

TCVN

TIÊU CHUẨN QUỐC GIA

**TCVN 10736-15:2017
ISO 16000-15:2008**

**KHÔNG KHÍ TRONG NHÀ - PHẦN 15:
CÁCH THỨC LẤY MẪU NITƠ DIOXIT**

Indoor air - Part 15: Sampling strategy for nitrogen dioxide (NO₂)

HÀ NỘI - 2017

Lời nói đầu

TCVN 10736-15:2017 hoàn toàn tương đương với ISO 16000-15:2008.

TCVN 10736-15:2017 do Ban kỹ thuật tiêu chuẩn quốc gia TCVN/TC 146 *Chất lượng không khí* biên soạn, Tổng cục Tiêu chuẩn Đo lường Chất lượng đề nghị, Bộ Khoa học và Công nghệ công bố.

Bộ TCVN 10736 (ISO 16000) *Không khí trong nhà* gồm các phần sau:

- TCVN 10736-1: 2015 (ISO 16000-1:2004) *Phần 1: Các khía cạnh chung của kế hoạch lấy mẫu;*
- TCVN 10736-2:2015 (ISO 16000-2:2004) *Phần 2: Kế hoạch lấy mẫu formaldehyt;*
- TCVN 10736-3:2015 (ISO 16000-3:2011) *Phần 3: Xác định formaldehyt và hợp chất cacbonyl khác trong không khí trong nhà và không khí trong buồng thử – Phương pháp lấy mẫu chủ động;*
- TCVN 10736-4:2015 (ISO 16000-4:2011) *Phần 4: Xác định formaldehyt – Phương pháp lấy mẫu khuếch tán;*
- TCVN 10736-5:2015 (ISO 16000-5:2007) *Phần 5: Kế hoạch lấy mẫu đối với hợp chất hữu cơ bay hơi (VOC);*
- TCVN 10736-6:2016 (ISO 16000-6:2011) *Phần 6: Xác định hợp chất hữu cơ bay hơi trong không khí trong nhà và trong buồng thử bằng cách lấy mẫu chủ động trên chất hấp phụ Tenax TA®, giải hấp nhiệt và sắc ký khí sử dụng MS hoặc MS-FID;*
- TCVN 10736-7:2016 (ISO 16000-7:2007) *Phần 7: Chiến lược lấy mẫu để xác định nồng độ sợi amiăng truyền trong không khí;*
- TCVN 10736-8:2016 (ISO 16000-8:2007) *Phần 8: Xác định thời gian lưu trung bình tại chỗ của không khí trong các tòa nhà để xác định đặc tính các điều kiện thông gió;*
- TCVN 10736-9:2016 (ISO 16000-9:2006) *Phần 9: Xác định phát thải của hợp chất hữu cơ bay hơi từ các sản phẩm xây dựng và đồ nội thất – Phương pháp buồng thử phát thải;*
- TCVN 10736-10:2016 (ISO 16000-10:2006) *Phần 10: Xác định phát thải của hợp chất hữu cơ bay hơi từ các sản phẩm xây dựng và đồ nội thất – Phương pháp ngăn thử phát thải;*
- TCVN 10736-11:2016 (ISO 16000-11:2006) *Phần 11: Xác định phát thải của hợp chất hữu cơ bay hơi từ các sản phẩm xây dựng và đồ nội thất – Lấy mẫu, bảo quản mẫu và chuẩn bị mẫu thử;*
- TCVN 10736-12:2016 (ISO 16000-12:2008) *Phần 12: Chiến lược lấy mẫu đối với polychloro biphenyl (PCB), polychloro dibenzo-p-dioxin (PCDD), polychloro dibenzofuran (PCDF) và hydrocacbon thơm đa vòng (PAH);*
- TCVN 10736-13:2016 (ISO 16000-13:2008) *Phần 13: Xác định tổng (pha khí và pha hạt) polychloro biphenyl giống dioxin (PCB) và polychloro dibenzo-p-dioxin/polychloro dibenzofuran (PCDD/PCDF) – Thu thập mẫu trên cái lọc được hỗ trợ bằng chất hấp phụ;*
- TCVN 10736-14:2016 (ISO 16000-14:2009) *Phần 14: Xác định tổng (pha khí và pha hạt) polychloro biphenyl giống dioxin (PCB) và polychloro dibenzo-p-dioxin/polychloro dibenzofuran (PCDD/PCDF) – Chiết, làm sạch và phân tích bằng sắc ký khí phân giải cao và khối phổ.*
- TCVN 10736-15:2017 (ISO 16000-15:2008) *Phần 15: Cách thức lấy mẫu nitơ dioxit (NO₂).*

