

TCVN

TIÊU CHUẨN QUỐC GIA

TCVN 5974 : 1995

ISO 9835 : 1993

**KHÔNG KHÍ XUNG QUANH –
XÁC ĐỊNH CHỈ SỐ KHÓI ĐEN**

Ambient air - Determination of a black smoke index

HÀ NỘI - 2008

Lời nói đầu

TCVN 5974 : 1995 thay thế cho TCVN 5974 : 1990.

TCVN 5974 : 1995 hoàn toàn tương đương với ISO 9835 : 1993.

TCVN 5974 : 1995 do Ban kỹ thuật tiêu chuẩn TCVN/TC 46 *Chất lượng không khí* biên soạn, Tổng cục Tiêu chuẩn Đo lường Chất lượng đề nghị, Bộ Khoa học Công nghệ và Môi trường (nay là Bộ Khoa học và Công nghệ) ban hành.

Tiêu chuẩn này được chuyển đổi năm 2008 từ Tiêu chuẩn Việt Nam cùng số hiệu thành Tiêu chuẩn Quốc gia theo quy định tại khoản 1 Điều 69 của Luật Tiêu chuẩn và Quy chuẩn kỹ thuật và điểm a khoản 1 Điều 6 Nghị định số 127/2007/NĐ-CP ngày 1/8/2007 của Chính phủ quy định chi tiết thi hành một số điều của Luật Tiêu chuẩn và Quy chuẩn kỹ thuật.

Không khí xung quanh – xác định chỉ số khói đen

Ambient air – Determination of a black smoke index

1 Phạm vi áp dụng

Tiêu chuẩn này quy định phương pháp đo chỉ số khói đen của mẫu không khí xung quanh. Phương pháp dựa trên hiệu ứng nhuộm đen các hạt, sinh ra khi hút mẫu khí qua giấy lọc.

Phương pháp này nhằm đo chỉ số khói đen trong phạm vi từ 6 đến 375 trong không khí xung quanh. Phương pháp dựa trên nguyên lý đo độ phản xạ. Phương pháp này không đo trực tiếp nồng độ khối lượng của các hạt.

2 Định nghĩa

Định nghĩa sau đây được áp dụng trong tiêu chuẩn này

2.1 Khói đen: Vật chất ở dạng hạt bay lơ lửng trong khí quyển xung quanh, hấp thụ mạnh ánh sáng.

CHÚ THÍCH 1 – Thành phần chủ yếu trong khói đen là các hạt bồ hóng; tức là những hạt chứa cacbon ở dạng nguyên tố của nó.

3 Nguyên lý và lý thuyết

Không khí được hút qua một tờ giấy lọc rồi đo sự phản xạ của vết đen vừa được tạo ra. Giả sử rằng ánh sáng phản xạ từ bề mặt giấy lọc đi qua lớp hạt hấp thụ ánh sáng hai lần thì sự phản xạ từ bề mặt giấy lọc là tương tự như sự hấp thụ ánh sáng bởi các hạt lơ lửng trong không khí theo phương trình sau:

$$R = R_0 \exp\left(-\frac{2aV}{A}\right) \quad (1)$$

trong đó

R là cường độ ánh sáng phản xạ từ bề mặt của tờ giấy lọc bị đen;

R_0 là cường độ ánh sáng phản xạ từ bề mặt của tờ giấy lọc sạch;

A là diện tích của vết đen trên tờ giấy lọc (m^2);

V là thể tích khí lấy làm mẫu thử (m^3);

a là hệ số hấp thụ (m^{-1});

TCVN 5974 : 1995

Như vậy sau khi biến đổi phương trình (1), có:

$$a = \frac{A}{2V} \ln\left(\frac{R_o}{R}\right) \quad (2)$$

Phương pháp này được quy định trong tiêu chuẩn này cũng có thể dùng để đo hệ số hấp thụ trên bất kỳ vật liệu lọc nào, nhưng việc quy đổi hệ số hấp thụ hoặc hệ số tắt thành chỉ số khói theo quy ước được tiến hành nhờ các bảng biểu hoặc các đồ thị. Phụ lục A sẽ giải thích tỷ mỉ hơn.

