc nhỏ hơn 2000 ppm
2) Hấp phụ axit phenoldisunfonic (Phương pháp PDS)	$\text{NO} + \text{NO}_2$	50 ÷ 1600 (dung tích mẫu: 150 ml)	NO_3 , NO_2 và chất hữu cơ nitơ gây ra sai số dương và halogen gây ra sai số âm
3) Phương pháp hấp phụ muối	NO_2	5 ÷ 200 (dung tích mẫu: 100 ml)	

	Chất phân tích	Thứ tự sắp xếp nồng độ thích hợp, ppm	Ảnh hưởng của khí thải có trong mẫu khí
4) Phát quang bằng phản ứng hoá học	NO	0 ÷ 1000	CO ₂ gây ra sai số âm
5) Hấp phụ tia hồng ngoại	NO	0 ÷ 1000	Phép phân tích ảnh hưởng của CO₂ và NO₂ Sử dụng thiết bị lọc khí hoặc lọc chất rắn, đặc biệt là hệ thống quang học để đánh giá ảnh hưởng
6) Hấp phụ tia tử ngoại I	NO	0 ÷ 1000	SO₂ và NO₂ liên quan đến phép phân tích NO. Đánh giá sự liên quan này bằng phương pháp thao tác hợp nhất hoặc sự tương quan với phép đo quang phổ. Ảnh hưởng được giới hạn về các khí đồng hành trong phép phân tích NO₂
7) Điện phân bề mặt kiểm tra	NO ₂	0 ÷ 1000	Kết hợp của SO ₂ và O _{Pg}
8) Điện phân bề mặt kiểm tra	NO + NO ₂	0 ÷ 1000	Kết hợp từ CO và hợp chất hydrocacbon thơm
9) Phương pháp oxy hóa Phương pháp khử Phương pháp thêm chất phụ gia	NO + NO ₂	0 ÷ 1000	Tương tự phương pháp phân tích đã sử dụng



Hình 5.15. Trình tự phân tích của phương pháp Zn-NEDA

**Bảng 5.8. Phương pháp phân tích nitơ oxyt
bằng dung dịch hoà tan và chất oxy hóa**

Phương pháp phân tích	Thiết bị mẫu	Dung tích mẫu	Chất oxy hoá	Dung dịch hoà tan
1) Hấp phụ naphtyletylendiamin	Vòi phun 100 ml Vòi phun 200 ml Bình thót cổ giảm áp suất	xấp xỉ 50 xấp xỉ 150 80 ÷ 1000	Ozon	0,01N H ₂ SO ₄
2) Hấp phụ axit phenoldisunfonic hoạt động	Vòi phun 100 ml Vòi phun 200 ml 1 bình thót cổ	xấp xỉ 50 xấp xỉ 150 800 ÷ 1000	Ozon, oxy, oxy dư	Dung dịch H ₂ O ₂ 0,3%, 0,01N H ₂ SO ₄

• Hấp phụ axit phenoldisunfonic (phương pháp PDS)

Chuyển dung dịch mẫu đã thu gom từ bình thót cổ giảm áp suất hoặc vòi phun sang đĩa bay hơi và trung hoà bằng dung dịch kiềm. Sấy khô dung dịch thành nitrat ở dạng rắn. Thêm chất phản ứng axit phenoldisunfonic vào để tạo ra axit nitơ phenoldisunfonic. Đo độ hấp thụ màu (màu vàng) trong dung dịch kiềm bằng máy quang phổ và xác định nồng độ của nitơ oxyt. Các bước tiến hành được trình bày chi tiết ở hình 5.16. Lấy 0 ÷ 30 ml dung dịch kali nitrat chuẩn (hoà tan 0,451 g kali nitrat trong 1 lít nước). Lấy 10 ml dung dịch này pha loãng với nước vừa đủ 100 ml. 1 ml của dung dịch này tương đương với 10 µl nitơ oxyt (0°C, 760 mmHg) để chuẩn bị dung dịch chuẩn có nồng độ cao dần. Đo độ hấp phụ của từng dung dịch chuẩn để vẽ đường cong làm việc hấp phụ tương quan với nồng độ nitơ oxyt (ml) và hấp phụ của chúng qua các bước phân tích.

Cùng thời gian này, thực hiện các bước phân tích với mẫu trắng chứa dung dịch hấp phụ như dung dịch trắng để chuẩn bị dung dịch liên quan.

Để dung dịch này trong bình điện phân tương thích và điều chỉnh về chỉ số 0 bằng máy hấp phụ quang phổ.

Nồng độ nitơ oxyt ($\text{NO} + \text{NO}_2$) trong khí thải được tính theo công thức sau:

$$C = \frac{v}{V_s} \times 1000 \quad (5.58)$$

trong đó: C - nồng độ của nitơ oxyt, ppm;

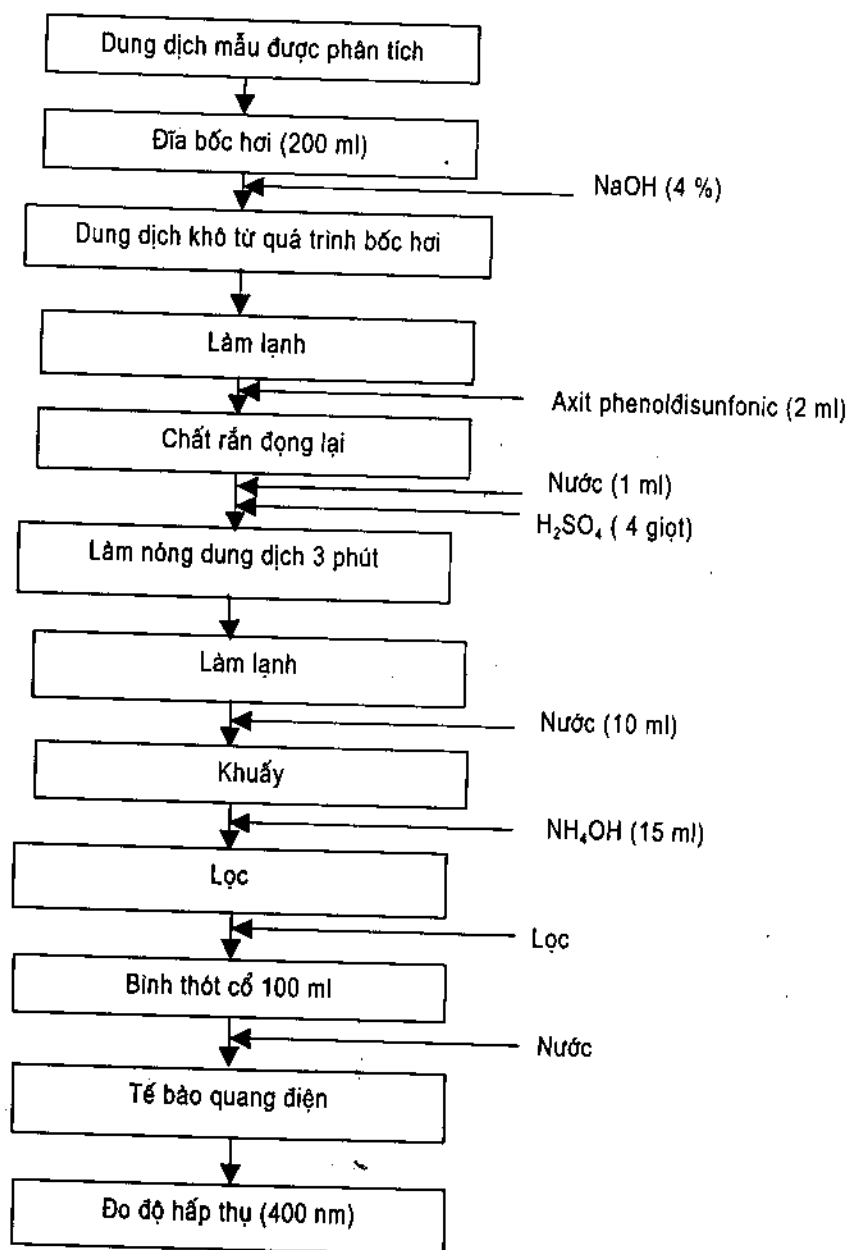
v - nồng độ của nitơ oxyt trong dung dịch mẫu thu được từ đường cong làm việc, μl (ở 0°C , 760 mm Hg);

V_s - dung tích của mẫu khí thu gom, ml (ở 0°C , 760 mm Hg).

Thứ tự sắp xếp của nồng độ theo phương pháp này là từ 50 đến 1600 ppm (dung tích mẫu 150 ml). Khi sử dụng phương pháp này với các khí có nồng độ nitơ oxyt cao phải pha loãng dung dịch mẫu với một lượng nước thích hợp.

• Hấp phụ muối (phương pháp hấp phụ muối)

Nồng độ nitơ oxyt trong mẫu khí được xác định bằng cách đo độ hấp phụ màu (đỏ tía), phương pháp được thực hiện khi nitơ oxyt bị hấp phụ bởi dung dịch màu hấp phụ. Phương pháp này chính là phương pháp phân tích hoá học đo nitơ dioxyt. Tuy nhiên, phương pháp này không thích hợp cho việc xác định nồng độ cao vì một phần NO bị oxy hoá thành NO_2 trong hệ thống mẫu, nếu trong mẫu khí có chứa nồng độ NO cao như khí phát thải từ quá trình đốt cháy các nhiên liệu.



**Hình 5.16. Sơ đồ phân tích nitơ oxyt
với chất hấp phụ là axit phenoldisunfonic**

Các bước phân tích liên quan đến vôi phun (100 ml) chứa trong mẫu khí trong chai hấp phụ chứa 25 ml dung dịch hấp phụ (bao gồm axit sunfanilic và naphthyletylendiamin...) và cho mẫu khí vào chai hấp phụ để trong 1 phút.

Sau khi phun, ngay lập tức chuyển từ vôi phun vào chai hấp phụ trong vòng 30 giây để ngăn chặn oxy hoá không hết từ sự oxy hoá nitơ monoxyt. Để chai hấp phụ đứng yên (lắng) trong 20 phút, và đo độ hấp phụ tại bước sóng 545 nm.

Hoà tan axit nitric tiêu chuẩn (0,222 g natri nitrit) trong 1 lít nước để chuẩn bị vẽ đường cong làm việc hấp phụ. Lấy 20 ml dung dịch này pha loãng với 500 ml nước. 1 ml của dung dịch pha loãng này tương đương với 4 μ l nitơ đioxyt (0°C, 760 mm Hg). Hệ số Saltzman 0,72 là yếu tố để biến nitơ đioxyt thành axit nitrit. Lấy 0 ÷ 50 ml dung dịch này cho vào bình thót cổ 25 ml để đo thể tích chuẩn bị dung dịch có nồng độ cao dần lên. Thêm dung dịch hấp phụ vào từng dung dịch để chuẩn bị có 25 ml dung dịch. Để lắng dung dịch trong vòng 20 phút, sau đó đo độ hấp phụ của từng dung dịch tiêu chuẩn để chuẩn bị vẽ đường cong làm việc tương ứng với nồng độ của nitơ oxyt và sự hấp phụ. Sử dụng dung dịch hoà tan như là một dung dịch thay thế.

Nồng độ nitơ oxyt được tính theo biểu thức (5.58) của phương pháp khử kẽm hấp phụ naphtaetylendiamin

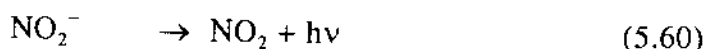
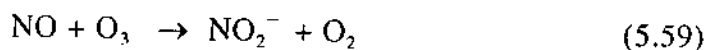
b) Phương pháp phân tích liên tục (thiết bị phân tích liên tục)

Phương pháp phân tích liên tục dùng để xác định nồng độ của nitơ oxyt được quy định trong tiêu chuẩn JIS K 7982 “Thiết bị phân tích liên tục đối với nitơ oxyt trong khí thải”.

Phương pháp phát quang bằng phản ứng hoá học

Sự tạo thành nitơ đioxyt thông qua phản ứng hoá học giữa nitơ monoxyt và ozon, một sản phẩm nitơ đioxyt sau phản ứng ở trạng

thái hoạt động giải phóng năng lượng dư và phát quang (xem các phương trình phản ứng dưới). Hiện tượng phát quang bằng phản ứng hoá học này xảy ra trong khoảng bước sóng $590 \div 875 \text{ nm}$ và người ta dùng bộ nhân quang đo độ phát quang để xác định nồng độ của nitơ monoxyt.



Khi đo nồng độ của nitơ oxyt ($\text{NO} + \text{NO}_2$), người ta khử nitơ đioxyt thành monooxyt bằng thiết bị đổi điện.

Phương pháp này chỉ ra ảnh hưởng nồng độ từ 0 đến vài phần trăm và độ nhạy ánh sáng là tuyến tính. Không có thành phần nào trong các chất khí cháy lại phát quang qua phản ứng với ozon và ảnh hưởng giao thoa đối với các chất khí này là nhỏ nhất. Tuy nhiên, CO_2 có khả năng phát hết năng lượng ra do kích thích và là sự giao thoa âm. Bởi vậy lò phản ứng phải giảm áp suất để giảm khả năng va chạm giữa ánh sáng và phân tử CO_2 .

• Hấp phụ tia hồng ngoại

Phương pháp này áp dụng tính chất hấp phụ tia hồng ngoại bởi nitơ monoxyt tại bước sóng gần $5,3 \mu\text{m}$ và xác định nồng độ của nitơ monoxyt trong mẫu khí bằng thiết bị hồng ngoại không phân tán. Do nitơ monoxyt không bị hấp phụ bởi CO , CO_2 và NO_2 trong dải bước sóng hấp phụ $5,3 \mu\text{m}$, nên có thể xác định nồng độ nitơ monoxyt khá chính xác. Tuy nhiên, phương pháp này dễ bị ảnh hưởng của hơi ẩm, sự va chạm giữa các phân tử CO_2 cũng như việc đo lưu huỳnh đioxyt và đòi hỏi cần phải có biện pháp khắc phục. Khi đo nồng độ của nitơ oxyt ($\text{NO} + \text{NO}_2$), dùng thiết bị chuyển hoá khử nitơ đioxyt thành nitơ monoxyt.

• Hấp phụ tia cực tím

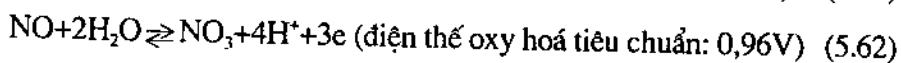
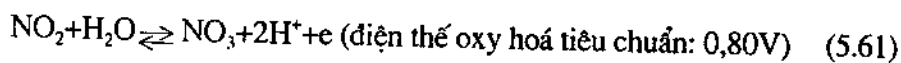
Phương pháp này áp dụng tính chất hấp phụ tia cực tím bằng nitơ monoxyt ở dải sóng hấp thụ từ 195 đến 225 nm và bằng nitơ dioxyt ở dải sóng hấp phụ từ 350 đến 450 nm để xác định nồng độ của chúng trong mẫu khí bằng thiết bị phân tích tia cực tím.

Không có sự hấp phụ cực tím bởi NO , NO_2 và SO_2 trong khoảng bước sóng hấp phụ nitơ dioxyt, do đó việc đo nitơ dioxyt không gặp trở ngại gì. Tuy nhiên, chỉ có một lượng nhỏ nitơ dioxyt tồn tại trong ống khí, tổng lượng này dễ dàng bị hấp phụ và hoà tan trong nước. Bởi vậy, khi phân tích mẫu khí nitơ dioxyt phải thực hiện một cách cẩn thận. Khi đo nồng độ nitơ oxyt ($\text{NO} + \text{NO}_2$) có sử dụng hấp phụ tia cực tím bằng nitơ dioxyt, bằng thiết bị chuyển hoá oxy hoá nitơ monoxyt thành nitơ dioxyt. Mặt khác, bước sóng hấp phụ của nitơ monoxyt, sự bao phủ của quang phổ hấp phụ phải được bỏ ra ngoài bởi dòng điện, sử dụng tính hấp phụ đối với từng hợp chất (230, 290 và 380 nm). Hơn nữa, nồng độ của nitơ oxyt ($\text{NO} + \text{NO}_2$) được xác định bởi việc gia tăng nồng độ đầu ra của nitơ dioxyt. Kỹ thuật này được gọi là kỹ thuật vận hành đa hợp chất. Kỹ thuật vận hành đa hợp chất không có sự rắc rối về mặt toán học, không bị ảnh hưởng của khí đồng hành và có thể dựa theo cách đo nitơ monoxyt, nitơ dioxyt và lưu huỳnh dioxyt mà không cần thiết bị chuyển hóa.

