

**TCVN**

**TIÊU CHUẨN VIỆT NAM**

**TCVN 6157 : 1996**

**ISO 10313 : 1993**

**KHÔNG KHÍ XUNG QUANH \_  
XÁC ĐỊNH NỒNG ĐỘ KHỐI LƯỢNG OZON \_  
PHƯƠNG PHÁP PHÁT QUANG HOÁ HỌC**

*Ambient air - Determination of the mass concentration of ozone -  
Chemiluminescence method*

**HÀ NỘI - 1996**

## **Lời nói đầu**

TCVN 6157 : 1996 hoàn toàn tương đương với ISO 10313 : 1993.

TCVN 6157 : 1996 do Ban kỹ thuật tiêu chuẩn TCVN/TC 146 Chất lượng không khí biên soạn, Tổng cục Tiêu chuẩn - Đo lường - Chất lượng đề nghị, Bộ Khoa học, Công nghệ và Môi trường ban hành.

# Không khí xung quanh – Xác định nồng độ khối lượng ozon – Phương pháp phát quang hoá học

*Ambient air - Determination of the mass concentration of ozone -  
Chemiluminescence method*

## 1 Phạm vi

### 1.1 Đại cương

Tiêu chuẩn này qui định phương pháp phát quang hoá học để xác định nồng độ khối lượng ozon trong không khí xung quanh.

Phương pháp này được áp dụng để xác định nồng độ khối lượng ozon trong khoảng từ 2  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  [0.001ppm (v/v)] đến 10mg/m<sup>3</sup> [5 ppm (v/v)] ở điều kiện chuẩn 25 °C và 101,3 kPa.

Phương pháp trắc quang cực tím được qui định là phương pháp chuẩn cơ bản vì độ chính xác đã được xác định và đặc trưng đối với ozon. Cho phép sử dụng các chuẩn sao là được phép nếu chúng được hiệu chuẩn trước theo phương pháp hiệu chuẩn cơ bản.

### 1.2 Những hạn chế của phương pháp

Phản ứng quang hoá của ozon với etylen không bị ảnh hưởng bởi bất kỳ chất ô nhiễm không khí thông thường nào. Nhưng nếu không khử bụi đi thì bụi sẽ tích tụ trong ống lấy mẫu và có thể gây ra sự phân huỷ ozon đáng kể. Nếu vào được trong buồng phản ứng của máy phân tích thì bụi không chỉ tán xạ ánh sáng phát xạ mà còn tích tụ lên cửa sổ quang do đó gây ra sự suy giảm tiếp ánh sáng phát xạ. Nitơ oxit (NO) trong mẫu khí ở mức độ nào đó cũng sẽ phản ứng với ozon do đó thời gian lưu không khí trong ống lấy mẫu phải đủ ngắn để giữ tác dụng này ở mức thấp nhất.

Chú thích 1 – Một vài nhà nghiên cứu đã thông báo rằng khi dùng máy phân tích phát quang hoá học có bán ở thị trường để xác định ozon thì kết quả đo được ở độ ẩm tương đối khoảng 80% và 22°C cao hơn khoảng 10% so với khi đo ở không khí khô. Song việc so sánh các phép đo ozon trong không khí xung quanh khi dùng máy phát quang hoá học và máy trắc quang cực tím thì sự sai khác là không đáng kể. Vì thế, trong thực tế, bất kỳ sai số nào liên quan đến sự hiệu chuẩn khi dùng không khí khô đều được bổ chính bằng các ảnh hưởng khác.

## 2 Định nghĩa

Tiêu chuẩn này dùng định nghĩa sau đây:

**2.1 Chuẩn sao:** Là một thiết bị (có thể vận chuyển được) có những qui trình hoạt động kết hợp có khả năng đo hoặc tạo lại một cách chính xác các nồng độ ozon chuẩn, những nồng độ chuẩn này có liên quan định lượng đến chuẩn cơ bản có hiệu lực.

## 3 Nguyên tắc

Mẫu khí được hút liên tục ở tốc độ không đổi qua bộ lọc bụi trước khi đi vào máy phân tích phát quang hoá học. Sau đó nó được thổi vào buồng phản ứng và được trộn với dòng etylen dư. Ozon và etylen lập tức phản ứng sinh ra ánh sáng trong vùng có bước sóng cực đại khoảng 400 nm. Cường độ ánh sáng phát ra tỉ lệ với nồng độ ozon trong mẫu khí và được đo bằng ống nhân quang. Điện thế sinh ra được khuếch đại, chỉ báo và được chuẩn hoá theo nồng độ ozon trong không khí xung quanh.