4 Thiết bị

4.1 Thiết bị lấy mẫu

Bộ lấy mẫu được thiết kế để lấy mẫu hàng ngày hoặc theo kiểu tự động để lấy mẫu. Sơ đồ bố trí thiết bị lấy mẫu khác nhau được chỉ ra trên Hình 1. Chi tiết về thiết bị lấy mẫu được đề cập từ 4.1.1 đến 4.1.6.

4.1.1 Đầu hút khí

Một phễu hình nón đường kính 30 – 50mm được làm từ PVC (polyvinylclorua) phễu này được đặt thẳng đứng, miệng phễu úp xuống dưới ở độ cao $\geq 2,5\text{m}$ và $\leq 5\text{m}$ trên mặt đất. Miệng phễu cần được đặt cách các tường ngoài tối thiểu 1m theo phương pháp nằm ngang.

4.1.2 Ống nối

Ống nối được làm bằng polyvinylclorua có đường kính trong $8\text{mm} \pm 1\text{mm}$ và không dài quá 6m. Cần hạn chế tới mức thấp nhất việc làm cong ống; còn nếu không thể tránh được thì bán kính cong cần lớn hơn 50mm

4.1.3 Bộ lọc

Giá đỡ bộ lọc được làm bằng chất dẫn điện và trơ về mặt hoá học (chú ý tới khí quyển thường gặp). Diện tích lỗ bằng $5\text{cm}^2 + 5\%$. Sự rò khí qua bộ lọc và qua các van (nếu có dùng van) không được vượt quá 2% tổng lượng khí. Bộ lọc được thiết kế sao cho tạo ra một lớp hạt đồng nhất trên bề mặt màng lọc.

Tính đồng nhất của lớp hạt có thể kiểm tra bằng cách đo độ phản xạ ở một số điểm dọc theo đường kính của vết đen được tạo thành. Sự thay đổi độ phản xạ theo đường kính của vết đen không được vượt 1 % đơn vị độ phản xạ.

4.1.4 Vật liệu lọc

Màng lọc cần có khả năng giữ lại các hạt có kích thước từ $0,1\ \mu\text{m}$ đến $5,0\ \mu\text{m}$ càng gần 100 % càng tốt. Sự thay đổi độ phản xạ trên toàn bộ diện tích bề mặt không được vượt quá 1 đơn vị độ phản xạ. Ngoài ra, vật liệu lọc cần thích hợp cho lưu thông lượng khí $2\ \text{m}^3/\text{d}$.

CHÚ THÍCH 2 - Độ phản xạ của những màng lọc chưa dùng có thể biến đổi theo từng lô và do đó cần phải kiểm tra và điều chỉnh sự biến đổi của các màng lọc trước khi dùng.

4.1.5 Bơm lấy mẫu

Bơm lấy mẫu có khả năng đạt tới 2,0 l/min khi đã lắp bộ lọc ở phía trước. Nếu dùng bơm kiểu màng phải lắp thêm bình có dung tích 0,2 l để giảm những giao động áp lực. Bơm lấy mẫu đặt trước đồng hồ, đo lưu lượng hoặc đo thể tích khí (xem Hình 1)

4.1.6 Đo thể tích và kiểm tra lưu lượng khí

Dùng một bơm lấy mẫu có trang bị một van điều chỉnh lưu lượng, có khả năng giữ cho lưu lượng không đổi trong phạm vi $\pm 5\%$ lưu lượng dòng khí cần đo. Việc đo thể tích được tiến hành bằng cách:

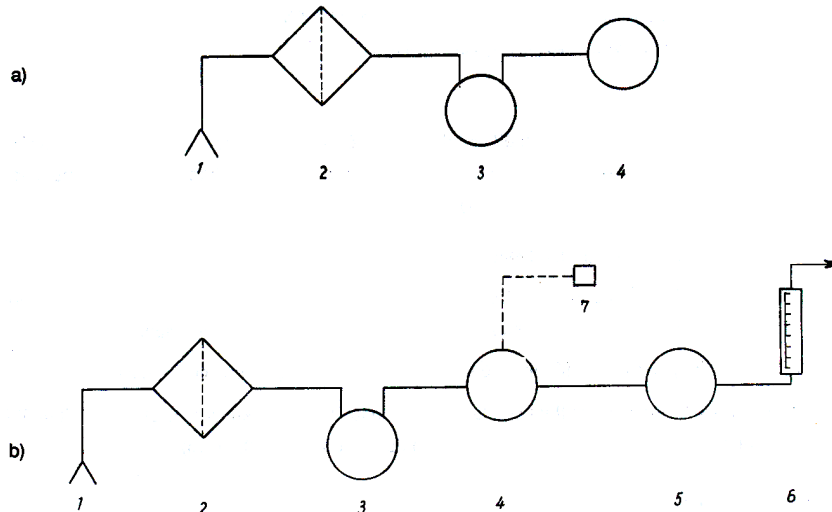
- a) ghi lại thời gian trôi qua rồi tính thể tích khí dựa vào bộ phận điều chỉnh lưu lượng, hoặc
- b) đọc trực tiếp thể tích khí thu được từ đồng hồ đo lưu lượng khí khô với độ chính xác ít nhất là 5% thể tích khí đo được (tốc độ dòng khí lấy mẫu cần đảm bảo $2 \text{ m}^3/\text{d}$).