• Phương pháp điện thế

Trong phương pháp này, mẫu khí được đưa vào thiết bị phân tích thông qua màng lọc khí. Nitơ monoxyt, nitơ dioxyt khuếch tán và hấp phụ trong dung dịch điện phân và được điện phân ở một

điện thế xác định. Nồng độ của nitơ oxyt ($\text{NO} + \text{NO}_2$) được xác định theo dòng điện điện phân. Phương trình phản ứng sau đây là phản ứng oxy hoá của nitơ monoxyt và nitơ dioxyt trong dung dịch điện phân ở điện thế oxy hoá:



CO_2 là chất không hoạt động về mặt điện học và không gây bất kỳ một tác động có hại nào. SO_2 có hiệu ứng giao thoa cao nên phải dùng dung dịch kiềm hoặc dung dịch H_2O_2 làm dung dịch hấp thụ. Tuy nhiên, việc không hoà tan hết nitơ dioxyt là khó tránh khỏi trong suốt quá trình phản ứng. Phương pháp này không áp dụng để đo nitơ oxyt khi trong khí có lẫn hợp chất hydrocacbon thơm.

5.4.1.4. Các khí độc hại khác

a) Flo

Phương pháp đo nồng độ flo trong khí thải được quy định trong tiêu chuẩn JIS K 0105 "Phương pháp xác định hợp chất flo trong khí thải" năm 1967. Tiêu chuẩn JIS áp dụng chính thức hiện nay được phê chuẩn năm 1982. Tiêu chuẩn JIS đưa ra phương pháp xác định flo vô cơ trong khí thải bằng phương pháp hoá học.

Phương pháp sử dụng chai hấp phụ như đã miêu tả được sử dụng cho việc thu gom mẫu. Để tránh sự ăn mòn của flo vô cơ trong khí thải người ta sử dụng các dụng cụ chế tạo từ vật liệu thép không rỉ, đồng hoặc chất dẻo từ dẫn xuất của flo trong việc điều chế mẫu. Sử dụng từ 2 chai hấp phụ trở lên, lấy 50 ml dung dịch natri hydroxyt nồng độ N/10 làm dung dịch hấp phụ cho vào từng chai. Thu gom mẫu trích ly với tốc độ 2 l/ phút. Sau khi thu gom mẫu, chuyển dung dịch hấp phụ vào cốc thí nghiệm.

Phương pháp phân tích này bao gồm phương pháp hấp phụ phức hợp và điện cực ion. Nếu mẫu khí có chứa nhiều tạp chất khác thì phải chưng cất dung dịch mẫu bằng phương pháp chưng cất.

Bảng 5.9. Các phương pháp xác định flo trong khí đốt

Phương pháp	Hấp thụ kế phức hợp lantan - alizarin	Điện cực ion
Phạm vi giới hạn	0,2 đến 1000 mgF/Nm ³	0,2 đến 1000 mgF/Nm ³
Mô tả phương pháp	Sau khi pha loãng dung dịch hấp thụ chứa khí mẫu ở thể tích quy định, thêm dung dịch đệm để điều chỉnh pH. Thêm phức hợp lantan – alizarin, đo màu hấp thụ	Hấp thụ khí mẫu trong dung dịch NaOH và thêm dung dịch đệm để điều chỉnh nồng độ ion của dung dịch mẫu. Xác định nồng độ sử dụng cho điện cực ion flo
Giao thoa	Al ³⁺ , Fe ³⁺ , Cu ²⁺ , Zn ²⁺ và PO ₄ ³⁻ hiệu ứng giao thoa được tách bởi chưng cất hơi	

Hấp thụ kế phức hợp lantan – alizarin

Sau khi mẫu pha loãng bằng dung dịch hấp thụ tới thể tích 250 ml, cho thêm dung dịch đệm để điều chỉnh pH = 5,2 rồi bổ sung phức hợp lantan – alizarin vào để đo màu hấp thụ (màu xanh) bằng phổ kế quang điện để xác định nồng độ flo.

Hình 5.16 trình bày các bước phân tích. Chuẩn bị dung dịch chứa ion flo sử dụng dung dịch chứa ion flo chuẩn (10 µm F⁻/ml và 1 µm F⁻/ml). Sau đó lấy khoảng 5 đến 50 µg dung dịch này vào bình định mức 50 ml làm cho nồng độ của dung dịch tăng lên cao hơn. Đo độ hấp thụ của dung dịch mẫu chuẩn thực hiện theo dung dịch chuẩn. Xác định nồng độ của ion flo trong dung dịch mẫu và tính toán nồng độ flo trong khí đốt theo phương trình sau:

$$C = \frac{A \times \frac{250}{V}}{V_s} \quad (5.63)$$

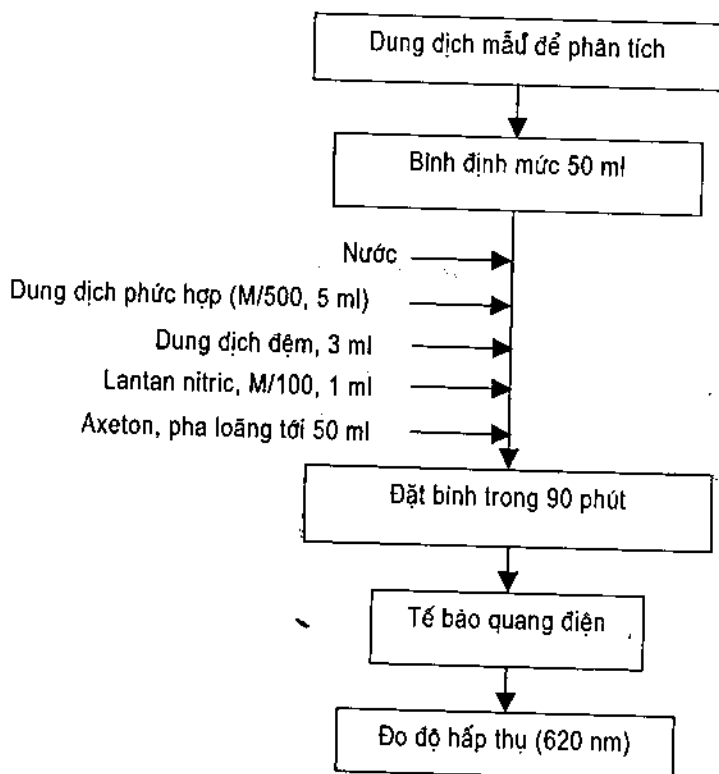
trong đó: C - nồng độ flo, $\text{mg F}^-/\text{Nm}^3$;

A - nồng độ ion flo trong dung dịch mẫu xác định được từ đường cong làm việc, mg F^- ;

V - thể tích dung dịch mẫu, ml;

V_s - thể tích của khí mẫu đã thu nhận được, l (0°C , 760 mmHg);

250 - tổng thể tích của dung dịch mẫu đạt được bởi pha loãng dung dịch hấp thụ, ml.



Hình 5.17. Các bước phân tích với hấp thụ kế phức hợp lantan – alizarin

Phương pháp điện cực ion

Sau khi mẫu được pha loãng bằng dung dịch hấp thụ tới thể tích 250 ml, lấy 50 ml dung dịch, cho thêm dung dịch đệm (pH = 5,2) để điều chỉnh nồng độ ion flo. Đo điện thế sử dụng các điện cực ion florua và xác định nồng độ của ion florua.

Các bước phân tích đơn giản. Xác định nồng độ ion florua trong dung dịch mẫu sử dụng đường cong chuẩn để chuẩn bị sử dụng dung dịch mẫu tiêu chuẩn của ion flo (1, 10 và 100 $\mu\text{g F}^-/\text{ml}$). Sau đó tính toán nồng độ florua trong khí đốt theo phương trình (5.64). Sử dụng dung dịch hấp thụ như một dung dịch thử nghiệm.

$$C = \frac{(a - a_0) \times 250}{V_s} \quad (5.64)$$

trong đó: C - nồng độ ion flo, $\text{mg F}^-/\text{Nm}^3$;

a - nồng độ ion flo trong dung dịch mẫu xác định được từ đường cong chuẩn, $\mu\text{g F}^-/\text{ml}$;

a_0 - nồng độ của ion flo trong dung dịch trắng được xác định từ đường cong chuẩn, $\mu\text{g F}^-/\text{ml}$;

V_s - thể tích của mẫu đã thu nhận được, l (0°C , 760 mmHg).

Bảng 5.10. Sự thay đổi nồng độ

Biểu diễn	Đơn vị	Phương trình
Flo (F^-)	Ppm	$C' = C \times \frac{22,4}{19}$
Hydro florua (HF)	$\text{mg F}^-/\text{Nm}^3$	$C' = C \times \frac{20}{19}$
Hydro florua (HF)	Ppm	$C' = C \times \frac{22,4}{19}$

Ghi chú: C - nồng độ ion flo xác định được từ phân tích, $\text{mg F}^-/\text{Nm}^3$.

Nồng độ của florua trong khí đốt là nồng độ của ion flo được tính theo đơn vị $\text{mg F}^-/\text{Nm}^3$. Nếu sử dụng các đơn vị khác thì phương trình chuyển đổi theo bảng 5.10.

b) Clo

Các phương pháp phân tích clo trong khí đốt được quy định trong JIS K 0106 "Các phương pháp xác định clo trong khí đốt" năm 1968 và đã được sửa lại vào năm 1982, chính là tiêu chuẩn JIS hiện nay.

Phương pháp lấy mẫu sử dụng ống hấp thụ đã được mô tả, sử dụng cho việc thu thập mẫu. Ống thủy tinh, ống thạch anh hoặc ống nhựa huỳnh quang chịu sự ăn mòn của khí clo trong khí đốt được sử dụng bằng que lấy mẫu. Đặt ống hấp thụ trong bồn làm lạnh duy trì ở nhiệt độ $5 \pm 10^\circ\text{C}$ để hấp thụ hoàn toàn khí clo. Đưa 50 ml *o*-toluidin vào ống hấp thụ làm dung dịch hấp thụ và thu thập khí mẫu ở tốc độ chiết từ 100 đến 200 ml/phút.

Phương pháp o - toluidin

Khi mẫu khí chứa clo cho qua dung dịch *o*-toluidin, clo được hấp thụ phản ứng với *o*-toluidin tạo thành hidro màu vàng. Đo độ hấp thụ của màu này bằng quang phổ kế quang điện để xác định nồng độ clo trong khí đốt.

Theo phương pháp này, khi chiết clo vượt quá lượng lý thuyết liên quan đến lượng *o*-toluidin trong dung dịch hấp thụ, hình thành hidroquinon màu đỏ và dung dịch hấp thụ trở thành màu đỏ hoặc ở dạng kết tủa màu đỏ. Trong trường hợp này đường cong hoạt động không phải là đường thẳng và xuất hiện sai số lớn trong quá trình phân tích. Dùng lấy mẫu khí khi màu của dung dịch hấp thụ gần giống với màu của dung dịch chuẩn.

Chuyển dung dịch hấp thụ sang bình định mức 100 ml trong 10 phút, sau đó lấy mẫu khí và thêm dung dịch hấp thụ để rửa ống hấp thụ chuẩn bị mẫu dung dịch 100 ml. Chuyển một phần mẫu dung dịch vào bình điện phân và ngay lập tức đo độ hấp thụ ở bước sóng xấp xỉ 435 nm.

Lấy một lượng dung dịch clo chuẩn để chuẩn bị cho việc xác định ảnh hưởng của clo trong dung dịch natri hypoclorit với natri tiosunfat và pha loãng nó bằng nước (1 ml dung dịch này tương đương với 0,01 mg clo (Cl_2)), trong mỗi bình định mức 100 ml chuẩn bị dung dịch có nồng độ cao hơn. Thêm dung dịch hấp thụ vào 100 ml dung dịch chuẩn khác. Đo độ hấp thụ của dung dịch mẫu chuẩn để chuẩn bị lập đường cong hoạt động giữa quan hệ của nồng độ và độ hấp thụ của clo (mg Cl_2 /ml). Sử dụng dung dịch hấp thụ như dung dịch tham khảo.

Nồng độ clo trong khí đốt được tính theo công thức sau:

$$C = \frac{A}{V_s} \times 10^{-5}; \quad C' = C \times \frac{22,4}{70,9} \quad (5.65)$$

trong đó: C - nồng độ clo, mg Cl_2/Nm^3 ;

C' - nồng độ clo, ppm;

A - nồng độ clo trong dung dịch mẫu, mg Cl_2/ml ;

V_s - thể tích mẫu thu được, l (0°C , 760 mmHg).

Phương pháp này thể hiện màu khi có mặt của brom và iot giống như màu của clo và kết quả dễ bị ảnh hưởng bởi ozon, nitơ dioxyt, hydro sunfit và lưu huỳnh dioxyt...

Phương pháp liên tục với o - toluidin

Trong phương pháp này, clo có trong mẫu khí phản ứng với o-toluidin trong dung dịch hấp thụ màu trong điều kiện tỷ số lỏng/khí không đổi và được xác định liên tục.

Phạm vi nhỏ nhất được xác định từ 0 đến 3 mg Cl₂/Nm³ và phạm vi lớn nhất từ 0 đến 300 mg Cl₂/Nm³.

c) Hydroclorua

Trường hợp có hơi nước ngưng tụ, hydroclorua hoà tan và xuất hiện sai số âm. Vì thế que lấy mẫu phải được làm nóng ở nhiệt độ lớn hơn 120°C. Tập trung mẫu khí với tốc độ 1 đến 2 l/phút. Thể tích mẫu từ 40 đến 80 l.

Phương pháp ion điện cực

Sau khi lấy mẫu khí, chuyển dung dịch hấp thụ (0,1M dung dịch kali nitrat) từ 250 ml thể tích bình thốt cổ. Rửa sạch chai hấp thụ và thêm dung dịch rửa này vào bình. Thêm 5 ml dung dịch đệm và dung dịch hấp thụ để được 250 ml dung dịch mẫu. Lấy 100 ml dung dịch này để xác định nồng độ ion clo theo phương pháp ion điện cực.