## 4 Thuốc thử và vật liệu

### 4.1 Ống lấy mẫu

Ống lấy mẫu được làm bằng vật liệu trơ với ozon như thủy tinh hoặc polime florua cacbon và càng ngắn càng tốt để cho thời gian mẫu khí nằm trong đó là tối thiểu. Nitơ oxit có mặt trong mẫu khí sẽ phản ứng với một phần ozon trong thời gian nó nằm trong đường ống. Sự phân huỷ này của ozon là một hàm phức tạp của tỉ lệ nồng độ khối lượng  $\rho(O_3)/\rho(NO)$  và hiệu nồng độ khối lượng  $\rho(O_3) - \rho(NO)$ . Tính toán đã chỉ ra rằng nếu thời gian lưu nhỏ hơn 0,5 s thì sự phân huỷ ozon sẽ nhỏ hơn 1% với hầu hết mọi nồng độ nitơ oxit và ozon thường gặp. Vì thế, chiều dài đường ống và tốc độ bơm cần được chọn sao cho thời gian khí lưu lại trong ống lấy mẫu nhỏ hơn 0,5 s. Song trong monitoring hàng ngày thời gian đó được phép lên đến 5 s. Bất kỳ ống lấy mẫu hoặc ống dẫn nào đặt trước cái lọc đều phải được làm sạch. Phải chú ý ngăn ngừa sự ngưng tụ phía trong đường ống, chẳng hạn bằng cách làm nóng đường ống.

### 4.2 Cái lọc bụi

Cái lọc và giá giữ phải được làm bằng vật liệu trơ với ozon như polyme florua cacbon và cái lọc phải loại được tất cả các hạt làm biến đổi tính năng của máy phân tích. Cái lọc phải thường kỳ được thay là tùy thuộc vào nồng độ bụi ở nơi lấy mẫu. Điều này là cần, vì nếu tích tụ quá nhiều bụi trên cái lọc có thể gây ra mất ozon trong mẫu khí và gây ra giảm áp suất qua cái lọc

Chú thích -

2 Thông thường dùng cái lọc có cỡ lỗ 5  $\mu m$ .

3 Nói chung, những cái lọc mới cần một ít thời gian để thích ứng với không khí xung quanh. Do đó các nồng độ khối lượng đo được của ozon tạm thời giảm từ 5% đến 10% trong thời gian từ 5 đến 15 phút ngay sau khi thay cái lọc.

4.3 Etylen: Độ tinh khiết tối thiểu là 99,5%.

**Cảnh báo:** Etylen có giới hạn nổ dưới là  $27,5 \text{ l/m}^3$ . Mọi lượng dư phải được hút ra ngoài phòng hoặc nếu cần phải được loại bằng hoá học, đặc biệt ở những nơi đang đo hydrocacbon. Phải tuân thủ tiêu chuẩn an toàn khi dùng khí cháy này.

4.4 Không khí "không" Cần dùng trong quá trình hiệu chuẩn máy phân tích. Không khí "không" phải không chứa ozon, các oxyt nitơ, và bất kỳ chất cản trở nào khác có thể gây ra kết quả âm hoặc dương không mong muốn cả với máy trắc quang cực tím và máy quang hoá.

Kết quả khi phân tích bằng máy phát quang hoá học bị ảnh hưởng bởi hàm lượng oxi trong mẫu khí. Do đó nếu dùng không khí tổng hợp thì hàm lượng oxi phải trong khoảng nồng độ khí quyển bình thường là  $20,9\% \pm 2\%$ .

Chú thích 4 — những chi tiết về hệ thống lọc để điều chế không khí "không" từ không khí xung quanh có thể tìm thấy trong [1] và [2] trong phụ lục B.

## 5 Thiết bị, dụng cụ

### 5.1 Máy phân tích phát quang hoá học

Gồm hệ thống dẫn mẫu và dòng etylen, một buồng phản ứng nhiệt độ không đổi nối với detector nhân quang và kèm theo thiết bị điện tử xử lý tín hiệu. Cần có một máy đo tốc độ dòng khí, nếu không đi kèm với máy phân tích, để kiểm tra dòng ứng với tính năng kỹ thuật của thiết bị.