4.2 Phản xạ kế

Gồm một nguồn sáng và một bộ phát hiện (detector) và có một bộ analog hoặc bộ hiện số với độ phản xạ tính theo phần trăm (thang tuyến tính từ 0 đến 100% độ phản xạ) hoặc với hệ số tắt (thang logarit từ 0 đến vô cùng).

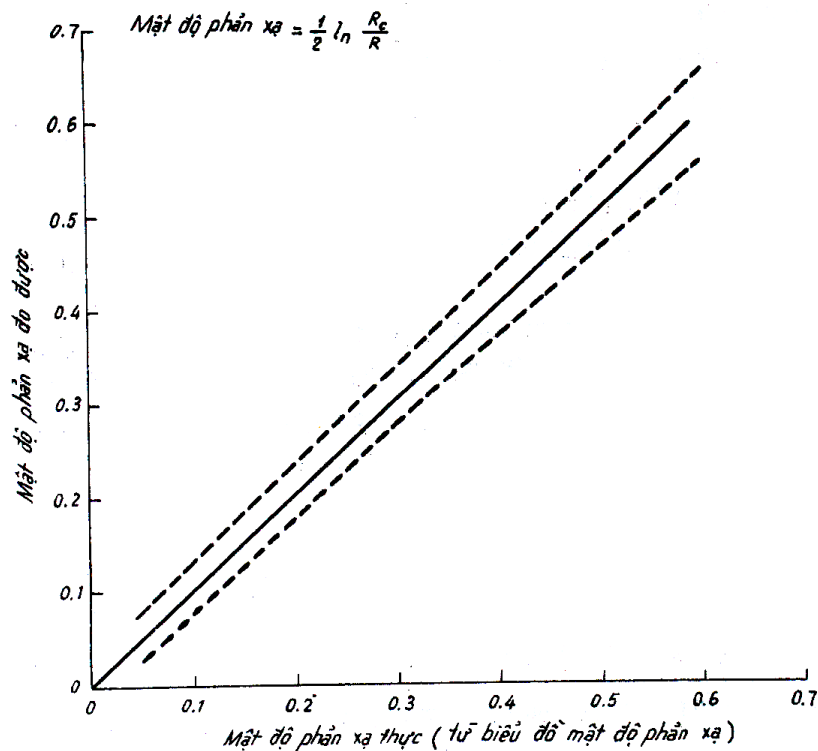
Các điểm trên biểu đồ mật độ phải nằm trong các đường giới hạn được chỉ ra trên Hình 2.

Các thiết bị được thiết kế phù hợp với những yêu cầu đã nêu trong mục này phải có khả năng đo được hệ số hấp thụ với độ chính xác cao hơn 5% khi các hệ số hấp thụ lớn hơn 1.10^{-5} m^{-1} .



Hình 1 – Các bố trí thiết bị lấy mẫu khí khác nhau để đo chỉ số khói đen

- 1 - Đầu hút khí;
- 2 - Giá đỡ bộ lọc;
- 3 - Bơm lấy mẫu;
- 4 - Đồng hồ đo lưu lượng khí khô;
- 5 - Bộ điều chỉnh lưu lượng dòng khí;
- 6 - Đồng hồ đo dòng có điện tích biến đổi (lưu lượng kế);
- 7 - Đồng hồ đo thời gian.