Việc phân tích không phức tạp. Xác định nồng độ ion clo trong dung dịch mẫu từ đường cong làm việc ở các điểm chuẩn (0,01 mg Cl⁻/ml, 0,1 mg Cl⁻/ml và 1 mg Cl⁻/ml). Sau đó tính toán nồng độ của HCl trong khí đốt theo phương trình (5.65) và (5.66):

$$C = \frac{(a - a_0) \times 250}{V_s} \times \frac{36,5}{35,5} \times 10^3 \quad (5.66)$$

$$C' = C \times \frac{22,4}{36,5} \quad (5.67)$$

trong đó: C - nồng độ của HCl, mg/Nm³;

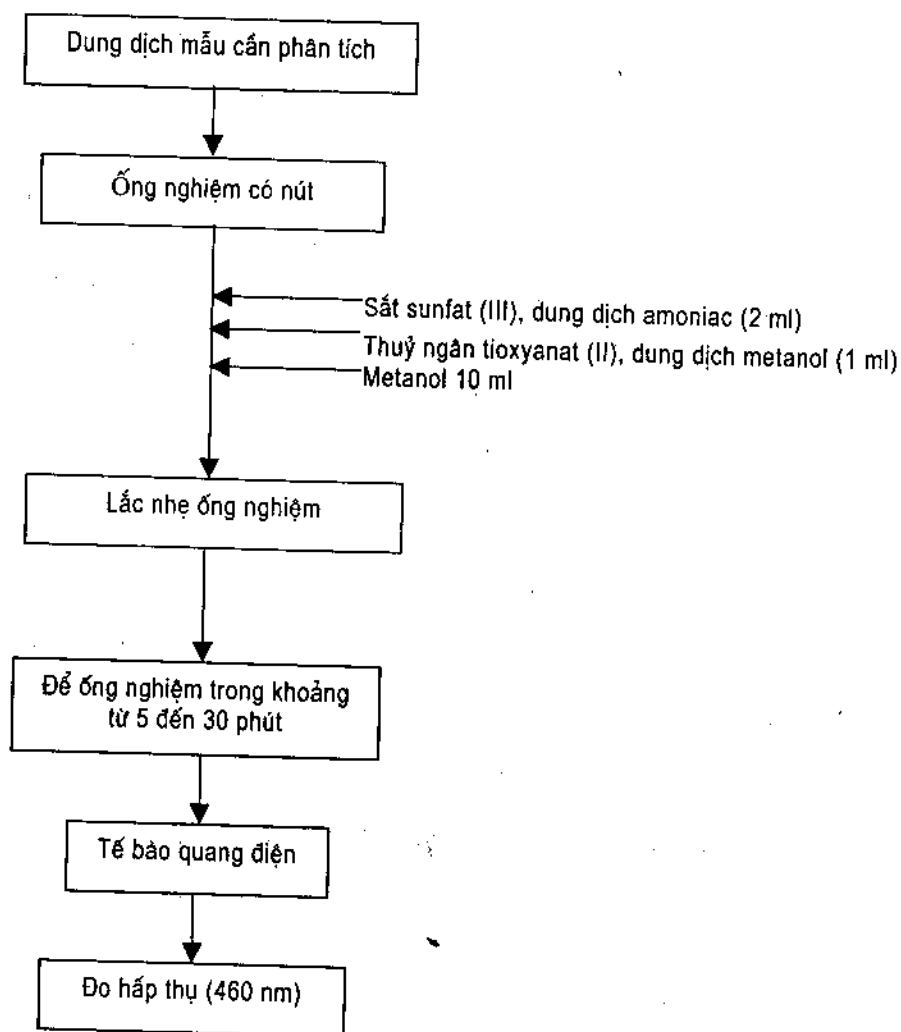
C' - nồng độ của HCl, ppm;

a - nồng độ của ion Cl⁻ trong dung dịch mẫu được xác định từ đường cong làm việc, mgCl⁻/ml;

a_0 – nồng độ của ion Cl^- trong dung dịch trắng được xác định từ đường cong làm việc, mgCl^-/ml ;

V_s – thể tích mẫu thu được, l (0°C , 760 mmHg).

Phương pháp hấp thụ thủy ngân tioxyanat (II)



Hình 5.18. Phương pháp hấp thụ thủy ngân tioxyanat (II)

Sau khi lấy mẫu khí, chuyển dung dịch hấp thụ (dung dịch natri hydroxyt N/10) tới 250 ml thể tích bình. Rửa sạch chai hấp thụ và thêm dung dịch rửa vào chai. Thêm 250 ml nước vào dung dịch mẫu. Khi các dung dịch sắt sunfat (III), amoni và thủy ngân tioxyanat (II) phản ứng và giải phóng ion tioxyanat. Sau đó các ion tự do tioxyanat phản ứng với ion sắt (III) tạo thành phức muối sắt tioxyanat làm thay đổi màu của dung dịch thành màu da cam. Dùng máy đo ảnh phổ quang điện để xác định nồng độ của HCl.

Lấy một lượng lớn hơn (0 đến 5 ml) dung dịch chuẩn của ion clo (0,02 mg Cl/ml) và thêm nước để chuẩn bị 5 ml dung dịch mẫu chuẩn. Sử dụng quy trình đo độ hấp thụ của dung dịch mẫu chuẩn để có được đường cong làm việc. Xác định nồng độ ion clo trong dung dịch mẫu từ đường cong làm việc và tính toán nồng độ của HCl trong nhiên liệu đốt theo phương trình (5.68).

$$C = \frac{A \times 250}{V_s} \times \frac{36,5}{35,5} \times 1000 \quad (5.68)$$

trong đó: C - nồng độ của HCl, mg/Nm³;

A - nồng độ của ion clo trong dung dịch mẫu, mgCl/ml;

V_s - thể tích mẫu thu được, l (0°C, 760 mmHg).

5.4.1.5. Sự chuẩn hoá bằng máy phân tích liên tục

Khi dùng thiết bị phân tích liên tục để phân tích khí SO₂ và NO, trước khi đo hợp chất khí độc hại phải thực hiện chuẩn hoá lại đối với từng chất khí thành phần.

Khí chuẩn hóa bao gồm khí số 0 và khí chuẩn. Khí số 0 bao gồm nitơ sạch và khí sạch, không được lẫn các hợp chất được đo và được sử dụng cho điểm 0 để điều chỉnh máy phân tích. Khí chuẩn gồm

các hợp chất được đo hoà tan với nitơ sạch. Đọc trên máy phân tích xác định khí chuẩn với nồng độ từ 80 đến 95% theo thang đo của máy phân tích.

Chuẩn hóa máy phân tích liên tục phải được thực hiện ít nhất tuần một lần. Một số máy phân tích tự động đưa về 0 và điều chỉnh khí chuẩn.

5.4.2. Phương pháp xác định bụi trong khí đốt

5.4.2.1. Tóm tắt các phương pháp

Kỹ thuật đo nồng độ bụi trong khí đốt là một kỹ thuật đo quan trọng được sử dụng để kiểm soát ô nhiễm không khí. Trang bị cho kỹ thuật này gồm có các bộ phận thu gom bụi, hút khí mẫu và đo thể tích của nó. Trình tự các bước thực hiện như sau:

- Đưa thiết bị thu gom bụi vào ống khói hoặc đường ống.
- Hút khí mẫu ở tốc độ cùng với tốc độ luồng khí.
- Xác định thể tích của bụi đã được thu gom trong thiết bị lọc bởi hệ thống thu gom bụi và thể tích khí hút ra liên tục.
- Tính toán nồng độ bụi theo khối lượng bụi trong 1 m^3 nhiên liệu khô, điều này chỉ chính xác trong điều kiện nhiệt độ 0°C và áp suất 760 mmHg.

5.4.2.2. Hút bằng động lực

Việc hút khí mẫu phải được thực hiện với tốc độ giống như tốc độ của dòng khí cần đo. Nếu hút bằng động lực không được thực hiện một cách đúng đắn, ví dụ, nếu tốc độ hút lớn hơn tốc độ dòng khí đốt, kết quả đo nồng độ bụi sẽ thấp hơn giá trị thực tế.

Nếu tốc độ hút thấp hơn tốc độ dòng khí đốt, giá trị đo nồng độ bụi sẽ cao hơn giá trị thực tế. Đây là sự khác nhau quan trọng nhất

giữa hai phương pháp lấy mẫu bụi và khí độc trong khí đốt. Hai phương pháp này đều có thể dùng miệng hút chuẩn và miệng hút cân bằng.

a) Sử dụng phương pháp miệng hút chuẩn

Trong phương pháp này, đo tốc độ khí đốt tại điểm đo, sau đó tính toán tốc độ hút động lực học dựa trên đường kính của miệng ống sử dụng. Khí đốt được hút ra cùng tốc độ này. Lưu lượng hút được tính toán theo phương trình (5.69):

$$\bar{q}_m = \frac{\pi}{4} d^2 v \left(1 - \frac{x_w}{100} \right) \frac{273 + \theta_m}{273 + \theta_s} \cdot \frac{p_a + p_s}{p_a + p_m - p_v} \cdot 60 \cdot 10^{-3} \quad (5.69)$$

trong đó: q_m – lưu lượng hút bằng động lực học với đồng hồ khí, l/phút;

d – đường kính miệng hút, mm;

v – tốc độ khí đốt, m/s;

x_w – phần trăm theo thể tích hơi nước trong khí đốt, %;

θ_m – nhiệt độ của quá trình hút khí bằng đồng hồ đo khí, °C;

θ_s – nhiệt độ của khí đốt, °C;

p_a – áp suất khí quyển, mmHg;

p_s – áp suất tại điểm đo, mmHg;

p_m – áp suất của khí hút đo bằng dụng cụ đo khí, mmHg;

p_v – áp suất hơi nước bão hoà của θ_m , mmHg.

Phương pháp này đòi hỏi phải đo nhiệt độ, độ ẩm và tốc độ của khí đốt trước khi đo nồng độ bụi. Nếu tốc độ khí đốt thay đổi trong khi đo và lấy mẫu thì không thể có được kết quả chính xác, do vậy phải có biện pháp thay đổi đường kính miệng hút để có được tốc độ phù hợp với tốc độ khí đốt.

b) Phương pháp sử dụng miệng hút cân bằng

Phương pháp này sử dụng những ống áp lực tĩnh để đo áp suất tĩnh của dòng khí đốt trong đường ống và khí được hút ra từ miệng hút. Ghép nối các ống áp suất tĩnh với máy đo áp suất và lấy mẫu để thiết lập cân bằng giữa các áp suất này.

5.4.2.3. Các vị trí điểm đo

Phương pháp JIS gợi ý lựa chọn các vị trí đo tại những nơi dòng khí đốt đồng nhất và những nơi các phép đo có thể được thực hiện một cách an toàn và dễ dàng.

Phân chia mặt cắt ngang của ống tại vị trí điểm chọn ra số phần xấp xỉ với hình dạng và kích thước của mặt cắt ngang của ống như đã ghi rõ trong phương pháp JIS. Sau đó chọn điểm đo cho mỗi phần.

Nếu mặt cắt là hình tròn thì các điểm đo trên hai đường tâm mặt ống cắt ngang vuông góc với nhau.

Bảng 5.11. Các điểm đo trên ống dẫn tròn

Đường kính ống dẫn bụi có thể tới, m	Số điểm đo	Khoảng cách điểm đo tới tâm ống, m				
		Số đường kính n				
		$n = 1$	$n = 2$	$n = 3$	$n = 4$	$n = 5$
< 1	4	$0,707R$	-	-	-	-
$1 \div 2$	8	$0,5R$	$0,866R$	-	-	-
$2 \div 4$	12	$0,408R$	$0,707R$	$0,9137R$	-	-
$4 \div 4,5$	16	$0,354R$	$0,612R$	$0,791R$	$0,935R$	-
$> 4,5$	20	$0,316R$	$0,548R$	$0,707R$	$0,837R$	$0,949R$

Nếu mặt cắt ngang của ống là hình chữ nhật hoặc hình vuông, phân chia mặt cắt ngang thành các hình chữ nhật hoặc hình vuông với độ dài cạnh hình vuông nhỏ hơn 1 mét và chọn tâm của mỗi hình chữ nhật hoặc hình vuông chính là điểm đo.

Bảng 5.12 chỉ ra kích thước ống có thể sử dụng và tiêu chuẩn tại những điểm đo. Nếu diện tích mặt cắt ngang ống không quá 20 m² thì phân chia nó ra nhiều nhất thành 20 phần với diện tích bằng nhau.

Bảng 5.12. Tiêu chuẩn vị trí các điểm đo đối với đường ống dẫn hình chữ nhật hoặc hình vuông

Diện tích mặt cắt ngang đường ống A, m ²	Chiều dài một mặt của của bộ phận l, m
< 1	0,5
1 ÷ 4	0,667
4 ÷ 20	1

5.4.2.4. Phương pháp đo tốc độ khí trong ống đốt và thể tích khí

Trong phương pháp JIS, tốc độ khí đốt được đo bằng ống nhỏ hình chữ L hoặc một ống nhỏ đặc biệt có hệ số khác nhau. Khi gài ống nhỏ hình chữ L vào trong ống dẫn, việc đo các lỗ lớn trong ống được yêu cầu làm cho phù hợp với ống có hình dạng và cấu trúc đặc biệt.

Do áp suất tĩnh nên các lỗ nhỏ của các ống dễ bị bịt kín bụi nên cần phải tránh để bụi bịt kín đặc biệt đối với những ống nhỏ; vì vậy các ống phải rộng để đo tốc độ khí.

Ống nhỏ đặc biệt gồm hai ống có áp có hình dạng tương tự nhau. Ống được đặt tại điểm đo theo hướng song song với dòng khí đốt. Hai ống có áp được nối với đầu máy đo tự động đọc. Tốc độ khí đốt được tính theo phương trình (5.70):

$$v = c \sqrt{\frac{2g \cdot h}{\gamma}} \quad (5.70)$$

trong đó: v – tốc độ dòng khí đốt, m/s;

c – hệ số ống nhỏ ⁽¹⁾ $0,8 \div 0,9$

g – gia tốc trọng trường, $9,8 \text{ m/s}^2$;

h – áp suất, mmH_2O ;

γ – khối lượng khí đốt/ đơn vị thể tích ⁽²⁾, kg/m^3 .

Lưu lượng thường có ảnh hưởng tới nhiệt độ khí, áp suất, thành phần cũng như tính chất của bụi, vì vậy cần phải dùng lưu lượng chuẩn.

5.4.2.5. Đo độ ẩm trong khí đốt

Nồng độ bụi trong khí đốt được tính theo khối lượng bụi trên 1m^3 tiêu chuẩn khí khô. Tuy nhiên, dòng khí đốt trong ống có chứa độ ẩm, vì thế độ ẩm trong dòng khí đốt cần phải đo để hiệu chỉnh khí ẩm trên cơ sở khí khô. Phần này miêu tả phương pháp đo độ ẩm trong khí đốt.

¹⁾ Hệ số thay đổi phụ thuộc vào các ống nhỏ.

²⁾ Thành phần khí đốt có thể tính toán dựa trên phân tích chất khí và độ ẩm. Song nói chung lấy $\gamma_0 = 1,3 \text{ kg/m}^3$ ở điều kiện tiêu chuẩn (0°C , 760 mmHg).

Thiết bị đo độ ẩm trong khí đốt cũng giống như thiết bị đo nồng độ bụi, gồm một que hút có trang bị lọc bụi, ống nghiệm ẩm hoặc một bình ngưng ẩm, một thiết bị hút khí và một đồng hồ đo khí. Lượng ẩm cần đo tại tâm ống và không cần phải hút bằng động lực.

Làm đầy ống nghiệm ẩm (hình chữ U) với chất hút ẩm như canxi clorua khan (dạng hạt) và kiểm soát lưu lượng ít nhất là 0,1 l/s đối với 1 g canxi clorua trong ống nghiệm ẩm.

Sau khi hút, tập trung và xác định lượng ẩm trong khí đốt và tính toán % thể tích của hơi nước x_w trong khí đốt ẩm theo phương trình (5.71):

$$x_w = \frac{\frac{22,4}{18} m_a}{V_m \times \frac{273}{273 + \theta_m} \times \frac{P_a + P_m - P_v}{760} \times \frac{22,4}{18} m_a} \times 100 \quad (5.71)$$

trong đó: x_w – thể tích của hơi nước trong khí đốt ẩm, %;

m_a – khối lượng ẩm hấp thụ, g;

V_m – thể tích khí hấp thụ đọc trên đồng hồ đo khí;

θ_m – nhiệt độ của khí đốt, °C;

P_a – áp suất khí quyển, mmHg;

P_m – áp suất máy đo khí hút, mmHg;

P_v – áp suất hơi nước bão hoà, mmHg.

5.4.2.6. Hệ thống thu gom bụi

Trong hệ thống tập trung bụi người ta sử dụng thiết bị lọc. Thiết bị lọc có hiệu suất hơn 99% và tương hợp về phương diện hoá học với thành phần khí đốt trong khi sử dụng.

Đặc tính của vật liệu lọc được chỉ ra ở bảng 5.13. Sợi silicat được sử dụng rộng rãi cho máy lọc và ống bụi, do có khả

năng chịu nhiệt cao và hấp thụ khí thấp hơn. Vật liệu lọc fluoroplastic không chịu được nhiệt và đặc biệt hấp thụ khí hoặc mùi ít hơn, khả năng chống thấm cao và chịu nhiệt thấp bằng 250°C. Sợi thủy tinh được sử dụng trong máy lọc và ống bụi, nó có khả năng chịu nhiệt cao.

Hệ thống lấy mẫu bụi bao gồm các bộ phận thu gom bụi, hút khí và đo đặc hấp thụ khí. Hệ thống với bộ phận thu gom bụi bên trong đường ống được gọi là loại I và hệ thống với bộ phận thu gom bụi bên ngoài đường ống là loại II. Nếu nhiệt độ khí đốt quá cao và hệ thống thu gom bụi không thể chịu được người ta sử dụng loại II.

Song loại II có ống hút dài từ điểm vào của khí đến bộ phận thu gom bụi, làm cho bụi tác động vào thành ống. Vì vậy loại I được sử dụng với thiết bị lọc bằng sợi silicat và ống bụi nếu nhiệt độ khí đốt cao.