Sơ đồ của một hệ thống điển hình được nêu ra ở hình 1.

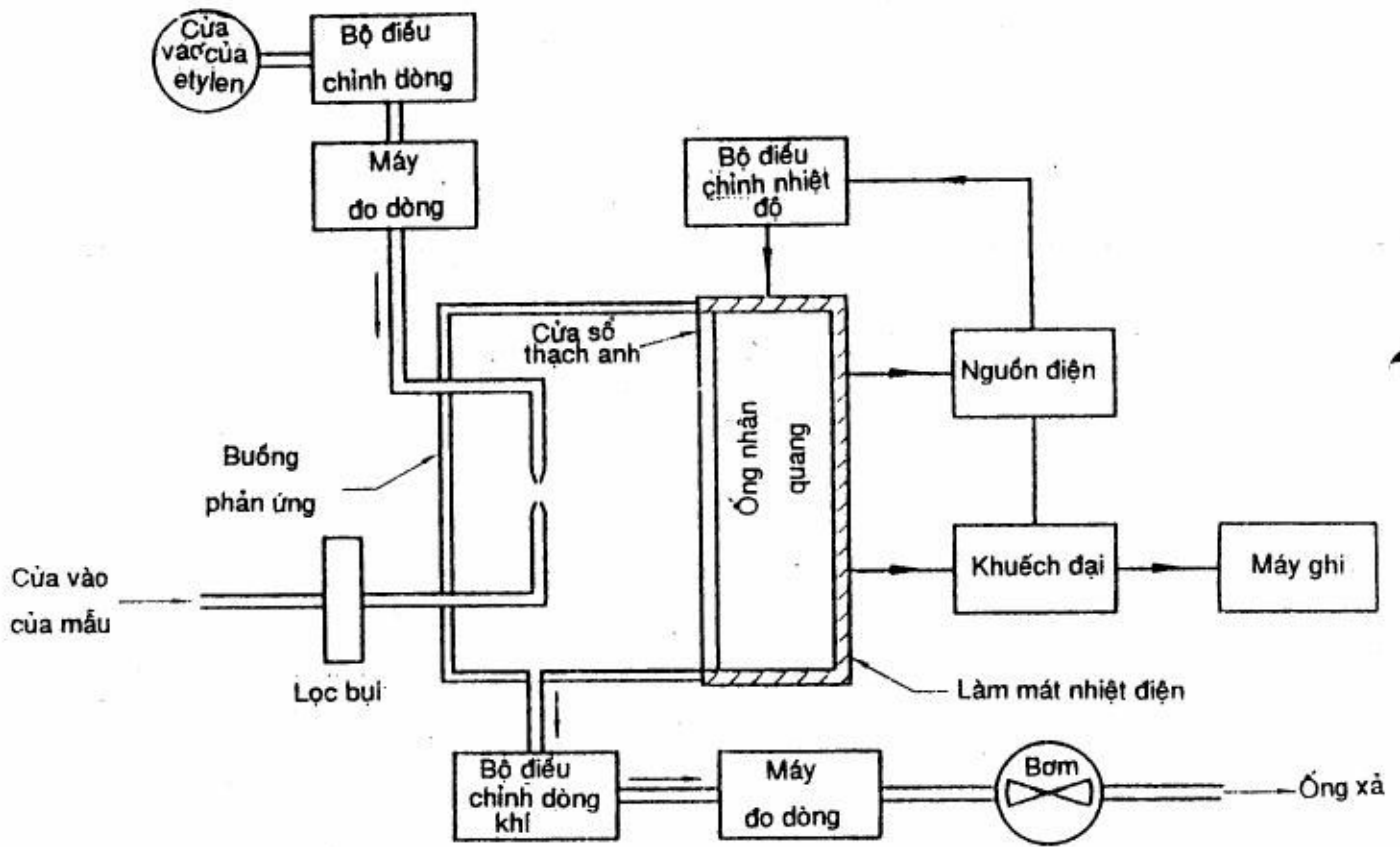
### 5.2 Thiết bị để hiệu chuẩn

Nên sử dụng hệ thống hiệu chuẩn ozon (Xem giản đồ trong hình 2).