Hình 2 – Đặc tính của phân xạ kế

5 Quy trình

5.1 Lấy mẫu

Dùng ống nối theo quy định (4.1.2) cho tất cả các chỗ nối để lắp đặt thiết bị lấy mẫu theo trật tự đã chỉ ra trên Hình 1. Đặt một tờ giấy lọc còn sạch (4.1.4) vào bộ lọc. Nếu hai mặt của tờ giấy lọc không có cùng một cấu trúc thì phải đặt tờ giấy sao cho các hạt lơ lửng được tụ lại trên mặt nhẵn hơn.

Việc lắp nối bộ lọc (4.1.3) cần tuân theo các chỉ dẫn của nhà chế tạo. Kiểm tra sự rò lọt khí của thiết bị đã được ghép nối.

Ghi lại số chỉ ban đầu của đồng hồ đo lượng khí (nếu có lắp đồng hồ này).

Khởi động bơm hút (4.1.5), điều chỉnh lưu lượng hút đến giá trị 1,4 l/min (2 m³/d) và ghi thời điểm bắt đầu. Việc lấy mẫu kéo dài trong 24h.

Vào thời điểm kết thúc phải ghi lại lưu lượng khí và thời gian, tắt bơm hút và ghi lại số chỉ cuối cùng ở đồng hồ đo lượng khí khô (nếu có lắp đặt) và khoảng thời gian lấy mẫu theo giờ và phút chính xác nhất.

Tính toán thể tích khí đã lấy theo mét khối bằng cách dựa vào lưu lượng khí và khoảng thời gian lấy mẫu hoặc bằng cách đọc giá trị trên đồng hồ đo lượng khí khô (xem 4.1.6).

5.2 Định chuẩn phân xạ kế

Việc định chuẩn phân xạ kế cần tuân theo các chỉ dẫn của nhà chế tạo.

5.3 Đo độ phản xạ của vết đen do khói

5.3.1 Cần định chuẩn phản xạ kể ít nhất mỗi tháng một lần dùng quy trình đã nêu trong 5.2.

5.3.2 Đặt phản xạ kế ở độ phản xạ 100 % (độ hấp thụ bằng 0) với một tờ giấy lọc sạch theo chỉ dẫn của nhà chế tạo phản xạ kế.

5.3.3 Thay tờ giấy lọc sạch bằng tờ giấy đã lấy mẫu (xem 5.1), rồi đo độ phản xạ theo chỉ dẫn của nhà chế tạo và ghi lại giá trị chỉ trên phản xạ kế (giá trị đó phải nhỏ hơn 100% hoặc độ hấp thụ phải lớn hơn không).

Các giá trị độ phản xạ đo được phải nằm trong khoảng 35 % - 95 % độ phản xạ, tương ứng với hệ số hấp thụ nằm trong khoảng $0,64 - 13,13 \cdot 10^{-5}$.

5.3.4 Kiểm tra thường xuyên sự hiệu chỉnh phản xạ kế để đảm bảo độ phản xạ 100 % trên giấy lọc sạch, chẳng hạn ít nhất là cứ sau 10 lần đo mẫu lại kiểm tra và hiệu chỉnh lại nếu thấy cần thiết.

6 Trình bày các kết quả

6.1 Tính toán

Tính hệ số hấp thụ a (m^{-1}) theo phương trình (2)

$$a = \frac{A}{2V} \ln\left(\frac{R_o}{R}\right) \quad (3)$$

trong đó:

R là độ phản xạ của giấy lọc có vết đen, tính theo phần trăm của R_o ;

R_o là độ phản xạ của giấy lọc sạch đối chứng (theo định nghĩa là 100);

V là thể tích mẫu đã lấy (m^3);

A là diện tích của vết đen trên tờ giấy lọc (m^2)

Kết quả tính hệ số hấp thụ được lấy tới một số thập phân sau dấu phẩy.

CHÚ THÍCH 3 - Bảng A.1 có thể dùng để chuyển đổi hệ số hấp thụ a sang chỉ số khói đen phù hợp với các phương pháp OECD hoặc EEC đang dùng.

6.2 Độ tập trung và độ chính xác

Sự phản xạ của vết đen có thể đọc tới một đơn vị độ phản xạ với mức tin cậy 95 %. Các giới hạn tin cậy cuối cùng đối với hệ số hấp thụ a , được liệt kê trong Bảng 1.