**Bảng 5.13. Đặc tính của vật liệu
làm thiết bị thu gom và lọc bụi**

	Vật liệu làm thiết bị thu gom bụi				Ống thu gom bụi	
	Vật liệu bằng sợi thủy tinh	Vật liệu bằng sợi silic	Vật liệu bằng chất dẻo	Màng	Sợi Thủy tinh	Sợi silicat
Khả năng chịu nhiệt	< 500°C	< 1000°C	< 250°C	< 110°C	< 500°C	< 1000°C
Độ hút ẩm	Thấp	Thấp	Rất nhỏ	Thấp	Thấp	Thấp
Trở kháng lọc	Thấp	Thấp	Cao	Cao	Cao	Cao

5.4.2.7. Tính toán nồng độ bụi

Nồng độ bụi trong khí đốt được tính theo khối lượng bụi (g) có trong 1 m³ khí khô ở điều kiện tiêu chuẩn (0°C, 760 mmHg) theo phương trình (5.72):

$$C_N = \frac{m_d}{V'_N} \quad (5.72)$$

trong đó: C_N – nồng độ bụi trong khí đốt theo khối lượng khô, g/m³ tiêu chuẩn;

m_d – khối lượng bụi thu gom, g;

V'_N – thể tích khí hút, khối lượng khô, hiệu chỉnh về điều kiện tiêu chuẩn, m³.

Nồng độ bụi trong khí nhiên liệu khô tính trung bình qua mặt cắt ngang ống được tính toán từ phương trình (5.73) sử dụng nồng độ bụi trong mỗi phần chia:

$$\bar{C}_N = \frac{C_{N1}A_1v_1 + C_{N2}A_2v_2 + \dots + C_{Nn}A_nv_n}{A_1v_1 + A_2v_2 + \dots + A_nv_n} \quad (5.73)$$

trong đó: $\bar{C}_N$ – tổng nồng độ bụi trung bình theo diện tích mặt cắt ngang, g/m³ tiêu chuẩn;

$C_{N1}, C_{N2}, \dots, C_{Nn}$ – nồng độ bụi ở mỗi phần chia, g/m³ tiêu chuẩn;

$A_1, A_2, \dots, A_n$ – diện tích mỗi phần chia, m²;

$v_1, v_2, \dots, v_n$ – tốc độ khí trong mỗi phần chia, m/s.

Tổng khối lượng bụi trên một đơn vị thời gian trong dòng khí được tính theo phương trình (5.74):

$$S = \bar{C}_N Q'_N \times 10^{-3} = \bar{C}_N Q_N \left(1 - \frac{x_w}{100}\right) \times 10^{-3} \quad (5.74)$$

trong đó: S – tổng khối lượng bụi (phát thải), kg/h;

$\bar{C}_N$ – tổng nồng độ trung bình theo diện tích mặt cắt ngang, g/m³ tiêu chuẩn;

Q'_N – thể tích lưu lượng khí đốt theo khối lượng khô ở điều kiện tiêu chuẩn, m³/h;

Q_N – thể tích lưu lượng khí đốt theo khối lượng ướt ở điều kiện tiêu chuẩn, m³/h;

x_w – phần trăm thể tích hơi nước trong khí đốt theo khối lượng ướt, %.

5.4.3. Phương pháp đo đặc ô nhiễm khí trong môi trường

Các chất gây ô nhiễm khí bao gồm lưu huỳnh dioxyt, nitơ oxyt, bụi, các hạt và các chất độc từ nguồn ổn định từ các nhà máy sản xuất, nhà máy điện và các chất ô nhiễm gồm nitơ oxyt, cacbon monooxyt, hydrocacbon từ nguồn di động của các phương tiện vận tải.

Nói chung, nồng độ trong khí quyển của các chất theo tiêu chuẩn môi trường thấp đến nỗi khó đo được chính xác. Theo tài liệu có liên quan đến các tiêu chuẩn môi trường của Tổ chức Môi trường đưa ra năm 1973, sử dụng phương pháp phân tích bằng thiết bị phân tích liên tục cho từng chất như trong bảng 5.14 cũng được dùng trong tiêu chuẩn JIS, bao gồm cả phương pháp phân tích liên tục để bổ sung số liệu cho tiêu chuẩn môi trường.

5.4.3.1. Các hạt

Các hạt trong khí quyển được phân theo hai loại sau:

- Các hạt tương đối thô rơi trên mặt đất hình thành bụi lắng;
- Các hạt mịn trong khí quyển hình thành bụi lơ lửng.

Trước tiên hình thành bụi lắng sau đó hình thành bụi lơ lửng. Bụi lắng không được chỉ rõ trong tiêu chuẩn môi trường. Chỉ những hạt bụi lơ lửng có đường kính nhỏ hơn 10 μm được đề cập, chúng được gọi là các hạt vật chất huyền phù.

a) Phương pháp đo bụi lắng

Bụi lắng được đo bằng thiết bị lắng bụi, gồm một phễu tiêu chuẩn bằng thủy tinh lớn, một chai thủy tinh lớn, một ống nhựa vinyl với một số phễu nối với phễu lớn, chai và một giá đỡ thép giữ những bộ phận trên.

Thông thường, thiết bị lắng bụi được đặt đứng tại vị trí đo trong một tháng để hứng bụi rơi xuống mặt đất. Loại bỏ lá cây và côn trùng. Lấy 250 ml dung dịch nổi trên mặt (lấy nước nhỏ giọt nếu dung dịch nổi không có sẵn) trong chai, rửa sạch bên trong phễu và ống nhựa với dung dịch sử dụng trong ống buret để loại bỏ bụi dính vào phễu.

Bảng 5.14. Tiêu chuẩn môi trường của Nhật Bản

Các chất	Tiêu chuẩn môi trường
Lưu huỳnh	Nồng độ trung bình ngày tính theo giờ không vượt quá 0,04 ppm và nồng độ giờ không vượt quá 0,1 ppm
Cacbon monoxyt	Nồng độ trung bình ngày tính theo giờ không vượt quá 10 ppm và nồng độ giờ tính trung bình trong 8 giờ không vượt quá 20 ppm
Hạt lơ lửng	Nồng độ trung bình ngày tính theo giờ không vượt quá 0,1 mg/m^3 và nồng độ giờ không vượt quá 0,2 mg/m^3
Chất oxy hóa quang hóa	Nồng độ giờ không vượt quá 0,06 ppm
Nitơ dioxyt	Nồng độ trung bình ngày tính theo giờ trong khoảng từ 0,04 đến 0,06 ppm

Bảng 5.15. Các phương pháp đo nồng độ môi trường

Phương pháp Chất ô nhiễm	Phương pháp tiêu chuẩn môi trường	Phương pháp JIS	Phương pháp tham khảo JIS
Lưu huỳnh đioxyt	Đo độ dẫn	Đo độ dẫn hấp thụ Đo bằng Culông Sự phát huỳnh quang tia tử ngoại	
Cacbon monooxyt	Không hấp thụ tia hồng ngoại	Không hấp thụ tia hồng ngoại	
Nitơ đioxyt	Thiết bị hút sử dụng chất phản ứng Saltzman	Thiết bị hút sử dụng chất phản ứng Saltzman Sự phát quang bằng phản ứng hoá học	
Chất oxy hoá quang hoá	Thiết bị hấp thụ hoặc đo Culông sử dụng kali iodua trung hoà	Thiết bị hấp thụ Thiết bị đo Culông Sự phát quang bằng phản ứng hoá học Sự hấp thụ tia tử ngoại	Ion hoá hydro Kiểm soát khả năng điện phân
Các hạt vật chất	Đo nồng độ bằng thiết bị lọc hoặc phương pháp tán xạ ánh sáng		
Hydrocacbon	Phương pháp đo hydrocacbon không metan (phương pháp trực tiếp)	Đo tổng lượng hydrocacbon Đo hydrocacbon không metan (phương pháp trọng lượng khác nhau) Đo hydrocacbon không metan (phương pháp trực tiếp) Phương pháp hydrocacbon hoạt tính	

Các mục cần phân tích đối với bụi lắng thu gom được bao gồm thể tích dung dịch, pH, tổng các chất không hoà tan được, phần tiêu tan và tổng các chất có thể hoà tan được. Trọng lượng bụi lắng được tính là tấn/(km².tháng) và được tính theo phương trình (5.75):

$$C = \frac{W}{\frac{\pi}{4} D^2} \cdot 10^4 \quad (5.75)$$

trong đó: C – trọng lượng bụi lắng, tấn/(km².tháng);

W – tổng trọng lượng, g;

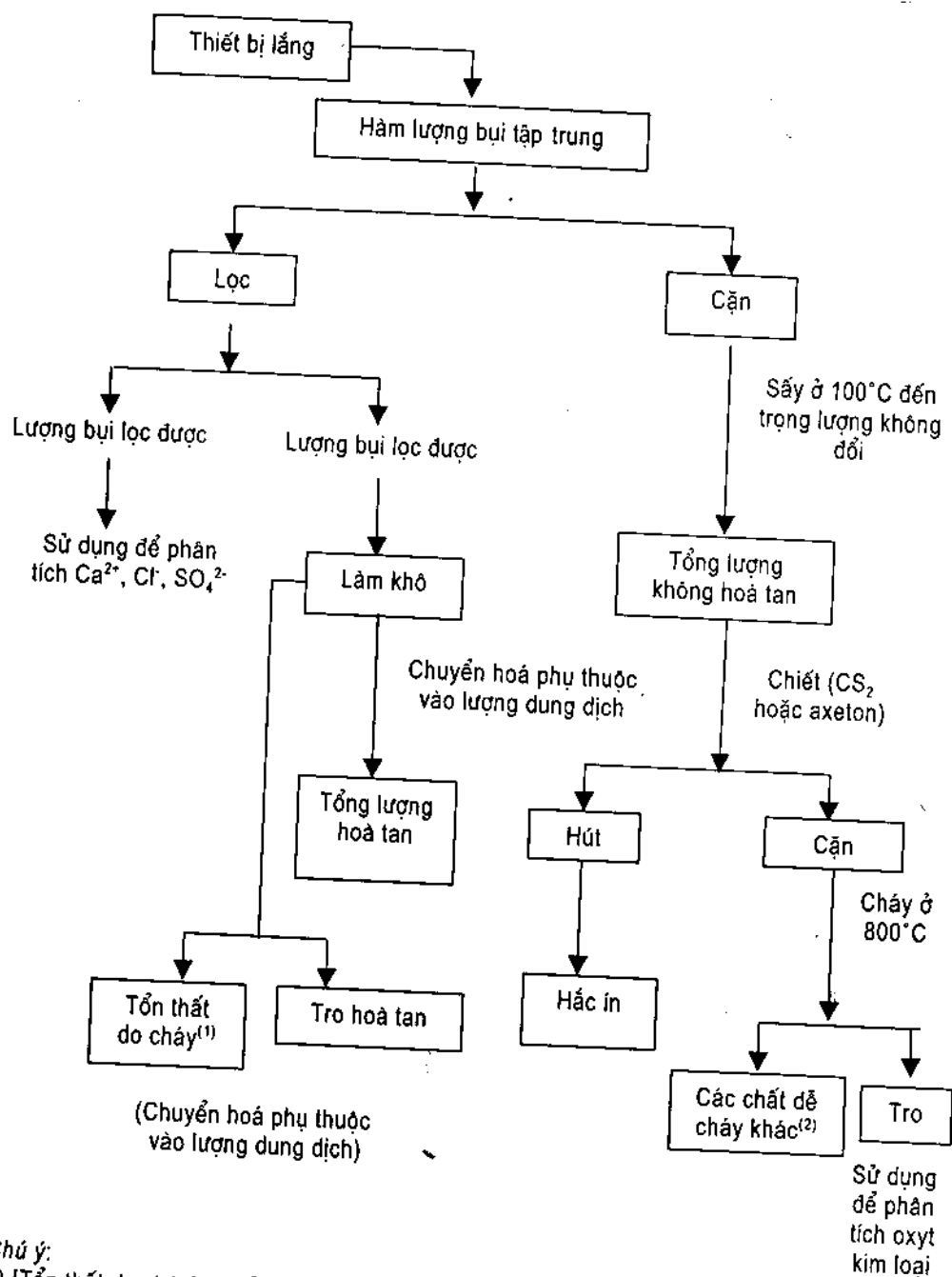
D – đường kính của thiết bị đo bụi, cm.

b) Phương pháp đo các hạt vật chất

Chỉ đo các hạt có đường kính nhỏ hơn 10 μm , vì thế phải loại ra các hạt lớn hơn trước khi đo bằng cách lắp đặt giá nhiều tầng trước bộ phận thu gom và hút không khí với tốc độ sao cho các hạt có kích thước lớn hơn 10 μm rơi vào ngăn đựng hoặc lắp bộ phận phân tách kiểu xyclon trước bộ phận thu gom để tách các hạt lớn hơn 10 μm .

• Phương pháp lấy mẫu không khí dung tích lớn

Hút không khí dung tích lớn và tập trung vào máy lọc. Lấy mẫu nên lấy trong nhà để ngăn ngừa sự xâm nhập của bụi lắng. Lấy mẫu liên tục trong 24 giờ với lưu lượng 1 đến 1,5 m³/phút. Hình 5.20 đưa ra sơ đồ lấy mẫu khí dung tích lớn.



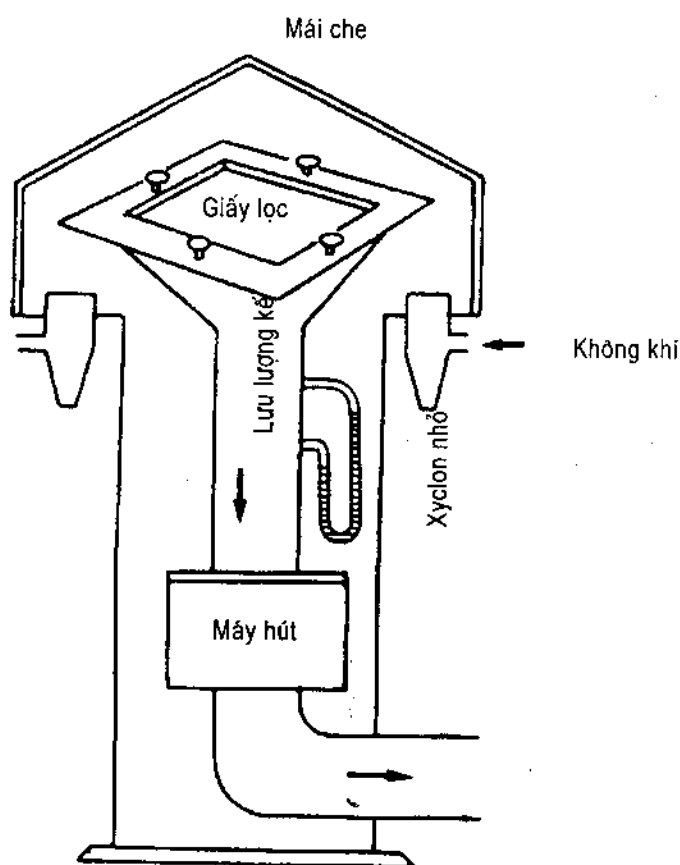
Chú ý:

1) [Tổn thất do cháy] = [Tổng trọng lượng chất không tan] - [Tro hoà tan]

2) [Các chất dễ cháy khác] = [Tổng trọng lượng chất không tan] - [Hắc ín] - [Tro]

Hình 5.19. Sơ đồ phân tích bụi lắng

Sử dụng thiết bị lọc có kích thước 20 cm x 25 cm, áp suất thấp, hút ẩm bình thường và hấp thụ khí kém. Có thể lọc bằng sợi thạch anh hoặc sợi thủy tinh. Trọng lượng chất sau khi lọc không đổi ở 20°C và cân chất lọc được chính xác đến 0,1 mg. Xác định khối phân tử chất bằng cách đo trọng lượng của chất lọc trước và sau khi lấy mẫu và sau đó đo nồng độ của phân tử chất trong khí quyển bằng cách chia khối lượng phân tử cho thể tích không khí được hút.



Hình 5.20. Thiết bị lấy mẫu khí dung tích lớn

• **Phương pháp phân tán ánh sáng (đo bụi bằng kỹ thuật số)**

Phương pháp này bao gồm cả các phần tử bức xạ trong phòng tối và đo sự phân tán ánh sáng các phần tử. Trọng lượng của phần tử được xác định từ quan hệ nồng độ khối và cường độ ánh sáng phân tán.