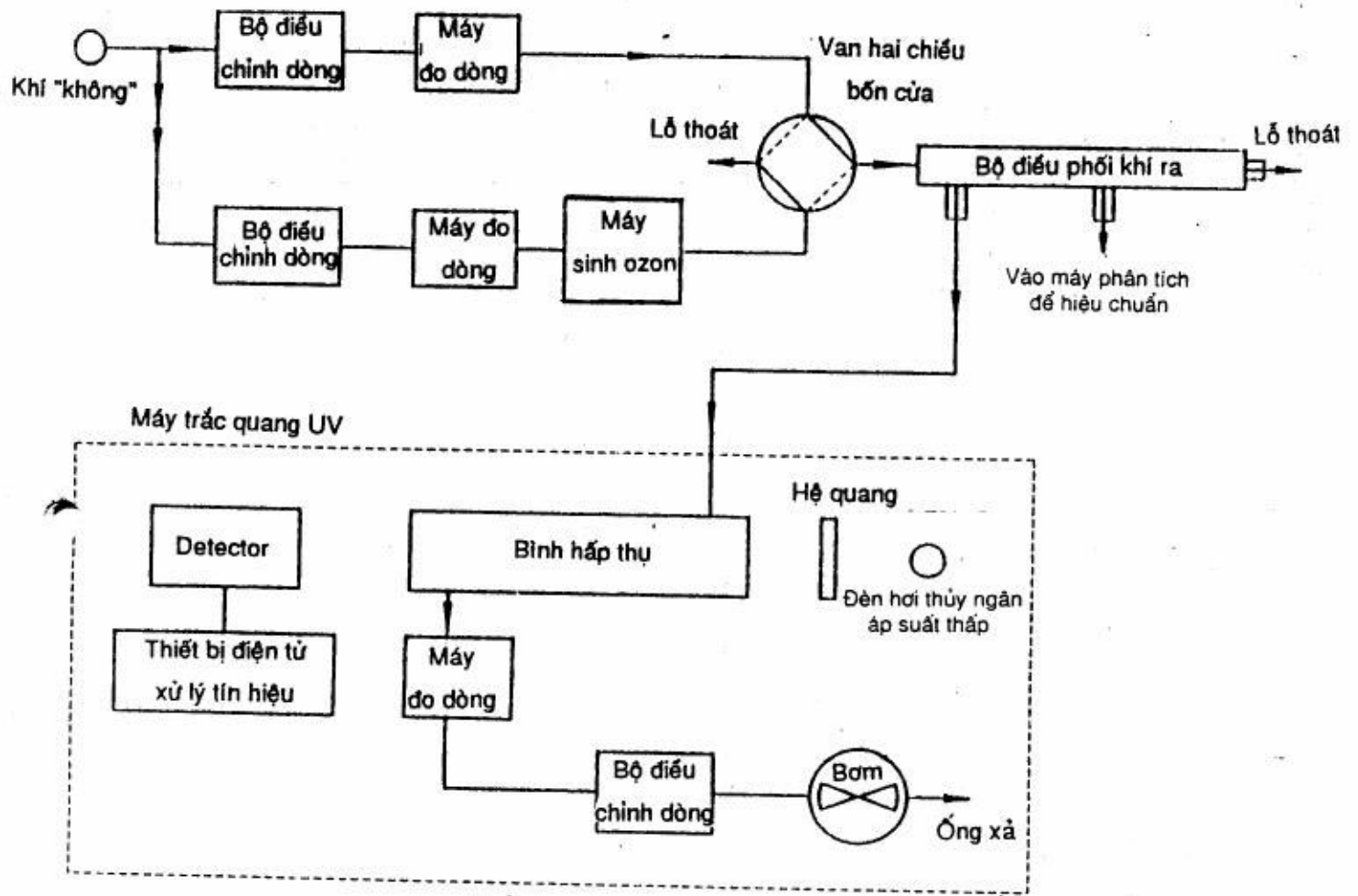
Chú thích 5 — Hệ thống tương đương là hệ chỉ dùng một ống dẫn khí nối với máy sinh ozon để mang khí "không" và khí được ozon hoá đến ống dẫn, do đó không cần van 2 chiều 4 cửa.