Bảng 1 – Các giới hạn tin cậy đối với hệ số hấp thụ

Độ phản xạ, R, %	$a^1) \times 10^{-5}$	Các giới hạn tin cậy	
		Δb	%b
95	0,65	0,13	20,3
80	2,83	0,16	5,8
70	4,52	0,18	4,0
60	6,47	0,21	2,3
50	8,78	0,25	2,9
40	11,61	0,31	2,7
36	12,94	0,35	2,7

1) Với $A = 5,07 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$ và $V = 2 \text{ m}^3$

7 Báo cáo kết quả

Trong báo cáo kết quả cần có các thông tin sau:

- đề cập đến tiêu chuẩn này;
- nhận dạng đầy đủ mẫu khí, gồm cả ngày tháng, thời gian và địa điểm lấy mẫu;
- loại giấy lọc và phản xạ kế được sử dụng;
- các kết quả nhận được bao gồm thể tích mẫu khí, thời gian lấy mẫu, lưu lượng và độ phản xạ (hoặc độ hấp thụ) đo được;
- mọi diễn biến không bình thường ghi nhận được trong quá trình xác định;
- mọi thao tác đã thực hiện mà không được quy định trong tiêu chuẩn này;
- mọi nguồn khói đen gần nơi lấy mẫu có thể làm tăng các kết quả đo;
- những thông tin khác có liên quan tới phương pháp này.

Phụ lục A

Chuyển đổi hệ số hấp thụ thành đơn vị đo chỉ số khói đen thông thường

A.1 Lý thuyết cơ bản

Đối với các chất tinh khiết, định luật Lambert đã đưa ra mối quan hệ giữa mức độ hấp thụ ánh sáng với chiều sâu hoặc chiều dày của chất hấp thụ. Định luật đó phát biểu rằng những phần bằng nhau của tia tới bị hấp thụ bởi những lớp liên tiếp có chiều dày bằng nhau của chất hấp thụ ánh sáng, và được biểu diễn bởi phương trình sau:

$$I = I_0 \cdot e^{-a\ell} \quad (\text{A.1})$$

trong đó:

I_0 là cường độ ánh sáng tới;

I là cường độ ánh sáng sau khi đi qua 1cm chất đã cho;

a là hệ số hấp thụ, nó đặc trưng cho từng chất riêng biệt;

ℓ là chiều dày của chất hấp thụ.

Hệ số hấp thụ a có liên quan đến ánh sáng ở một bước sóng nhất định và giá trị của nó biến đổi theo bước sóng của bức xạ bị hấp thụ. Như vậy, phương trình (A.1) biểu diễn sự truyền qua và sự hấp thụ của bức xạ đơn sắc trong một môi trường nhất định.

A.2 Lý thuyết đo độ phản xạ

Trong quá trình lấy mẫu, không khí được hút qua một màng lọc và các hạt tụ lại thành một vết đen trên bề mặt giấy lọc. Rõ ràng hầu hết các vật liệu lọc chính là lớp chắn đối với bức xạ, do đó ánh sáng không thể truyền qua và cần phải đo độ phản xạ. Như vậy, để áp dụng định luật Lambert (xem phương trình (A.1)), cần giả thiết rằng bề mặt của vật liệu lọc nằm dưới lớp muội lắng đọng tác dụng như một chiếc gương hoàn hảo, và do đó bức xạ xuyên qua lớp hấp thụ hai lần. Cường độ nhuộm đen của các hạt trên bề mặt được đo bằng cách so sánh bề mặt đã bị đen với bề mặt còn nguyên chưa bị nhuộm đen. Cường độ của tia tới I_0 và của tia sau khi truyền qua I có thể được thay bởi R_0 và R , thì giả thiết rằng độ phản xạ R_0 của vật liệu lọc sạch ban đầu là tương tự như tia tới, mà thực tế không đo được. Thực ra, sự khác biệt giữa tia tới và tia phản xạ là do tán xạ. Sự tán xạ này có thể được cho là như nhau đối với cả hai tờ giấy lọc sạch và đã bị đen và do đó nó được bỏ qua trong phép đo phản xạ.

Chiều dày của lớp hấp thụ có thể tính được từ phương trình:

$$\ell = \frac{V}{A} \quad (\text{A.2})$$

trong đó:

V là thể tích khí đã lấy (m^3);

TCVN 5974 : 1995

A là diện tích vết đen (m^2) trên màng lọc;

Như vậy, định luật Lambert có thể thích hợp cho việc đo độ phản xạ như sau:

$$R = R_o \exp\left(-\frac{2aV}{A}\right) \quad (A.3)$$

trong đó a là hệ số hấp thụ (m^{-1}).