Cường độ ánh sáng phân tán khác nhau phụ thuộc vào tính chất vật lý, hệ số phản xạ, kích thước, hình dạng và trọng lượng riêng của hạt; vì vậy độ tương phản của khối yêu cầu bằng cách tạo ra các hạt tiêu chuẩn. Phương pháp này rất nhạy với độ ẩm do vậy yêu cầu phải khử ẩm.

• **Phương pháp cân bằng điện áp**

Phương pháp này dựa trên nguyên tắc tần số của máy tạo dao động tinh thể làm giảm khối vật chất tương xứng gắn vào máy dao động. Tần số đo được trước và sau khi tích điện bằng thiết bị dao động tinh thể, xác định được nồng độ hạt vật chất.

• **Phương pháp đo hấp thụ bằng tia beta**

Phương pháp này dựa trên nguyên tắc tia beta năng lượng thấp được hấp thụ bởi các vật chất tương xứng với khối vật chất. Giấy lọc chứa các phần tử nhạy cảm với tia beta và cường độ tia beta truyền được đo để xác định khối lượng phần tử.

5.4.3.2. Phân tích SO_2

Phương pháp ghi rõ các tiêu chuẩn môi trường sử dụng đo độ dẫn. Các thiết bị phân tích liên tục khác sử dụng để đo hấp thụ, sự phát quang của máy đo culông và tia cực tím được quy định trong tiêu chuẩn JIS (JIS B 7952 “Thiết bị phân tích SO_2 liên tục trong môi trường không khí”).

Các phương pháp này giống như phương pháp đo SO_2 trong khí sử dụng thiết bị phân tích liên tục không kể đến mẫu không khí đưa vào thiết bị phân tích sau khi bụi trong mẫu được thu hồi bằng máy lọc.

5.4.3.3. Phân tích NO_x

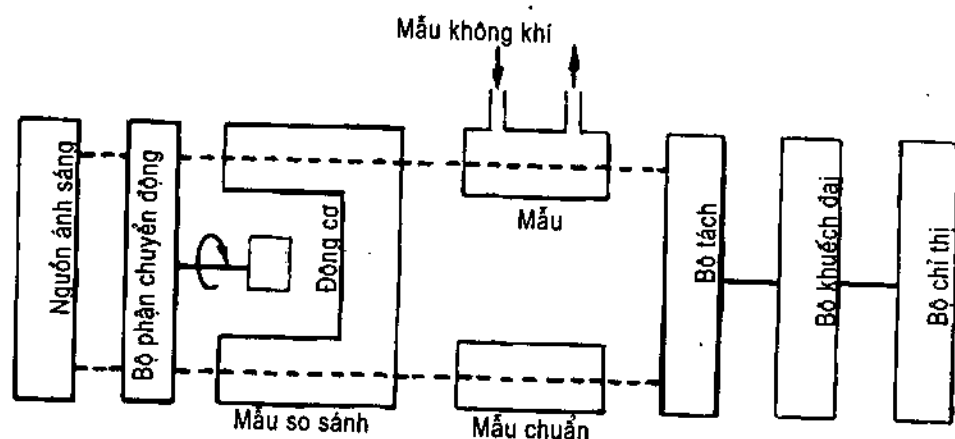
Các tiêu chuẩn môi trường đo hấp thụ sử dụng tác nhân Saltzman được đưa ra để đo NO_x trong khí quyển. Trong tiêu chuẩn JIS (JIS B 7952 “Thiết bị phân tích NO_x liên tục trong môi trường không khí”), đo hấp thụ bằng phát quang của phản ứng hoá học và bằng tác nhân Saltzman được quy định. Các thiết bị phân tích liên tục được sử dụng rộng rãi để đo NO_x trong khí quyển bằng đo hấp thụ Saltzman.

Trong khí quyển NO chuyển hoá thành NO_2 do quá trình oxy hoá. Tuy nhiên một phần NO không bị chuyển hoá và vì vậy cả NO và NO_2 đều có mặt trong khí quyển. Đo hấp thụ Saltzman về cơ bản là đo NO_2 . Phương pháp này yêu cầu oxy hoá NO thành NO_2 trước khi đo. NO đi qua bình hấp thụ đầu tiên không hấp thụ mà oxy hóa thành NO_2 trong bình oxy hoá chứa thuốc tím, sau đó bị hấp thụ trong bình hấp thụ và được đo hấp thụ. Thông thường đo bằng phương pháp này được thực hiện với chu kỳ 1 giờ và tốc độ hút khí là 300 ml/phút. Thể tích đã cho của dung dịch hấp thụ Saltzman từ 15 đến 50 ml được đựng vào chai màu, sau đó đưa mẫu không khí vào. Nhờ thực hiện phản ứng hóa học, đo được độ hấp thụ của dung dịch hấp thụ. Sau đó lấy hết dung dịch hấp thụ ra và rửa bình, tiếp theo lại đo. Quá trình đo được thực hiện bằng tự động hóa.

5.4.3.4. Phân tích CO

Phân tích CO trong khí quyển bằng cách đo hấp thụ tia hồng ngoại không khuếch tán trong các tiêu chuẩn đo môi trường cũng như

trong tiêu chuẩn JIS ("JIS B 7952 "Thiết bị phân tích CO liên tục trong môi trường không khí").



Hình 5.21. Thiết bị phân tích CO sử dụng đo hấp thụ tia hồng ngoại không khuếch tán

Các thành phần giao thoa có quang phổ nằm chồng lên dải hấp thụ tia hồng ngoại của CO làm đầy ô lọc giao thoa để khử sự giao thoa. Thực tế, CO₂ và hơi nước lấp đầy ô. Khí thải không hoạt động nhạy cảm với tia hồng ngoại như nitơ lấp đầy các ô tiêu chuẩn và CO lấp đầy máy dò.

Tia hồng ngoại không bị hấp thụ bởi các ô tiêu chuẩn nhưng lại bị hấp thụ bởi ô đo tỷ lệ nồng độ CO trong mẫu không khí. Máy dò tìm nhận cường độ tia hồng ngoại khác nhau từ bộ phận ngắt điện luân phiên và nhiệt độ hoặc áp suất của thiết bị dò thay đổi sao cho phù hợp. Sự thay đổi áp suất này được phát hiện bằng màng kim loại trong

máy dò và chuyển thành tín hiệu điện. Vì vậy, nồng độ CO trong ô đo có thể được xác định.

Hơi nước hấp thụ quang phổ qua toàn bộ dải hồng ngoại và giao thoa với độ hấp thụ hồng ngoại. Nhìn chung, thiết bị lọc giao thoa được sử dụng để loại trừ sự giao thoa của hơi nước. Sau khi thu hồi bụi, cho không khí mẫu đi qua dụng cụ làm ẩm để làm tăng độ ẩm rồi làm lạnh xuống đến nhiệt độ 1 đến 3°C duy trì độ ẩm trong mẫu không đổi. Quá trình này loại bỏ sự giao thoa của hơi nước bằng cách theo dõi ảnh hưởng của nó cho tới mức không đổi.

5.4.3.5. Chất oxy hoá

Chất oxy hoá là khái niệm chung bao gồm các chất oxy hoá như tổng chất oxy hoá, oxy quang hoá và ozon. Tổng chất oxy hoá là khái niệm chung đối với các chất giải phóng iod từ dung dịch KI trung hoà. Các chất còn lại sau khi thu hồi NO_2 từ tổng chất oxy hoá được gọi là oxy quang hoá. Các chất oxy hoá được xác định trong tiêu chuẩn môi trường bao gồm ozon, peroxyacetyl nitrat (PAN) và các chất oxy hoá khác được hình thành bằng phản ứng quang hoá. Các chất oxy hoá hầu hết được xem là ozon. Đo độ hấp thụ và độ dẫn sử dụng KI được xem như là các phương pháp để đo các chất oxy hoá. Trong tiêu chuẩn JIS ("JIS B 7952 "Thiết bị phân tích liên tục đối với các chất oxy hóa trong môi trường không khí"), đo độ hấp thụ bằng phát quang của phản ứng hoá học và tia tử ngoại được quy định bổ sung vào phần đo độ hấp thụ và đo độ dẫn. Bảng 5.16 đưa ra các phương pháp đo và các thành phần đo.

Bảng 5.16. Loại thiết bị phân tích

Loại thiết bị	Nguyên tắc	Chú thích
Thiết bị phân tích tổng chất oxy hoá liên tục	Đo độ hấp thụ Đo độ dẫn	Các dụng cụ đo nồng độ chất oxy hoá liên tục trong khí quyển Nồng độ chất oxy quang hoá được xác định bằng cách chuẩn nồng độ NO
Thiết bị phân tích ozon liên tục	Đo độ hấp thụ bằng phát quang của phản ứng hoá học và tia tử ngoại	Dụng cụ đo nồng độ ozon liên tục trong khí quyển

Trong bảng 5.16, nồng độ oxy quang hoá được tính từ phương trình:

$$A_{O_x} = C_{O_x} - (C_{NO_2} \cdot \frac{R_{NO_2}}{100} + C_{NO} \times \frac{R_{NO}}{100}) \quad (5.76)$$

trong đó: A_{O_x} - nồng độ oxy quang hoá, ppm;

C_{O_x} - nồng độ tổng oxy quang hoá, ppm;

C_{NO_2} - nồng độ NO_2 trong khí quyển, ppm;

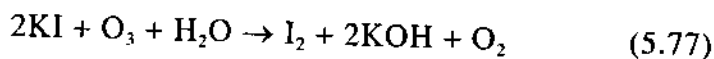
C_{NO} - nồng độ NO trong khí quyển, ppm;

R_{NO_2} - yếu tố ảnh hưởng của thiết bị phân tích NO_2 , %;

R_{NO} - yếu tố ảnh hưởng của thiết bị phân tích NO, %.

a) Đo độ hấp thụ

Khi ozon được hấp thụ trong dung dịch KI pH đậm, phản ứng xảy ra và giải phóng I_2 như sau:



Nồng độ chất oxy hoá được xác định bằng cách đo độ hấp thụ của I_2 tự do ở bước sóng xấp xỉ 365 nm. Trong thiết bị phân tích liên tục, mẫu không khí được đưa vào tiếp xúc với dung dịch hấp thụ (dung dịch KI trung hoà) với lưu lượng đã cho trong ống hấp thụ để hấp thụ chất oxy hoá trong mẫu khí thải. Dung dịch hấp thụ chứa I_2 tự do thông qua phản ứng oxy hoá được chuyển qua ô để đo độ hấp thụ. Nồng độ của chất oxy hoá được xác định bằng cách đo độ hấp thụ của dung dịch. Dung dịch hấp thụ được sử dụng như là dung dịch so sánh để tham khảo. NO trong không khí cũng chuyển thành NO_2 do quá trình oxy hoá và va chạm được xác định theo phương pháp giống như đo NO_2 ban đầu. Xác định các định mức dòng vào của NO_2 và NO trong phương pháp này bằng cách đưa NO_2 và NO đã biết có nồng độ cần thiết xấp xỉ 0,5 ppm vào tổng oxy hoá trước khi đo. Nhìn chung, định mức dòng vào của NO_2 và NO trong đo độ hấp thụ vào khoảng từ 3,3 đến 3,5% và từ 3,6 đến 5% tương ứng.

b) Đo độ dẫn

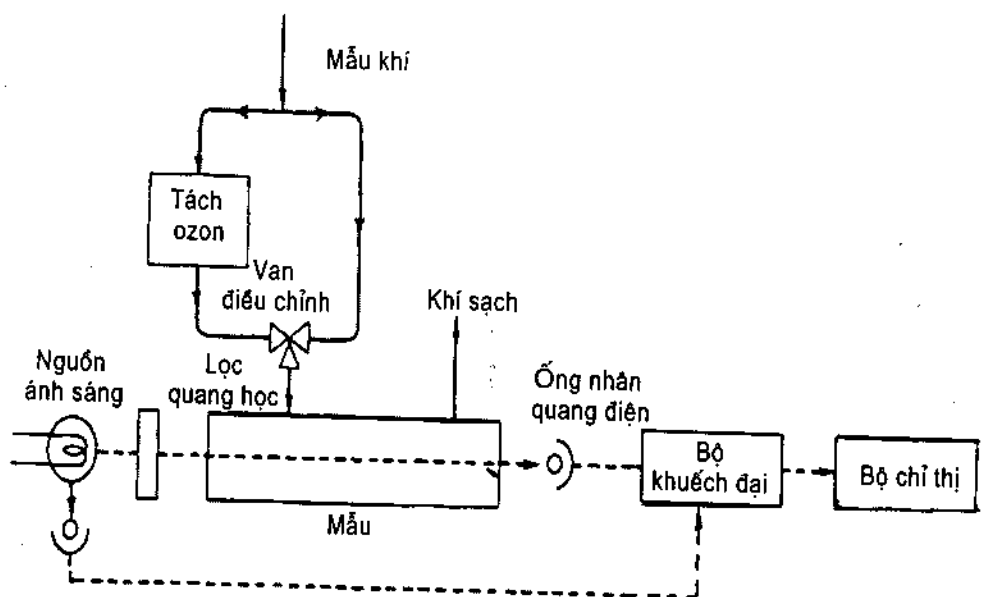
Khi mẫu không khí có chứa chất oxy hoá vào tiếp xúc với dung dịch hấp thụ KI trung hoà thì I_2 tự do tỷ lệ với nồng độ chất oxy hoá.

Trong quá trình đo độ dẫn, điện cực được nạp điện đến điện thế đã cho (0,2 đến 0,3 V) đặt trong dung dịch hấp thụ trước khi phản ứng với chất oxy hoá và duy trì trong trạng thái phân cực, bề mặt điện cực được phủ bằng H_2 hình thành qua phản ứng $[2H^+ + 2e^- \rightarrow H_2]$. Khi I_2 tự do đi vào dung dịch ngay lập tức phản ứng với chất oxy hoá và hình thành HI. Thông thường H_2 phủ lên điện cực được thu hồi và xuất hiện dòng điện. Nồng độ chất oxy hoá được xác định bằng cách đo dòng điện này.

c) Phương pháp phát quang của phản ứng hoá học

Phương pháp này dùng cho cả phản ứng ozon trong không khí và etylen, sự thu và sự nhận của phát quang bằng phản ứng hoá học với phổ phát quang gần 450 nm qua phản ứng trong bộ nhân quang điện và liên tục đo nồng độ ozon. Quá trình pha trộn thực hiện trong lò phản ứng gồm các ống kép đồng tâm, tại đó mẫu không khí được đưa vào ống trong với tốc độ từ 0,3 đến 1,5 l/phút và etylen đưa vào ống ngoài với tốc độ từ 25 đến 30 l/phút. Vì etylen là chất nổ và độc hại nên lượng etylen còn lại sau phản ứng phải được làm sạch khi ra khỏi thiết bị phân tích. Thông thường, lượng etylen này được thu hồi bằng đốt xúc tác.

d) Đo độ hấp thụ tia tử ngoại



Hình 5.22. Sơ đồ cấu tạo thiết bị hấp thụ tia cực tím

Ozon có chiều dài bước sóng hấp thụ quang phổ tia tử ngoại xấp xỉ 254 nm. Phương pháp này sử dụng nguyên tắc hấp thụ để đo nồng độ ozon liên tục trong mẫu không khí.

Trong dải hấp thụ tử ngoại, không có hấp thụ bằng NO. Hệ số hấp thụ của SO_2 và NO_2 thấp hơn ozon là 2. Vì vậy phương pháp này không nhạy cảm với sự giao thoa của các khí có mặt trong mẫu.

Mẫu không khí đi qua hai quá trình luân phiên nhau: trực tiếp qua ô mẫu và sau đó qua ô của thiết bị phân ly ozon, trong mẫu khí thải. Chất hấp thụ được đo trong từng trường hợp và nồng độ ozon trong mẫu khí thải được xác định từ sự chênh lệch của hai cách đo.

5.4.3.6. Hydrocacbon

Hydrocacbon trong khí quyển gồm nhiều thành phần và nồng độ của từng hydrocacbon rất thấp. Vì vậy, để đo từng hydrocacbon các phép đo đã lựa chọn không thực hiện được, chỉ đo được hydrocacbon ở dạng tổng hydrocacbon và hydrocacbon không metan.