#### 5.2.1 Máy trắc quang cực tím

Để hiệu chuẩn cơ bản chỉ cần một đèn thuỷ ngân áp suất thấp, một bình hấp thụ đơn hoặc kép, một thiết bị bị điện tử để phát hiện và xử lý tín hiệu. Nó phải được bảo dưỡng cẩn thận tỉ mỉ. Để tránh sự sinh ozon trong bình hấp thụ, đặt một cửa sổ thuỷ tinh silic oxit (hoặc tương đương) vào giữa đèn thuỷ ngân và bình hấp thụ để loại bỏ vạch 185 nm của thuỷ ngân nhưng truyền qua được vạch 253,7 nm của thuỷ ngân cần đo. Detector phải có khả năng đo độ truyền qua bình hấp thụ ở bước sóng 253,7 nm với ít hơn 5 % bức xạ từ những bước sóng khác (diot quang chân không được làm nhạy bằng telurua cesi đáp ứng được yêu cầu này). Chiều dài của đường sáng qua bình hấp thụ phải biết tới độ đúng tốt hơn 0,5 %, bình và ống dẫn kết hợp được thiết kế để làm giảm đến mức thấp nhất sự mất ozon trên bề mặt. Yêu cầu phải đo được nhiệt độ và áp suất khí trong bình hấp thụ (xem 5.2.8 và 5.2.9). Xem giản đồ một máy trắc quang trên hình 2.



Hình 1 – Sơ đồ máy phân tích ozon bằng phát quang hoá học



Hình 2 - Sơ đồ hệ thống hiệu chuẩn điện hình bằng trắc quang cực tím (UV)

### 5.2.2 Máy sinh ozon

Máy sinh ra những nồng độ ozon ổn định lần lượt được đo bằng máy trắc quang đã được chuẩn hoá (5.2.1). Máy sinh ozon phải có khả năng tạo ra các nồng độ ozon ổn định trong phạm vi đo, ở tốc độ dòng cần thiết trong suốt thời gian chuẩn hoá. Nếu không có máy sinh ozon có nồng độ thay đổi được thì hệ thống chuẩn hoá phải gồm thiết bị phù hợp để pha loãng ozon bằng cách thêm không khí "không" (xem 4.4). Trong trường hợp này buồng trộn phải được đặt trước bộ điều phối.

**Cảnh báo:** Ozon là khí độc, có ngưỡng giới hạn trong không khí là  $0,1 \text{ ml/m}^3$  nên bất kỳ lượng dư nào cũng phải được hút vào bộ lọc bằng than hoạt hoặc xả ra ngoài ( phải xa hẳn đầu lấy mẫu).

### 5.2.3 Bộ điều chỉnh dòng khí

Có khả năng duy trì dòng khí ổn định suốt thời gian hiệu chuẩn.

### 5.2.4 Máy đo dòng khí

Bất kỳ kiểu nào phù hợp để đo dòng khí cần thiết.

Chú thích 6 – Tốc độ dòng khí không dùng trong tính toán mà dùng để đạt được các nồng độ danh định cần thiết trong quá trình hiệu chuẩn.

### 5.2.5 Bơm khí

Dùng để hút dòng mẫu cần thiết qua bình hấp thụ.

### 5.2.6 Bộ điều phối

Được làm bằng vật liệu trơ với ozon như thủy tinh hoặc polyme fluocacbon. Nó phải có đường kính đủ lớn và phải nối thông ra ngoài để bảo đảm áp suất khí quyển cân bằng cả trong và ngoài. Đầu ra phải đặt làm sao để không khí xung quanh lọt vào.

### 5.2.7 Van 2 chiều 4 cửa

Có các mặt bên trong được làm bằng vật liệu trơ với ozon như polyme fluocacbon. Khi dùng hệ thống chuẩn hoá như trong hình 2 thì van 2 chiều 4 cửa hoặc một hệ thống van tương đương phải được sử dụng để đóng mở dòng đi qua bộ điều phối giữa không khí "không" và khí quyển cần kiểm tra ozon.

### 5.2.8 Nhiệt kế

Có thể đo nhiệt độ với độ đúng là  $0,1 \text{ }^\circ\text{C}$ .