Từ phương trình (A.3), có được:

$$a = \frac{A}{2V} \cdot \ln\left(\frac{R_o}{R}\right) \quad (A.4)$$

Dựa trên nguyên lý này, có thể đo được độ phản xạ dưới những điều kiện nhất định được kiểm soát một cách cẩn thận.

A.3 Đo độ phản xạ và chỉ số khói đen

Khái niệm khói đen đã được sử dụng nhiều năm là kết quả của phương pháp “tiêu chuẩn” do Tổ chức Hợp tác và phát triển Kinh tế công bố vào năm 1963 (Organization for Economic Co-operation and Development – OECD). Một “đường cong chuẩn” đã được đưa ra để chuyển đổi số đo độ phản xạ thành microgram/cm² khói đen, sau đó có thể đổi thành nồng độ khói đen. Vì mối quan hệ giữa độ phản xạ và các đơn vị nồng độ khối lượng có thể thay đổi từ nơi này sang nơi khác và theo thời gian ở bất kỳ vị trí nào nên rõ ràng là không thể đưa ra được một quan hệ vạn năng có ý nghĩa. Hơn nữa, việc dùng các đơn vị khối lượng dẫn tới sự lẫn lộn đáng kể của phép đo chỉ số khói đen với các kết quả thu được theo phương pháp khối lượng, phương pháp đo khối lượng hạt lơ lửng trong một đơn vị thể tích không khí. Vì vậy chỉ số khói đen là một số đo độ bản hay khả năng làm biến đổi mẫu khí quyển.

Phương pháp đối chứng xác định khói đen của EEC và phương pháp của OECD đã dùng giấy lọc Whatman No1 và phản xạ kế vết ố khói EEL. Phản xạ kế EEL sử dụng ánh sáng trắng và hiệu quả của giấy lọc Whatman No1 là tương đối thấp. Như vậy, mối quan hệ giữa độ phản xạ và hệ số hấp thụ sẽ sai lệch so với trạng thái lý tưởng được biểu diễn bởi phương trình (A.4).

Trạng thái lý tưởng chỉ tồn tại khi

- a) dùng ánh sáng đơn sắc, và
- b) hạt tụ lại chỉ trên bề mặt môi trường lọc.

Khi dùng giấy lọc Whatman No1, các hạt sẽ thấm sâu vào giấy và một số hạt có thể chui qua giấy. Trong những điều kiện như vậy, phương trình (A.4) gần đúng là

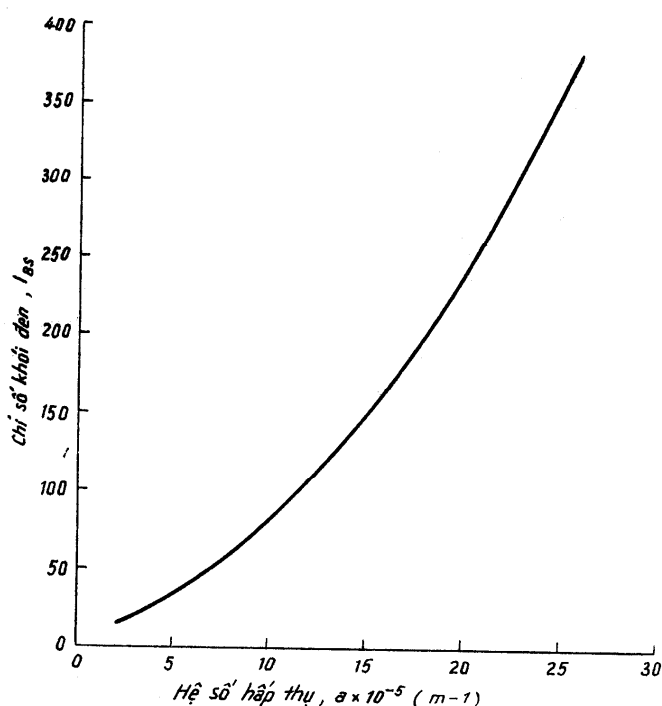
$$a_1 = \frac{A}{V} \cdot \ln\left(\frac{R_o}{R}\right) \quad (A.5)$$