Metan có nồng độ cao nhất trong số các hydrocacbon có trong khí quyển. Chất khí thải này không hoạt tính và không ở dạng oxy hoá khi đưa tia tử ngoại vào nitơ oxyt NO_x . Người ta tách tổng hydrocacbon thành hydrocacbon metan và hydrocacbon không metan để đánh giá ảnh hưởng của hydrocacbon trong sự tạo thành sương mù do quang hoá.

Trong tiêu chuẩn môi trường, phương pháp đo hydrocacbon không metan (phương pháp đo trực tiếp) được thực hiện để đo hydrocacbon. Tiêu chuẩn JIS ("JIS B 7952 "Thiết bị phân tích hydrocacbon liên tục trong môi trường không khí") sử dụng phương pháp đo tổng hydrocacbon, phương pháp đo hydrocacbon không metan và phương pháp đo hydrocacbon hoạt tính.

Tất cả các phương pháp trên sử dụng thiết bị dò ion hoá bằng lửa (FID) để phát hiện hydrocacbon. Phụ thuộc vào ngọn lửa H_2 đưa vào mà hydrocacbon bị ion hoá bằng năng lượng của ngọn lửa và dòng ion bắt đầu chạy giữa các điện cực được làm mạnh lên qua ngọn lửa.

Dòng ion này tỷ lệ với số nguyên tử cacbon trong lửa và lại trong vùng nồng độ cacbon rộng. Nồng độ hydrocacbon được xác định bằng cách đo cường độ dòng này.

Tiếp theo, các phương pháp đo hydrocacbon khác nhau được mô tả dưới đây.

a) Phương pháp đo hydrocacbon không metan (phương pháp đo trực tiếp)

Metan và hydrocacbon không metan là chỉ số của phản ứng quang hoá và được đo một cách riêng rẽ.

Metan trong mẫu không khí được tách bằng sắc ký khí và được đưa vào detector ion hoá bằng lửa hydro (FID) để đo nồng độ. Mặt khác, hydrocacbon không metan trong thiết bị FID được đưa vào bằng quá trình di chuyển các chất thu gom được trong sắc ký khí, sau khi tách trực tiếp metan ra và đo nồng độ của metan. Nồng độ của toàn bộ hydrocacbon được xác định như là tổng nồng độ của metan và hydrocacbon không metan. Chu trình đo của phương pháp này từ 5 đến 10 phút.

b) Phương pháp đo tổng hydrocacbon

Mẫu không khí đi qua thiết bị dò ion hoá bằng lửa (FID) để đo nồng độ tổng hydrocacbon. Thời gian đo từ 5 đến 10 phút và phải có người điều khiển trung bình 1 giờ một lần.

c) Phương pháp đo hydrocacbon hoạt tính

Hydrocacbon hoạt động là nhóm các hợp chất hydrocacbon không bão hoà, ví dụ như olefin hydrocacbon, axetyl hydrocacbon và hợp chất hydrocacbon thơm. Những hợp chất hydrocacbon này phản ứng trực tiếp trong phản ứng quang hoá và hoạt động có tính quang hoá. Nồng độ các hợp chất hydrocacbon hoạt động được đo bằng cách sử dụng thiết bị phân tích tổng hydrocacbon: đo nồng độ hydrocacbon tổng trong mẫu khí hoặc đo nồng độ còn lại (nồng độ dư) của hydrocacbon sau khi chuyển hydrocacbon hoạt động sang máy lọc. Nồng độ của hydrocacbon hoạt động được xác định từ sự chênh lệch giữa hai phép đo này.

5.4.4. Thu gom và xử lý bụi chất thải rắn

5.4.4.1. Thu gom và xử lý bụi than đá

a) Mô tả quá trình

Than được vận chuyển bằng tàu, được bốc dỡ xuống bằng máy xúc và được lưu trữ trên mặt đất. Trong một số trường hợp có thể trữ than trong các kho chứa vì nếu trữ than mịn ngoài trời có thể bị gió thổi đi.

Quá trình chuyển than xuống xà lan thông qua các thiết bị vận chuyển có thể gây phát thải đáng kể, đặc biệt khi sử dụng thiết bị cũ. Than thường có hàm lượng ẩm từ 8 đến 10%.

b) Phát thải

Phát thải bụi từ quá trình xử lý và trữ than chủ yếu phụ thuộc vào:

- Điều kiện thời tiết (chủ yếu là tốc độ gió);
- Độ ẩm của than.

Qua nghiên cứu thấy rằng, sự phát thải tự nhiên có thể xem như là hiện tượng ban đầu. Khi tốc độ phát thải nhỏ hơn tốc độ gió thì phát thải bụi không đáng kể, nhưng khi tốc độ phát thải lớn hơn tốc độ gió thì phát thải tăng lên nhanh chóng cùng với sự tăng tốc độ gió. Với thời gian phát thải trung bình dài hơn khoảng 24 giờ thực tế sẽ có mối quan hệ tuyến tính giữa tốc độ gió trung bình và tốc độ phát thải trung bình.

Điều này có nghĩa là phát thải xảy ra trong giai đoạn tương đối ngắn, tại đó tốc độ gió đạt đến tốc độ lớn nhất. Các nghiên cứu về ảnh hưởng độ ẩm của than tới quá trình phát thải bụi cho thấy sự phát thải bụi phụ thuộc nhiều vào độ ẩm. Khi độ ẩm tăng từ 0 đến 8% sẽ làm cho phát thải bụi giảm gần tới mức 100%.

c) Định mức phát thải

Bảng 5.17. Định mức phát thải trong kho chứa và xử lý than

Trữ than ⁽¹⁾	1 ÷ 10 g/m ² ngày
Xử lý than ⁽²⁾	5 ÷ 20 g/tấn

Ghi chú: 1) ở độ ẩm 6 – 8 % và tốc độ gió từ 5 – 8 m/s; 2) ở độ ẩm 6 – 8%.

d) Nguồn số liệu

Định mức phát thải trong kho chứa than trên đây chỉ là tính toán gần đúng dựa vào phép đo không khí mở và phép đo theo mô hình bằng thông gió, và được xem như là giá trị trung bình năm. Định mức phát thải đối với việc xử lý than dựa vào các kết quả nghiên cứu.

5.4.4.2. Tích trữ và xử lý quặng

a) Mô tả quá trình

Quặng được vận chuyển bằng tàu và dùng cần cẩu đưa xuống xà lan. Từ xà lan quặng theo băng tải được chất thành đống hoặc tích trữ trực tiếp thành các lớp hỗn hợp trộn với quặng từ nơi khác mang đến.

b) Phát thải

Phát thải bụi từ quặng do gió thổi đi trong quá trình tích trữ và xử lý; phát thải vào nước xảy ra khi quặng rơi vãi trong quá trình bốc dỡ hàng.

Khi tích trữ, phát thải bị ảnh hưởng bởi:

- Tốc độ gió;
- Độ ẩm của quặng;
- Quá trình tích trữ quặng: quặng dễ bị gió thổi đi khi trữ trong thời gian dài.

Khi trữ quặng mà tốc độ gió nhỏ hơn tốc độ gió tới hạn thì phát thải bụi không đáng kể. Độ lớn của tốc độ gió tới hạn phụ thuộc vào độ ẩm của quặng. Với thời gian trung bình là 24 giờ thì quan hệ giữa tốc độ gió trung bình và phát thải trung bình là quan hệ tuyến tính. Trong xử lý quặng, phát thải cũng phụ thuộc vào tốc độ gió.

Khi đặt các màn chắn gió ở ba hướng trên xà lan có thể làm giảm tốc độ gió từ 40 đến 60% so với khi không đặt màn chắn gió. Sử dụng băng tải giảm tốc độ gió trên băng tải tới 30% giá trị tốc độ gió ban đầu bằng nếu dùng nửa màn chắn gió.

c) Định mức phát thải

Định mức phát thải trong tích trữ và xử lý quặng được đưa ra trong bảng 5.18.

Bảng 5.18. Định mức phát thải

Kho chứa	
Quặng tảng thành đồng	5 g/m ² /ngày
Quặng mịn và tập trung thành đồng	10 g/m ² /ngày
Hỗn hợp quặng	10 g/m ² /ngày
Xử lý quặng	
Quặng sắt	40 ÷ 200 g/tấn

Các định mức phát thải trên áp dụng cho quặng có độ ẩm cao hơn 6% và tốc độ gió từ 5 đến 8 m/s.

5.4.4.3. Máy trục lúa và các nguyên liệu thô

Máy trục lúa được chia thành hai loại: loại chuyên dụng và loại không chuyên dụng. Xử lý lúa và nguyên liệu thô trong các ngành công nghiệp chuyên dụng có hạn chế, còn trong các ngành công nghiệp không chuyên dụng cũng xử lý như các loại hàng hoá khác.

a) Mô tả quá trình

• Hoạt động ở hải cảng

Lúa và các loại ngũ cốc kể cả bột sắn được sử dụng như là nguyên liệu thô của con người và là thức ăn tổng hợp được vận chuyển bằng tàu. Ở hải cảng các tàu bốc dỡ lúa và chuyển xuống xuống.

• *Các mắt xích trong dây chuyền vận chuyển*

Ở hải cảng các mắt xích trong dây chuyền vận chuyển bao gồm:

- Buồng trên xuống;
- Buồng trên xà lan;
- Xilô của các xuống.

Bốc dỡ từ xuống vào xilô ở sâu trong đất liền sử dụng mắt xích khác trong dây chuyền vận chuyển.

Xilô đóng vai trò quan trọng khi liên kết các kế hoạch trong vận chuyển và kế hoạch chuyển tàu. Trong xilô, lúa được làm sạch, sấy khô và xì hơi (thực hiện xì hơi để kiểm soát ký sinh trên lúa).

Trong các xilô, lúa có thể được trộn để đạt chất lượng theo yêu cầu. Từ xilô trên tàu, nguyên liệu được chuyển lên xuống.

Ở các hải cảng hàng hoá được chuyển trực tiếp từ tàu chuyên chở lên xuống.

Nguyên liệu thô được chuyển đến các thiết bị xử lý trên xuống. Cuối cùng có thể được chia nhỏ ra thành:

- Thiết bị chứa thức ăn tổng hợp;
- Thiết bị chứa dầu ăn;
- Thiết bị chứa bột mì;
- Các thiết bị khác như thiết bị chứa bột ngô và nơi ủ rượu bia.

• *Thiết bị chuyển tàu*

Tại các cảng, hàng hoá và thiết bị được chuyên chở và bốc dỡ bằng các phương tiện vận tải đường thủy hoặc cầu lên bờ vận tải bằng đường bộ.

• *Phương tiện sử dụng để bốc xếp hàng hóa*

Hiện nay có hai loại phương tiện dùng để bốc xếp hàng hoá là cần cầu dùng cơ học và phương tiện dùng khí nén, giữa cần cầu cơ và phương tiện dùng bằng khí nén có sự khác nhau. Dưới đây trình bày cách bốc xếp hàng của các loại phương tiện này. Bốc dỡ bằng cần cầu cơ học được thực hiện bằng băng chuyền, ở đó nguyên liệu được bốc dỡ từ các khoang của thiết bị chuyên chở. Cần cầu được sử dụng đối với những chất có đặc tính bám dính như dầu dừa và một số chất dẫn xuất không thể được bốc dỡ bằng phương tiện dùng khí nén.

Đầu tiên vận chuyển bằng khí nén được dùng để vận chuyển lúa và cũng được sử dụng để bốc dỡ các chất dẫn xuất.

Vận chuyển gạo bằng khí làm việc trong môi trường chân không được tạo ra nhờ các máy nén chạy bằng động cơ diesel hoặc bằng động cơ điện.

Các lỗ hút trên ống hút nằm phía dưới của các khoang chứa lúa trên tàu. Lúa được chuyển qua các ống hút với tốc độ cao và đi vào các thùng chứa. Vì khoang có đường kính lớn hơn các ống hút, do đó tốc độ khí giảm dần, lúa không ở lâu trong không khí mà hạ xuống ngay. Bụi trong lúa vẫn còn bốc bay trong không khí và được tập trung trong bộ phận thu gom qua vải lọc.

Lúa đưa xuống xà lan bằng các kênh vận chuyển và được đưa lên cân. Sau khi cân lúa được bốc xuống các xà lan thấp hơn, từ đó chuyển qua các ống để đưa xuống xuống.

• *Hoạt động của các tàu chuyển hàng trong đất liền*

Trong đất liền có một số lượng lớn các phương tiện tàu chuyển được đặt ở các đường thủy hoặc đường bộ. Các nguyên liệu thô đã đề cập ở trên được vận chuyển đến bằng xuồng. Hàng hoá trên thuyền

được bốc dỡ bằng cần cẩu hoặc bằng hệ thống vận chuyển bằng khí nén lên xà lan hoặc xilô. Nguyên liệu thô trên xà lan có thể được bốc dỡ để phục vụ trực tiếp cho khách hàng.

Ngoài ra còn có sự chuyển tải đối với các nguyên liệu thô như: lúa, hạt giống và đậu. Các hoạt động này chủ yếu vào tháng 7 và 8, các sản phẩm này được đưa tới các bè và bốc dỡ vào các kho. Ở đây nguyên liệu thô có thể được làm sạch và được sấy khô. Trong thời gian này các sản phẩm được chuyển từ xilô và các kho ở vịnh đến khách hàng bằng đường bộ hoặc đường thủy.

b) Sự phát thải

Nguyên liệu thô và các sản phẩm cuối cùng phát sinh bụi phụ thuộc vào quá trình lưu trữ và xử lý chúng. Để tránh phải đưa ra định mức phát thải riêng thì phải xác định được tất cả các nguyên liệu thô và các sản phẩm cuối cùng. Nguyên liệu được chia thành ba nhóm:

- Ngũ cốc, hạt giống, đậu... phát thải bụi từ các nhóm này chủ yếu từ các chất bẩn có trong hàng hoá.

Định mức phát thải được đưa ra là giá trị trung bình và có thể được xác định chính xác đối với các sản phẩm như lúa mạch, hạt ngũ cốc ẩm... những sản phẩm này trong quá trình làm sạch phát sinh ra bụi nhiều hơn ngô khô nhập khẩu.

- Các nguyên liệu dân xuất (kể cả bột sắn). Về mặt số lượng thì các nguyên liệu này có một số lượng lớn, gồm có bông, hạt giống, hạt, cùi, hạt đậu phộng... Nhóm này có chứa các nguyên liệu với tốc độ phát thải bụi phù du cao không giống nhau, định mức phát thải được đưa ra đối với từng trường hợp.

- Bột sắn và các thức ăn khô cho gia súc (cỏ) có chứa bụi cao hơn các nguyên liệu dẫn xuất. Vì vậy các nguyên liệu thô được phân loại thành các nhóm riêng biệt.

c) Hệ số phát thải

Bảng 5.19 đưa ra hệ số phát thải trong các quá trình vận chuyển hạt ngũ cốc, hạt giống và các nguyên liệu sản xuất thức ăn chăn nuôi.

Bảng 5.19. Hệ số phát thải (g bụi/ tấn sản phẩm)

Phương tiện vận chuyển	Bộ phận phát sinh ra bụi	Ngũ cốc	Nguyên liệu dẫn xuất	Bột sắn
Hệ thống chạy bằng hơi	Sự thoát khí của khoang tàu bằng quạt gió	$0 \div 20$	$0 \div 10$	$20 \div 40$
		$0 \div 2$	$0 \div 1$	$2 \div 4$
Hệ thống máy xúc	Máy xúc hàng hoá từ khoang tàu	$200 \div 400$	$100 \div 200$	$400 \div 800$
	Thoát khí từ kho than	$10 \div 20$	$0 \div 10$	$20 \div 40$
	Kho than không thoát khí	$100 \div 200$	$50 \div 100$	$200 \div 600$
Sấy lúa ⁽¹⁾	Thiết bị sấy khô bằng quạt	$5 \div 20$		
Làm sạch lúa	Quạt	$50 \div 200$		
Chất hàng lên xe và tàu lớn	Khoang chở hàng	$50 \div 500$	$100 \div 1000$	$200 \div 1000$

Ghi chú: ¹⁾ Sấy lúa bằng không khí nóng sinh ra phát thải khí từ thiết bị đốt bằng khí đốt hoặc dầu.