### 5.2.9 Áp kế có thể đo áp suất với độ đúng là $\pm 0,1 \text{ kPa}$ .



## 6 Cách tiến hành

### 6.1 Vận hành máy phân tích phát quang hoá học

Đặt thiết bị ở nơi phù hợp. Theo hướng dẫn của nhà sản xuất để đặt các thông số khác nhau bao gồm cả tốc độ dòng mẫu và etylen. Kiểm tra xem những đặc tính vận hành của nhà sản xuất có đạt được hay không. Nếu cần thì kiểm soát nhiệt độ nơi đặt máy để giảm tối thiểu ảnh hưởng của nhiệt độ đến thiết bị. (Xem phụ lục A về những đặc tính điển hình). Đưa mẫu khí vào thiết bị và ghi nồng độ ozon nhờ thiết bị ghi phù hợp (ví dụ máy vẽ đồ thị, hệ thống điện tử tiếp nhận dữ kiện...)

Chú thích 7 — Trong khi vận hành thiết bị liên tục thì sự hiệu chuẩn nhiều điểm nên được tiến hành 3 tháng một lần. Thêm vào đó là thường xuyên kiểm tra điểm "không" và thang đo mỗi tuần một lần.

### 6.2 Hiệu chuẩn máy phân tích phát quang hoá học

#### 6.2.1 Nguyên tắc

Sơ đồ hệ thống hiệu chuẩn máy trắc quang cực tím nêu trên hình 2. Những nồng độ khác nhau của ozon trong không khí được sinh ra và được đo chính xác bằng máy trắc quang cực tím hiệu chuẩn cơ bản. Các khí hiệu chuẩn ozon này được lấy mẫu bằng máy phân tích phát quang hoá học thông qua bộ điều phối chung. Vẽ đồ thị kết quả đo được ứng với nồng độ ozon đo được bằng máy trắc quang cực tím. Một phương pháp hiệu chuẩn khác dùng một chuẩn sao có thể được hiệu chuẩn theo máy trắc quang cực tím và được dùng để hiệu chuẩn máy phân tích phát quang hoá học ở nơi lấy mẫu.

Chú thích 8 — Xem [2] trong phụ lục B về các nguyên lý hoạt động chi tiết của máy trắc quang cực tím.

#### 6.2.2 Quá trình hiệu chuẩn dùng chuẩn cực tím cơ bản

Trong quá trình hiệu chuẩn, máy phân tích ozon bằng phát quang hóa học phải được vận hành ở nhiệt độ và tốc độ dòng đúng của nó. Việc hiệu chuẩn bao gồm các phép đo dùng khí "không" (Xem 4.4) và ít nhất 4 nồng độ ozon (dùng máy sinh ozon đã mô tả ở 5.2.2.) được lấy hợp lý để bao trùm phạm vi đo. Với tất cả các phép đo thì dòng vào bộ điều phối phải vượt ít nhất 10% dòng tổng cần cho thiết bị gắn vào bộ điều phối và lượng dư được xả ra ở áp suất khí quyển.

Phải tiến hành các bước sau đây trong qui trình hiệu chuẩn chi tiết:

- lắp ráp dụng cụ như trong hình 2;
- đưa không khí "không" vào ống dẫn. Đặt cái điều chỉnh "không" của máy phân tích ozon đang được hiệu chuẩn vào vạch "O" và đặt độ truyền qua của máy trắc quang ở 100%;
- điều chỉnh công suất của máy sinh ozon để sản ra khí quyển có nồng độ ozon đậm đặc nhất theo yêu cầu;
- vận van để đưa khí quyển có ozon vào bộ điều phối;
- ghi độ truyền qua trên máy trắc quang ở 254 nm và ghi nhiệt độ, áp suất trong cuvét đo quang;

- đặt thang đo trên máy phân tích ozon đang được hiệu chuẩn theo nồng độ ozon tính được khi dùng phương trình (1) (Xem 7.1);
- điều chỉnh cường độ máy sinh ozon để sản ra và đo ít nhất 3 nồng độ khác của ozon trên toàn phạm vi thang đo của máy phân tích ozon ;
- với mỗi nồng độ ozon được sinh ra, ghi nồng độ ozon và ghi kết quả đo tương ứng trên máy phân tích ozon
- vẽ đồ thị tín hiệu đo trên máy phân tích so với nồng độ ozon tương ứng ở điều kiện tiêu chuẩn và vẽ đường hiệu chuẩn hoặc tính toán hệ số thích hợp.