Như vậy, hệ số hấp thụ lý thuyết a (phương trình A.4) được xác định trong phương pháp tiêu chuẩn có quan hệ với hệ số hấp thụ cải biến a_1 (phương trình A.5) như sau:

$$a_1 = 2a \quad (A.6)$$

Việc chuyển đổi hệ số hấp thụ thành chỉ số khói đen chỉ là quy ước và được tiến hành nhờ các bảng hoặc các biểu đồ. Bản thân hệ số hấp thụ là một chỉ số thích hợp của khói đen, và việc chuyển đổi nó thành “nồng độ khói đen” thông thường có thể thực hiện nhờ đường cong chuẩn trên Hình A.1, và các số liệu chi tiết cho việc chuyển đổi này ở trong Bảng A.1. Các số liệu liên quan đến phép đo tiến hành khi dùng giấy lọc Whatman No1¹ và phản xạ kế vết ố khói EEL kiểu 43. Có thể dùng các tổ hợp giấy lọc và phản xạ kế khác, nhưng khi đó không thể còn có quan hệ trực tiếp với số liệu OECD và EC khi sử dụng đường cong chuẩn trên Hình A.1.

1) Giấy lọc Whatman No1 và phản xạ kế EEL 43 là những ví dụ về các sản phẩm thích hợp đã có trên thị trường. Thông tin này là để thuận lợi cho người sử dụng tiêu chuẩn này chứ không phải là một sự xác nhận chất lượng đối với các sản phẩm ấy.



Hình A.1 – Đường cong chuẩn khói đen

Bảng A.1 - Hệ số hấp thụ và chỉ số khói đen

$a \times 10^{-5} (m^{-1})$	Chỉ số khói đen, I	$a \times 10^{-5} (m^{-1})$	Chỉ số khói đen, I
1,28	6,2	10,96	89,7
1,41	6,9	11,16	92,0
1,55	7,6	11,35	94,4
1,68	8,4	11,55	96,8
1,81	9,2	11,75	99,3
1,95	10,0	11,95	101,9
2,08	10,8	12,15	104,5
2,22	11,7	12,36	107,1
2,36	12,5	12,56	109,8
2,50	13,4	12,77	112,6
2,63	14,3	12,98	115,5

TCVN 5974 : 1995

$a \times 10^{-5} (m^{-1})$	Chỉ số khối đen, I	$a \times 10^{-5} (m^{-1})$	Chỉ số khối đen, I
2,91	15,2	13,19	118,3
3,05	16,1	13,40	121,3
3,20	17,1	13,62	124,3
3,34	18,0	13,83	127,4
3,48	19,0	14,05	130,6
3,63	20,0	14,27	133,8
3,77	21,0	14,50	137,1
3,92	22,0	14,72	140,5
4,06	23,1	14,95	143,9
4,21	24,2	15,17	147,4
4,36	25,3	15,40	150,1
4,51	26,4	15,64	154,7
4,66	27,5	15,87	158,5
4,81	28,6	16,11	162,3
4,96	29,8	16,35	166,2
5,11	31,0	16,59	170,2
5,27	32,2	16,83	147,3
5,42	33,4	17,08	175,5
5,58	34,7	17,33	182,8
5,74	36,0	17,58	187,2
5,89	37,3	17,83	191,6
6,05	38,6	18,09	196,2
6,21	39,9	18,35	200,9
6,37	41,3	18,61	205,6
6,53	42,7	18,88	210,5
6,70	44,1	19,14	215,5
6,86	45,5	19,41	220,6
7,03	47,0	19,69	225,8
7,19	48,5	19,96	231,1
7,36	50,0	20,24	236,5
7,53	51,5	20,52	242,0
7,70	53,1	20,81	247,7
7,87	54,7	21,10	253,5
8,04	56,4	21,39	259,4
8,21	58,0	21,69	265,4
8,39	59,7	21,99	271,5
8,56	61,5	22,29	277,8
8,74	63,2	22,60	284,2
8,92	65,0	22,91	290,8
9,10	66,9	23,22	297,5
9,28	68,7	23,54	304,2
9,46	70,6	23,86	311,7
9,64	72,6	24,19	319,2
6,83	74,6	24,52	327,0
10,00	76,6	24,86	335,3
10,20	78,7	25,20	344,0
10,39	80,8	25,54	353,0
10,58	82,9	25,89	362,3
10,77	85,1	26,25	372,1
	87,4		