Các chất phát thải được chỉ ra phụ thuộc vào đặc tính nguyên liệu và tốc độ gió, khi thực hiện ở ngoài trời. Ảnh hưởng của tốc độ gió đến bụi có thể loại bỏ bằng cách cung cấp các thiết bị như: thiết bị xyclon khí, màng chắn gió, nắp đậy bằng cao su, ống bằng cao su... Bảng 5.20 đưa ra hệ số phát thải đối với trường hợp sử dụng dầu diesel cho động cơ diesel.

Bảng 5.20. Hệ số phát thải (g/l dầu)

CO	16,8
C_xH_y	4,2
NO_x	29,4
SO_2	12,6
Muội	3,0

5.4.4.4. Lưu trữ và xử lý phân bón dạng hạt

a) Mô tả quá trình

Phân bón dạng hạt thường được vận chuyển bằng tàu chở hàng đến các đại lý, từ đây phân bón theo kênh phân phối đến nơi tiêu dùng.

Bốc dỡ phân bón từ tàu thường được thực hiện bằng cần cẩu, đổ xuống xà lan, sau đó được trữ trong các kho.

Một số loại phân bón được đóng túi để chuyển tới khách hàng. Số còn lại được vận chuyển tới khách hàng bằng xe tải.

Lưu ý: Phân bón ở dạng bột không có giá trị trong bán lẻ. Phân bón ở dạng lỏng cũng có giá trị về mặt thương mại như dạng dung dịch, nhưng không phát thải bụi trong khi xử lý.

b) Sự phát thải

Bụi hình thành trong quá trình bốc dỡ bằng cần cẩu và khi đóng gói, phát sinh bụi từ các kho chứa.

c) Hệ số phát thải

Bảng 5.21 đưa ra định mức phát thải trong quá trình lưu trữ và xử lý phân bón trong lưu thông phân bón.

Bảng 5.21. Hệ số phát thải (g/tấn phân bón)

Loại phân bón	Định mức
Canxi amoni nitrat; phân bón (N,P,P)	50
Superphosphat; phân bón kali tổng hợp	100

5.4.4.5. Tích trữ và xử lý kim loại, phế liệu

a) Mô tả quá trình

Khi kim loại được sử dụng trong mọi loại thời tiết thì xuất hiện sự ăn mòn. Các tấm kim loại sau khi sản xuất được chất ở ngoài trời gây ra gỉ. Vì vậy trong phân phối sản phẩm thì các sản phẩm ăn mòn phải được thu hồi lại. Sau đó người ta xử lý thành kim loại lá, hoặc có thể được trữ ở ngoài trời và tiếp tục xử lý ăn mòn.

Từ quá trình xử lý nói trên, như tất cả các hình thức vận chuyển, một số sản phẩm ăn mòn thải ra trên mặt đất, trong quá trình bảo quản, gió, mưa cũng làm cho các sản phẩm ăn mòn thấm vào đất nên giảm được một phần chất thải do gió cuốn đi.

b) Sự phát thải

Xử lý bằng thủ công sẽ gây ra phát thải nhiều hơn trong bảo quản. Nhưng nếu sau một thời gian cất trữ, kim loại mới được vận

chuyển đi nơi khác thì sự phát thải xảy ra sẽ ít hơn trong trường hợp cất trữ trong thời gian dài.

Số liệu được đưa ra trong bảng 5.22. Các vật liệu này phát thải chất ô nhiễm phụ thuộc vào quá trình cất trữ và xử lý thủ công: với nhôm và các hợp kim nhôm tạo ra Al_2O_3 , SiO_2 ; với đồng tạo ra CuCO_3 và CuO , với kẽm và hợp kim của kẽm: ZnO và ZnCO_3 , với chì: PbO , PbCO_3 , với thép, quặng và gang nguyên chất tạo ra gỉ.

c) Hệ số phát thải

Bảng 5.22 đưa ra định mức phát thải đối với trường hợp kim loại và phế liệu được lưu trữ ở ngoài trời.

Bảng 5.22. Hệ số phát thải của các kim loại và hợp kim
(mg/h/tấn kim loại)

	Phế liệu và kim loại cũ	Kim loại mới
Nhôm và hợp kim nhôm	$450 + \frac{2600}{M}$	450
Đồng và hợp kim đồng (trơ)	$400 + \frac{2300}{M}$	400
Đồng đen	$400 + \frac{4600}{M}$	400
Kẽm và hợp kim kẽm	$2000 + \frac{4400}{M}$	2000
Chì	$100 + \frac{1500}{M}$	100
Thép trung tính	$1700 + \frac{20000}{M}$	$1700 + \frac{10000}{M}$
Quặng	Không cung cấp	$1200 + \frac{10000}{M}$
Gang	$1200 + \frac{6000}{M}$	1200

Ghi chú: M - số tháng tích trữ vật liệu. Nếu số tháng tích trữ không biết thì lấy là 3 tháng.

10% chất phát thải có thể được xem là phát thải vào khí quyển, phần còn lại phát thải vào nước.

Nguồn số liệu: Định mức phát thải đưa ra dựa vào tính toán.

5.5. TIÊU CHUẨN CHẤT LƯỢNG KHÔNG KHÍ

5.5.1. Tiêu chuẩn chất lượng môi trường không khí

5.5.1.1. Phạm vi áp dụng

Tiêu chuẩn này quy định giá trị giới hạn các thông số cơ bản (bao gồm bụi lơ lửng, CO, NO₂, SO₂, O₃ và chì) trong môi trường không khí.

Tiêu chuẩn này áp dụng để đánh giá chất lượng môi trường không khí và giám sát tình trạng ô nhiễm không khí.

5.5.1.2. Giá trị giới hạn

Giá trị giới hạn các thông số cơ bản trong môi trường không khí cho trong bảng 5.23.

**Bảng 5.23. Giá trị giới hạn các thông số cơ bản
trong môi trường không khí (mg/m³)**

STT	Thông số	Trung bình 1 giờ	Trung bình 8 giờ	Trung bình 24 giờ
1	CO	40	10	5
2	NO ₂	0,4	-	0,1
3	SO ₂	0,5	-	0,3
4	Pb	-	-	0,005
5	O ₃	0,2	-	0,06
6	Bụi lơ lửng	0,3	-	0,2

Ghi chú: Phương pháp lấy mẫu, phân tích tính toán kết quả xác định các thông số cụ thể quy định trong các TCVN tương ứng.

5.5.2. Nồng độ tối đa cho phép của một số chất độc hại trong môi trường không khí

5.5.2.1. Phạm vi áp dụng

Tiêu chuẩn này quy định nồng độ tối đa cho một số chất độc hại trong môi trường không khí bao gồm các chất vô cơ, hữu cơ... sinh ra từ các hoạt động kinh tế của con người.

Tiêu chuẩn này áp dụng để đánh giá chất lượng môi trường không khí và giám sát tình trạng ô nhiễm không khí.

Tiêu chuẩn này không áp dụng đối với không khí trong phạm vi các cơ sở sản xuất công nghiệp.

5.5.2.2. Giá trị giới hạn

Nồng độ tối đa cho phép của một số chất độc hại trong môi trường không khí cho trong bảng 5.24.

Bảng 5.24. Nồng độ tối đa cho phép của một số chất độc hại

STT	Tên chất	Công thức hóa học	Trung bình ngày đêm	Một lần tối đa
1	Acrylonitril	CH_2CHCN	0,2	-
2	Amoniac	NH_3	0,2	0,2
3	Anilin	$\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2$	0,03	0,05
4	Vanadi oxyt	V_2O_5	0,002	0,05
5	Asen (hợp chất vô cơ tính theo asen)	As	0,003	-
6	Asen hydrua (asin)	AsH_3	0,002	-

Tiếp bảng 5.24

STT	Tên chất	Công thức hóa học	Trung bình ngày đêm	Một lần tối đa
7	Axit axetic	CH_3COOH	0,06	0,2
8	Axit clohydric	HCl	0,06	-
9	Axit nitric	HNO_3	0,15	0,4
10	Axit sunfuric	H_2SO_4	0,1	0,3
11	Benzen	C_6H_6	0,1	1,5
12	Bụi chứa SiO_2			
	- SiO_2 85 đến 90%		0,05	0,15
	- Gạch chịu lửa 50% SiO_2		0,1	0,3
	- Ximăng 10% SiO_2		0,1	0,3
	- Đolômit 8% SiO_2		0,15	0,5
13	Bụi chứa amiăng		không	không
14	Cadimi (khói gồm oxyt và kim loại) theo Cd	Cd	0,001	0,003
15	Cacbon đisunfua	CS_2	0,005	0,03
16	Cacbon tetraclohua	CCl_4	2	4
17	Cloroform	CHCl_3	0,02	-
18	Chì tetraetyl	$\text{Pb}(\text{C}_2\text{H}_5)_4$	không	0,005
19	Clo	Cl_2	0,03	0,1
20	Benzidin	$\text{NH}_2\text{C}_6\text{H}_4\text{-C}_6\text{H}_4\text{NH}_2$	không	không

Tiếp bảng 5.24

STT	Tên chất	Công thức hóa học	Trung bình ngày đêm	Một lần tối đa
21	Crom kim loại và hợp chất	Cr	0,0015	0,0015
22	1, 2 - Dicloetan	$C_2H_4Cl_2$	1	3
23	DDT	$C_8H_{11}Cl_4$	0,5	
24	Hydro florua	HF	0,005	0,02
25	Formandehyt	HCHO	0,012	0,012
26	Hydro sunfua	H_2S	0,008	0,008
27	Hydro xyanua	HCN	0,01	0,01
28	Mangan và hợp chất (tính theo MnO_2)	MnO_2	0,01	
29	Niken (kim loại và hợp chất)	Ni	0,001	
34	Naphta (dầu mỏ nhẹ)	-	1	
35	Phenol	C_6H_5OH	0,01	0,01
36	Styren	$C_6H_5CHCH_2$	0,003	0,003
37	Toluen	$C_6H_5CH_3$	0,6	0,6
38	Tricloetylen	$CHCl=CCl_2$	1	4
39	Thuỷ ngân (kim loại và hợp chất)	Hg	0,0003	-
40	Vinyl clorua	$CH_2=CHCl$		13
41	Xăng	-	1,5	5
42	Tetracloetylen	C_2Cl_4	0,1	-

Ghi chú: Phương pháp lấy mẫu, phân tích, tính toán xác định từng thông số cụ thể được quy định trong các TCVN tương ứng.

5.5.3. Tiêu chuẩn khí thải công nghiệp đối với bụi và các chất vô cơ

5.5.3.1. Phạm vi áp dụng

Tiêu chuẩn này quy định nồng độ tối đa các chất vô cơ trong khí thải công nghiệp (tính bằng mg/m^3 khí thải) khi thải vào môi trường không khí.

Khí thải công nghiệp nói trong tiêu chuẩn này là khí và khí có chứa bụi do các quá trình sản xuất, kinh doanh, dịch vụ và các hoạt động khác tạo ra.

Tiêu chuẩn này áp dụng để kiểm soát nồng độ các chất vô cơ và bụi trong thành phần khí thải công nghiệp trước khi thải vào môi trường không khí.

5.5.3.2. Giá trị giới hạn

Danh mục và giá trị giới hạn nồng độ các chất vô cơ và bụi trong khí thải công nghiệp khi xả vào khí quyển phải phù hợp với quy định trong bảng 5.25.

Giá trị giới hạn ở cột A áp dụng cho các cơ sở đang hoạt động.

Giá trị giới hạn ở cột B áp dụng cho tất cả các cơ sở kể từ ngày cơ quan quản lý môi trường quy định.

Đối với khí thải của một số hoạt động sản xuất kinh doanh, dịch vụ đặc thù, khí thải vào khí quyển theo tiêu chuẩn riêng.

Giá trị giới hạn cho phép của bụi và các chất vô cơ trong khí thải công nghiệp xem bảng 5.26.

Bảng 5.25. Giới hạn tối đa cho phép của bụi và một số chất vô cơ trong khí thải công nghiệp (mg/m³)

STT	Thông số	Giá trị giới hạn	
		A	B
1	Bụi khô:		
	- Nấu kim loại	400	200
	- Bê tông nhựa	500	200
	- Xi măng	400	100
	- Các nguồn khác	600	400
2	Bụi:		
	- Chứa silic	100	50
	- Chứa amiăng	Không	Không
3	Antimon	40	25
4	Asen	30	10
5	Cadimi	20	1
6	Chi	30	10
7	Đồng	150	20
8	Kẽm	150	30
9	Clo	250	20
10	HCl	500	200
11	Flo, axit HF (các nguồn)	100	10
12	H ₂ S	6	2
13	CO	1500	500
14	SO ₂	1500	500
15	NO _x (các nguồn)	2500	1000
16	NO _x (cơ sở sản xuất axit)	4000	1000
17	H ₂ SO ₄ (các nguồn)	300	35
18	HNO ₃	2000	70
19	Amoniac	300	100

Ghi chú: Phương pháp lấy mẫu, phân tích, tính toán xác định từng thông số cụ thể được quy định trong các TCVN tương ứng.

5.5.4. Tiêu chuẩn khí thải công nghiệp đối với các chất hữu cơ

5.5.4.1. Phạm vi áp dụng

Tiêu chuẩn này quy định nồng độ tối đa của các chất hữu cơ trong khí thải công nghiệp (tính bằng mg/m^3 khí thải) khi thải vào không khí xung quanh .

Khí thải công nghiệp nói trong tiêu chuẩn này là khí do các quá trình sản xuất, kinh doanh, dịch vụ và các hoạt động khác tạo ra.

Tiêu chuẩn này áp dụng để kiểm soát nồng độ các chất hữu cơ trong thành phần khí thải công nghiệp trước khi thải vào không khí xung quanh.

5.5.4.2. Giá trị giới hạn

Tên, công thức hoá học và giá trị giới hạn nồng độ của các chất hữu cơ trong khí thải công nghiệp xả vào khí quyển phải phù hợp với quy định trong bảng 5.26.

Bảng 5.26. Giới hạn thải tối đa cho phép các chất hữu cơ vào không khí (mg/m^3)

STT	Tên chất	Công thức hóa học	Giới hạn tối đa
1	Axeton	CH_3COCH_3	2400
2	Tetrabrometan	$\text{CHBr}_2\text{CHBr}_2$	14
3	Axetandehit	CH_3CHO	270
4	Acrolein	$\text{CH}_2=\text{CHCHO}$	1,2
5	Amylaxetat	$\text{CH}_3\text{COO}(\text{CH}_2)_2\text{CH}(\text{CH}_3)_2$	525

Tiếp bảng 5.26

STT	Tên chất	Công thức hóa học	Giới hạn tối đa
6	Anilin	$C_6H_5NH_2$	19
7	Anhydrit axetic	$(CH_3CO)_2O$	360
8	Benzidín	$NH_2C_6H_4C_6H_4NH_2$	không
9	Benzen	C_6H_6	80
10	Butadien	C_4H_6	2200
11	Butan	C_4H_{10}	2350
12	Butyl axetat	$CH_3COOC_4H_9$	950
13	<i>n</i> – Butanol	C_4H_9OH	300
14	Butylamin	$CH_3(CH_2)_2CH_2NH_2$	15
15	Crezol (<i>o</i> , <i>m</i> , <i>p</i>)	$CH_3C_6H_4OH$	22
16	Clobenzen	C_6H_5Cl	350
17	Cloroform	$CHCl_3$	240
18	Xyclohexan	C_6H_{12}	1300
19	Xyclohexanol	$C_6H_{11}OH$	410
20	Xyclohexanon	$C_6H_{10}O$	400
21	Xyclohexen	C_6H_{10}	1350
22	Dietylamin	$(C_2H_5)_2NH$	75

Tiếp bảng 5.26

STT	Tên chất	Công thức hóa học	Giới hạn tối đa
23	Điflôđibrommetan	CF_2Br_2	860
24	o- Diclobezen	$\text{C}_6\text{H}_4\text{Cl}_2$	300
25	1, 1- Dicloetan	CHCl_2CH_3	400
26	1, 2 - Dicloetylen	ClCH=CHCl	790
27	1, 2- Điclodiflometan	CCl_2F_2	4950
28	Dioxan	$\text{C}_4\text{H}_8\text{O}_2$	360
29	Dimetylanilin	$\text{C}_6\text{H}_5\text{N}(\text{CH}_3)_2$	25
30	Đicloetyl ete	$(\text{ClCH}_2\text{CH}_2)_2\text{O}$	90
31	Dimetylsunfat	$(\text{CH}_3)_2\text{SO}_4$	0,5
32	Dimetylhydrazin	$(\text{NH}_3)_2\text{NNH}_2$	1
33	Đinitrobenzen (o, m , p)	$\text{C}_6\text{H}_4(\text{NO}_2)_2$	1
34	Etyl axetat	$\text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5$	1400
35	Etyl amin	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{NH}_2$	45
36	Etyl bezen	$\text{C}_6\text{H}_5\text{C}_2\text{H}_5$	870
37	Etyl bromua	$\text{C}_2\text{H}_5\text{Br}$	890
38	Etylen điamin	$\text{NH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{NH}_2$	30