Chú thích -

9 Có thể lập lại sự hiệu chuẩn để đánh giá độ bất định trong hiệu chuẩn.

10 Một phần nhỏ ozon bị mất do tiếp xúc với thành của cuVét đo quang và những bề mặt khác. Do đó để có độ đúng tối đa thì sự mất ozon như vậy phải được xác định định lượng và được dùng để điều chỉnh nồng độ ra, [xem [2] trong phụ lục B].

6.2.3 Qui trình hiệu chuẩn đối với chuẩn sao.

Có thể dùng một chuẩn sao mỗi khi máy trắc quang cực tím chuẩn cơ bản không có sẵn, chẳng hạn ở chỗ đặt máy phân tích phát quang hoá học. Mỗi khi làm như vậy thì phải theo qui trình chuẩn hoá 6.2.2. dùng chuẩn sao thay cho chuẩn trắc quang cực tím cơ bản.

Chuẩn sao phải đáp ứng những yêu cầu sau:

- độ đúng của nó phải được thiết lập theo phương pháp hiệu chuẩn trắc quang cực tím cơ bản, và độ đúng này phải được duy trì  $\pm 5\%$  giữa những lần hiệu chuẩn cơ bản liên tiếp;
- sự truyền chuẩn với chuẩn trắc quang cực tím cơ bản phải được xác định ít nhất mỗi năm một lần.

Chú thích:

11 Có thể dùng một phương pháp hiệu chuẩn khác cho chuẩn sao (xách tay) là hệ trắc quang cực tím thứ cấp có cung cấp ozon và không khí "không" riêng. Hai phương pháp hiệu chuẩn khác được chấp nhận đối với chuẩn sao mặc dù ít thuận tiện hơn phương pháp trắc quang cực tím, đó là:

- chuẩn độ pha khí có oxit nitric dư bằng ozon (hoặc ngược lại), và
- phương pháp đệm trung hoà KIBR trong phòng thí nghiệm (Ví dụ xem [3] và [4] trong phụ lục B)

12 Có những phương pháp hiệu chuẩn khác ở phòng thí nghiệm dùng cho chuẩn sao ít thuận tiện hơn hoặc có thể ít chính xác hơn (Ví dụ xem [5] trong phụ lục B), chúng gồm:

- phương pháp đệm trung hoà kali iodua bromua thiosulfat (KIBRT);
- phương pháp kali iodua đệm axit boric (BAKI);
- nguồn ozon ổn định có công suất thay đổi được.

## 7 Biểu thị kết quả

### 7.1 Nồng độ ozon hiệu chuẩn

Tính nồng độ khối lượng của ozon,  $\rho(\text{O}_3)$ , bằng microgam trên mét khối trong bộ điều phối ở điều kiện chuẩn (25 °C và 101,3 kPa) bằng công thức sau đây:

$$\rho(\text{O}_3) = \frac{-101,3 \times T \times \ln(I/I_0)}{298 \times 1,44 \times 10^5 \times b \times P} \quad \dots (1)$$

trong đó

$b$  là độ dài đường quang, tính bằng mét;

$I/I_0$  là độ truyền qua của mẫu ozon;

$P$  là áp suất trong cuvet máy đo quang, tính bằng kilo pascal;

$T$  là nhiệt độ của cuvet đo quang tính bằng Kelvin;

$1,44 \times 10^5$  là hệ số hấp thụ của ozon tính bằng mét vuông trên microgam.

### 7.2 Nồng độ ozon của mẫu

Chuyển đổi các số đọc trên máy phân tích phát quang hoá học thành nồng độ khối lượng ozon bằng cách dùng đường hiệu chuẩn thích hợp. Báo cáo kết quả tính bằng microgam trên mét khối ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) ở 25 °C và 101,3 kPa hoặc là phần triệu thể tích [ppm(v/v)]. Đối với ozon, 1ppm (v/v) là bằng 1960  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  ở 25 °C và 101,3 kPa.

### 7.3 Độ chính xác

Độ chính xác chung ở xác suất 95 % đối với sự sinh ozon và với phép đo trắc quang cực tím để đo khí chuẩn ozon phải tốt hơn 5 %; độ chính xác như vậy cũng sẽ áp dụng cho phương pháp hiệu chuẩn bằng chuẩn sao.

Chú thích 13 – Nhiều nghiên cứu đã chỉ ra rằng độ chính xác trong hiệu chuẩn ozon bằng trắc quang cực tím có thể nằm ở  $\pm 1$  % nếu cẩn thận khi vận hành hệ thống. Kết hợp với phương pháp phát quang hoá học và nhờ sự phong phú trong kỹ thuật phòng thí nghiệm hy vọng rằng độ chính xác chung trong phân tích ozon trong không khí xung quanh sẽ nằm khoảng  $\pm 3,5\%$  ( Xem [5] phụ lục B).

### 7.4 Độ đúng

Độ đúng của phương pháp được đánh giá là tốt hơn  $\pm 10\%$  nồng độ đo được.

Chú thích 14 – Độ đúng của phương pháp phát quang hoá học phụ thuộc vào phương pháp trắc quang mà nó được so sánh. Độ đúng của chuẩn trắc quang cực tím bị giới hạn bởi độ đúng của hệ số hấp thụ ( $\pm 1,5\%$ ) và các phép đo độ truyền qua, áp suất, nhiệt độ, sự mất ozon, v.v... Khi dùng máy sao chuẩn thì còn cộng thêm độ sai ( là tính cố hữu trong máy sao chuẩn).

## 8 Báo cáo kết quả

Báo cáo kết quả phải gồm những thông tin sau:

- a) tham khảo tiêu chuẩn này;
- b) mô tả đầy đủ về mẫu;
- c) kết quả;
- d) những nét khác thường ghi được trong quá trình xác định.

**Phụ lục A**

(Tham khảo)

**Đặc tính điển hình và những thông số kỹ thuật  
của máy phân tích ozon bằng phát quang hoá học.**

Những thông số kỹ thuật đưa ra dưới đây chỉ là những thông tin chung và không phải để giải thích cho một thiết bị cụ thể nào như trong [6] phụ lục B.

- thời gian đi xuống: 10 s
- thời gian đi lên: 10 s
- thời gian trễ: 3 s
- giới hạn phát hiện dưới:  $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .
- tín hiệu ra: 0 đến 100 mV toàn thang đo
- phạm vi đo: 0 đến  $10 \text{ mg}/\text{m}^3$
- độ lặp lại: 4 %
- tốc độ dòng mẫu: 0,5 l/min
- độ trôi: 5 % / 1 tuần, < 3 % trong 24 giờ ở phạm vi  $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$
- thời gian hoạt động không cần bảo dưỡng: 7 ngày
- độ lệch "0" : như độ trôi
- khoảng nhiệt độ vận hành:  $10^\circ\text{C}$  đến  $40^\circ\text{C}$
- thời gian bật máy để ổn định: 2<sup>h</sup>.

## Phụ lục B

(Tham khảo)

### Thư mục

- [1] Các phương pháp phân tích và lấy mẫu khí, xuất bản lần 2 (1977), M.Katz biên tập, Hiệp hội Y tế Mỹ. Washington, D.C, các trang 17 – 24.
- [2] Tài liệu trợ giúp kỹ thuật để hiệu chuẩn các máy giám sát ozon xung quanh, Báo cáo EPA-600/4-79-057, tháng 9 – 1979, Cơ quan bảo vệ môi trường Mỹ. Research Triangle Park, NC 27711.USA.
- [3] Các chuẩn sao để hiệu chuẩn các máy phân tích giám sát không khí đối với ozon, Báo cáo EPA – 600/4 – 79 – 056, tháng 9 – 1979. Cơ quan bảo vệ môi trường Mỹ, Research Triangle Park, NC 27711.USA.
- [4] Đo nồng độ ozon và Peroxit đậm đặc - Phương pháp trắc quang thủ công, Phương pháp Kali – iot (phương pháp cơ bản), Hiệp hội các KS Đức VDI 2468, tờ 1, (1978)
- [5] REHME, K.A, PUZAK, J.C, BEARD, M.E SMITH, C.F. và PAUR, R.J.  
Đánh giá các quy trình hiệu chuẩn ozon. Báo cáo EPA – 600/S4 – 80 – 050. Tháng 2-1981. Cơ quan bảo vệ môi trường Mỹ, Research Triangle Park, NC 27711.USA.
- [6] ISO 6879:1983 Chất lượng không khí – Tính năng kỹ thuật và các nguyên tắc liên quan đối với các phương pháp đo chất lượng không khí.
-