STT	Tên chất	Công thức hóa học	Giới hạn tối đa
39	Đibrometylen	CHBr=CHBr	190
40	Etanol	$\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$	1900
41	Etyl acrylat	$\text{C}_5\text{H}_8\text{O}_2$	100
42	Etylen clohydrin	$\text{ClCH}_2\text{CH}_2\text{OH}$	16
43	Etylen oxyt	$(\text{CH}_2)_2\text{O}$	20
44	Ete etyl	$(\text{C}_2\text{H}_5)_2\text{O}$	1200
45	Etyl clorua	$\text{C}_2\text{H}_5\text{Cl}$	2600
46	Etyl silicat	$(\text{C}_2\text{H}_5)_4\text{SiO}_4$	850
47	Etanolamin	$\text{NH}_2(\text{CH}_2)_2\text{OH}$	45
48	Fufuryl	$\text{C}_4\text{H}_3\text{OCH}_2\text{OH}$	120
49	Flotriclometan	CCl_3F	5600
50	<i>n</i> -Heptan	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_5\text{CH}_3$	2000
51	<i>n</i> -Hexan	C_6H_{14}	450
52	Isobutanol	$(\text{CH}_3)_2\text{CHCH}_2\text{OH}$	360
53	Metyl axetat	$\text{CH}_3\text{CO}_2\text{CH}_3$	610
54	Metyl acrylat	$\text{CH}_2=\text{CHCOOCH}_3$	35
55	Metanol	CH_3OH	260

Tiếp bảng 5.26

STT	Tên chất	Công thức hóa học	Giới hạn tối đa
56	Metyl axetylen	$\text{CH}_3\text{C}\equiv\text{CH}$	1650
57	Metyl bromua	CH_3Br	80
58	Metyl xyclohexan	C_7H_{14}	2000
59	Metyl xyclohexanol	$\text{CH}_3\text{C}_6\text{H}_{10}\text{OH}$	470
60	Metyl xyclohexanon	$\text{CH}_3\text{C}_6\text{H}_9\text{CO}$	460
61	Metyl clorua (clometan)	CH_3Cl	210
62	Metylen clorua	CH_2Cl_2	1750
63	Metyl cloroform (tricloetan)	$\text{C}_2\text{H}_3\text{Cl}_3$	2700
64	Monometylanilin	$\text{C}_6\text{H}_5\text{NHCH}_3$	9
65	Metanolamin	HOCH_2NH_2	31
66	Naphtalen	C_{10}H_8	150
67	Nitrobenzen	$\text{C}_6\text{H}_5\text{NO}_2$	5
68	Nitroetan	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{NO}_2$	310
69	Nitroglycerin	$\text{NO}_2\text{CH}_2\underset{\text{NO}_2}{\text{CH}}\text{CH}_2\text{NO}_2$	5
70	Nitrometan	CH_3NO_2	250
71	2-Nitropropan	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{NO}_2$	1800

Tiếp bảng 5.26

STT	Tên chất	Công thức hóa học	Giới hạn tối đa
72	Nitrotoluen	$\text{NO}_2\text{C}_6\text{H}_4\text{CH}_3$	30
73	Octan	C_8H_{18}	2850
74	Pentan	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_3\text{CH}_3$	2950
75	Phenol	$\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$	19
76	Phenylhydrazin	$\text{C}_6\text{H}_5\text{NHNH}_2$	22
77	Tetracloetylen	$\text{CCl}_2=\text{CCl}_2$	670
78	Propanol (rượu propylic)	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$	980
79	Propyl axetat	$\text{C}_3\text{H}_7\text{OOCCH}_3$	840
80	Propylen diclorua	$\text{CH}_3\text{-CHCl-CH}_2\text{Cl}$	350
81	Propylen oxyt	$\text{C}_3\text{H}_6\text{O}$	240
82	Propylen ete	$\text{C}_3\text{H}_5\text{OC}_3\text{H}_5$	2100
83	Pyridin	$\text{C}_5\text{H}_5\text{N}$	30
84	Pyren	C_5H_{10}	15
85	Quinon	$\text{C}_6\text{H}_4(\text{OH})_2$	0,4
86	Styren	$\text{C}_6\text{H}_5\text{CH=CH}_2$	420
88	Tetrahydrofuran	$\text{C}_4\text{H}_8\text{O}$	590
89	1, 1, 2, 2 - Tetracloetan	$\text{CHCl}_2\text{CHCl}_2$	35

Tiếp bảng 5.26

STT	Tên chất	Công thức hóa học	Giới hạn tối đa
90	Tetraclometan (cacbon tetraclorua)	CCl_4	65
91	Toluen	$\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_3$	750
92	Tetranitrometan	$\text{C}(\text{NO}_2)_4$	8
93	Tolidin	$\text{CH}_3\text{C}_6\text{H}_4\text{NH}_2$	22
94	Toluen - 2, 4 - đizoxyanat	$\text{CH}_3\text{C}_6\text{H}_3(\text{NCO})_2$	0,7
95	Trietylamin	$(\text{C}_2\text{H}_5)_3\text{N}$	100
96	1, 1, 2 - Tricloetan	$\text{CHCl}_2\text{CH}_2\text{Cl}$	1080
97	Tricloetylen	$\text{ClCH}=\text{CCl}_2$	110
98	Triflobrommetan	CBrF_3	6100
99	Xylen (o', m', p')	$\text{C}_6\text{H}_4(\text{CH}_3)_2$	870
100	Vinyl clorua	$\text{CH}_2=\text{CHCl}$	150
101	Vinyl toluen	$\text{CH}_2=\text{CHC}_6\text{H}_4\text{CH}_3$	480

Ghi chú: Phương pháp lấy mẫu, phân tích, tính toán xác định từng thông số cụ thể được quy định trong các TCVN tương ứng.

Đối với khí thải của một số hoạt động sản xuất, kinh doanh, dịch vụ đặc thù, khí thải vào khí quyển phải theo quy định ở các tiêu chuẩn riêng.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Sargent, G. D. Dust Collector; Chem. Eng. (Jan.1969), 130-1502.
Muschelknautz, E; Auslegung von Zyklonabscheidern in der technischen Praxis; Staub - Reinhalt. Luft 30 (1970)5, 187 - 195.
2. Alt, C., P. Schmidt Vergleichende Untersuchungen der Abscheideleistung verschiedener; Fliehkraftentstaubungssysteme; Staub - Reinhalt. Luft 29 (1969)6, 263 - 266.
3. Dietrich and C. Gurter. A New Textile for High Temperature Filtration of Dust and Gases; Filtration and Separation, July/August 1974, 403 - 408.
4. Murmann, II; Stand der Gewebefilter zur Staubabscheidung Wasser, luft und Betrieb 20 (1976)5, 229 - 233.
5. Barlow, G and I. C. Sayers. Filter Fabrics for Dust Control; Filtration and Separation, Sept/Oct.1974,467 - 476.
6. Shannon, I. J., P. G. Gorman and W. Park. Feasibility of Emission Standards Based on Particle Size Environmental Protection Agency Report 600-5-74-007 (1974).

7. **Billings, C. E and J. Wilder** Handbook of Filter Technology
Volume I: Fabric Filter Systems Study (Dec.1970).
GCA Corporation GCA Technology Division, Bedford,
Massachusetts Prepared for Division of Process Control
Engineering, National Air Pollution Control Administration, U.S.
Department of Health, Education and Welfare.
8. **Sargent, G. D.** Dust Collection Equipment Chem. Eng. (Jan.1969),
130 - 150.
9. **Löffler, F.** Abscheidegrad und Druckverlust von Filterstoffen
verschiedener Staub-Reinhalt. Luft 30 (1979) 12, 518 - 522.
10. **Linoya, K., C. Orr Jr** Fabric (bag) filter Air Pollution, third
edition, Vol 4, 152 - 169.
11. **Van Oss, J. F.** Materials and Technology ; Vol IV (1972), 275
Longman, J.H.de Bussy.
12. Encyclopedia of Chemical Technology, vol. 9, 38-44 The
Interscience Encyclopedia, New York (1952).
13. Encyclopedia of Chemical Technology, 3rd Ed., vol. 9, 342 (1980)
The Interscience Encyclopedia Inc., New York.
14. **Cheremisinoff, P. N., A. C.** Test Environmental Assessment and
Impact Statement Handbook, p.325 Ann Arbor Science Publisher
Inc., Ann Arbor (1977).
15. **Van Oss, J. F.** Materials and Technology, vol 4, 276 - 280
(1975).

16. Kirk, R. E., D. F. Othmer Encyclopedia of Chemical Technology, vol 6 (1953), 387.
17. Compilation of Air Pollution Emission Factor AP 42, 3rd Edition (1977) 9, 1-1. U.S. Environmental Agency.
18. Blokker, P. C. Survey on nitrogen oxide emissions from stationary sources. Stichting CONCAWE, The Hague, March 1975, Report 4/75
19. Buklin, C. E. Revision of Emission Factor for Petroleum Refining.
20. Jones, H. R. Pollution Control in the Petroleum Industry - Noyes Data Corporation. Park Ridge, New Jersey, 1973.
21. Ullmanns Encyklopadie der technischen chemie, 4^o Auflage, band 10, 643-714. Verlag Chemie, Weinheim.
22. Kamptner, H. K. Chemische Technologie, band 3, Organische Technologies I, 176-287.
23. Ammonia Compilation or Air pollutant Emission factor AP 42, 3rd Ed. (195.2-1).

MỤC LỤC

Lời giới thiệu.....	3
Chương 1. THÔNG TIN CHUNG VỀ BẢO VỆ MÔI TRƯỜNG KHÍ	5
1.1. Định nghĩa ô nhiễm	5
1.2. Kiến thức về ô nhiễm không khí.....	6
1.3. Các chất gây ô nhiễm không khí.....	9
1.4. Cơ chế phát sinh ô nhiễm không khí.....	11
1.5. Kỹ thuật kiểm soát ô nhiễm không khí.....	12
1.6. Tiêu chuẩn đánh giá ô nhiễm không khí.....	14
1.7. Giá trị điều tiết cân bằng K	16
Chương 2. CÁC NGUỒN Ô NHIỄM KHÔNG KHÍ	19
2.1. Phân loại nguồn ô nhiễm không khí	19
2.2. Khuếch tán khói và bồ hóng	25
2.3. Ảnh hưởng của ô nhiễm không khí.....	27
2.3.1. Ảnh hưởng tới con người	27
2.3.2. Ảnh hưởng đến thực vật.....	35
2.4. Ô nhiễm không khí hiện nay.....	39

Chương 3. SỰ PHÁT THẢI TRONG CÁC NGÀNH CÔNG NGHIỆP.....43

3.1. Từ các thiết bị trong ngành công nghiệp hoá chất.....	43
3.2. Trong ngành chế tạo máy	45
3.2.1. Máy bơm và máy nén	45
3.2.2. Van phao.....	47
3.2.3. Quá trình đốt khí thải	47
3.2.4. Hệ thống làm lạnh nước	53
3.2.5. Quá trình tách dầu – nước	53
3.3. Phát thải từ các nhà máy lọc dầu	54
3.3.1. Lọc hydro	55
3.3.2. Quá trình lọc phức hợp hoặc chuyển hoá trung gian ..	61
3.3.3. Lọc tổ hợp.....	63
3.4. Sản xuất vật liệu vô cơ.....	66
3.4.1. Nhà máy sản xuất than cốc.....	66
3.4.2. Nhà máy sản xuất amoniac.....	70
3.4.3. Nhà máy sản xuất axit sunfuric	71
3.4.4. Nhà máy sản xuất axit HCl.....	73
3.4.5. Nhà máy sản xuất axit HNO_3	74
3.4.6. Nhà máy sản xuất axit H_3PO_4	75
3.4.7. Nhà máy sản xuất Cl_2 và NaOH.....	78
3.4.8. Nhà máy sản xuất bột đen dùng để chế tạo phẩm màu hoặc caosu.....	79
3.5. Sản xuất phân bón	81

3.5.1. Sản xuất superphosphat đơn.....	81
3.5.2. Sản xuất superphosphat kép.....	82
3.5.3. Sản xuất phân bón NPK.....	84
3.5.4. Sản xuất amoni nitrat.....	85
Chương 4. SỰ PHÁT THẢI TRONG THIẾT BỊ LÒ ĐỐT VÀ NỒI HƠI.....	86
4.1. Giới thiệu.....	86
4.2. Sự phát thải.....	88
4.3. Hệ số phát thải.....	89
Chương 5. CÔNG NGHỆ XỬ LÝ CHẤT THẢI KHÍ.....	91
5.1. Công nghệ xử lý lưu huỳnh dioxyt.....	91
5.1.1. Tổng quan.....	91
5.1.2. Quá trình xử lý theo phương pháp ẩm.....	92
5.1.3. Quá trình xử lý theo phương pháp khô.....	98
5.2. Công nghệ xử lý NO_x	100
5.2.1. Tổng quan.....	100
5.2.2. Công nghệ loại bỏ NO_x	102
5.2.3. Thông tin về những công nghệ thu hồi khác.....	106
5.2.4. Khử nitơ trong khí thải.....	107
5.3. Thông tin cơ bản về thu gom và công nghệ tập trung bụi.....	111
5.3.1. Bụi là gì?.....	111
5.3.2. Kích thước của hạt và sự phân chia kích thước.....	112
5.3.3. Thực hiện thu gom bụi.....	116
5.3.4. Các thiết bị thu gom bụi trong công nghiệp.....	120

5.3.5. Đặc tính và các biện pháp kiểm soát bồ hóng và khói	145
5.3.6. Tổn thất áp suất trong đường dẫn	148
5.3.7. Điều kiện công suất của máy quạt gió	149
5.4. Các nguyên tắc cơ bản về kỹ thuật đo chất lượng không khí	149
5.4.1. Các phương pháp đo khí thải độc hại trong ống khí	149
5.4.2. Phương pháp xác định bụi trong khí đốt	185
5.4.3. Phương pháp đo đặc ô nhiễm khí trong môi trường	193
5.4.4. Thu gom và xử lý bụi chất thải rắn	208
5.5. Tiêu chuẩn chất lượng không khí	219
5.5.1. Tiêu chuẩn chất lượng môi trường không khí.....	219
5.5.2. Nồng độ tối đa cho phép của một số chất độc hại trong môi trường không khí.....	220
5.5.3. Tiêu chuẩn khí thải công nghiệp đối với bụi và các chất vô cơ	223
5.5.4. Tiêu chuẩn khí thải công nghiệp đối với các chất hữu cơ.....	225
TÀI LIỆU THAM KHẢO	232

TRUNG TÂM TƯ VẤN CHUYÊN GIAO
CÔNG NGHỆ NƯỚC SẠCH VÀ MÔI TRƯỜNG
Chủ biên: PGS. TSKH. Nguyễn Xuân Nguyên

CÔNG NGHỆ XỬ LÝ CHẤT THẢI KHÍ

Chịu trách nhiệm xuất bản:

PGS. TS. TÔ ĐĂNG HẢI

Biên tập:

Nguyễn Văn Đàm, Kim Anh,

Tô Thị Ngọc Lan, Phạm Văn

Vẽ bìa:

Hương Lan

NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC VÀ KỸ THUẬT

70 Trần Hưng Đạo, Hà Nội

5.50
KHKT-2004

In 1.000 cuốn, khổ 16 x 24cm, tại Nhà in Hà Nội thuộc Công ty Phát hành sách Hà Nội. Số giấy phép: 6-242 cấp ngày 5/1/2004. In xong và nộp lưu chiểu quý IV / 2004.

204233

công nghệ xử lý chất thải khí



1 005112 400051

36.000 VNĐ

Giá: 36.000đ