TCVN 10736-15:2017

- TCVN 10736-16:2017 (ISO16000-16:2008) *Phần 16: Phát hiện và đếm nấm mốc – Lấy mẫu bằng cách lọc.*
- TCVN 10736-17:2017 (ISO16000-17:2008) *Phần 17: Phát hiện và đếm nấm mốc – Phương pháp nuôi cấy.*
- TCVN 10736-18:2017 (ISO16000-18:2011) *Phần 18: Phát hiện và đếm nấm mốc – Lấy mẫu bằng phương pháp va đập.*
- TCVN 10736-19:2017 (ISO16000-19:2012) *Phần 19: Cách thức lấy mẫu nấm mốc.*
- TCVN 10736-20:2017 (ISO16000-20:2014) *Phần 20: Phát hiện và đếm nấm mốc – Xác định số đếm bào tử tổng số.*
- TCVN 10736-21:2017 (ISO16000-21:2013) *Phần 21: Phát hiện và đếm nấm mốc – Lấy mẫu từ vật liệu.*
- TCVN 10736-23:2017 (ISO16000-23:2009) *Phần 23: Thử tính năng để đánh giá sự giảm nồng độ formaldehyt do vật liệu xây dựng hấp thu.*
- TCVN 10736-24:2017 (ISO16000-24:2009) *Phần 24: Thử tính năng để đánh giá sự giảm nồng độ hợp chất hữu cơ bay hơi (trừ fomaldehyt) do vật liệu xây dựng hấp thu.*
- TCVN 10736-25:2017 (ISO16000-25:2011) *Phần 25: Xác định phát thải của hợp chất hữu cơ bán bay hơi từ các sản phẩm xây dựng – Phương pháp buồng thử nhỏ.*
- TCVN 10736-26:2017 (ISO16000-26:2012) *Phần 26: Cách thức lấy mẫu cacbon dioxit (CO₂)*
- TCVN 10736-27:2017 (ISO16000-27:2014) *Phần 27: Xác định bụi sợi lắng đọng trên bề mặt bằng kính hiển vi điện tử quét (SEM) (phương pháp trực tiếp)*
- TCVN 10736-28:2017 (ISO16000-28:2012) *Phần 28: Xác định phát thải mùi từ các sản phẩm xây dựng sử dụng buồng thử.*
- TCVN 10736-29:2017 (ISO16000-29:2014) *Phần 29: Phương pháp thử các thiết bị đo hợp chất hữu cơ bay hơi (VOC).*
- TCVN 10736-30:2017 (ISO16000-30:2014) *Phần 30: Thử nghiệm cảm quan của không khí trong nhà.*
- TCVN 10736-31:2017 (ISO16000-31:2014) *Phần 31: Đo chất chống cháy và chất tạo dẻo trên nền hợp chất phospho hữu cơ-este axit phosphoric.*
- TCVN 10736-32:2017 (ISO16000-32:2014) *Phần 32: Khảo sát tòa nhà để xác định sự xuất hiện của các chất ô nhiễm.*
- TCVN 10736-33:2017 (ISO16000-33:2017) *Phần 33: Xác định phtalat bằng sắc ký khí/khối phổ (GC/MS).*

Lời giới thiệu

Tiêu chuẩn này mô tả các khía cạnh cơ bản được xem xét khi lập ra cách thức lấy mẫu đối với phép đo nitơ oxit trong không khí trong nhà. Tiêu chuẩn này được áp dụng cùng với TCVN 10736-1 (ISO 16000-1) *Không khí trong nhà - Phần 1: Các khía cạnh chung của chiến lược lấy mẫu và các quy trình phân tích*

Tiêu chuẩn này bổ sung cho TCVN 10736 -1 (ISO 16000-1).

Trong TCVN 10736-1(ISO 16000-1), các yêu cầu chung liên quan đến phép đo các chất ô nhiễm không khí trong nhà và các điều kiện quan trọng phải tuân thủ trước và trong lấy mẫu từng chất ô nhiễm hoặc nhóm chất ô nhiễm được mô tả.

Tiêu chuẩn này sử dụng các thuật ngữ đối với môi trường trong nhà được xác định trong TCVN 10736-1 (ISO 16000-1) và Tài liệu tham khảo [1] như các nơi có phòng khách, phòng ngủ, phòng DIY, phòng giải trí và bếp, phòng tắm, phòng làm việc hoặc nơi làm việc trong các tòa nhà không thuộc diện thanh tra về sức khỏe và an toàn về các chất ô nhiễm không khí (ví dụ, các văn phòng các đại lý bán lẻ), các tòa nhà công cộng (ví dụ bệnh viện, trường học, vườn trẻ, phòng thể thao, thư viện, nhà hàng và bar, rạp hát, rạp chiếu phim và các phòng chức năng khác) và các cabin xe cộ và phương tiện giao thông công cộng.

Quy trình cách thức lấy mẫu được mô tả trong tiêu chuẩn này dựa trên VDI 4300-5^[2].

Không khí trong nhà

Phần 15: Cách thức lấy mẫu nitơ dioxit (NO₂)

Indoor air –

Part 15: Sampling strategy for nitrogen dioxide (NO₂)

1 Phạm vi áp dụng

Tiêu chuẩn này quy định việc lập kế hoạch phép đo ô nhiễm nitơ dioxit đối với không khí trong nhà. Đối với phép đo không khí trong nhà, việc lập kế hoạch lấy mẫu và toàn bộ cách thức đo một cách cẩn thận có tầm quan trọng đặc biệt vì kết quả của phép đo có thể có những hệ quả sâu rộng, ví dụ, liên quan đến yêu cầu đối với hoạt động khắc phục hoặc khả năng thành công của các hoạt động đó.

Cách thức phép đo không phù hợp có thể dẫn đến sự diễn giải sai các điều kiện thực, hoặc làm sai kết quả.

2 Tài liệu viện dẫn

Các tài liệu viện dẫn sau rất cần thiết cho việc áp dụng tiêu chuẩn này. Đối với các tài liệu viện dẫn ghi năm công bố thì áp dụng phiên bản được nêu. Đối với các tài liệu viện dẫn không ghi năm công bố thì áp dụng phiên bản mới nhất, bao gồm cả các sửa đổi, bổ sung (nếu có).

TCVN 10736-1:2014 (ISO 16000-1:2004), *Không khí trong nhà – Phần 1: Các khía cạnh chung của cách thức lấy mẫu*

3 Đặc điểm, nguồn và sự xuất hiện nitơ dioxit

Nitơ dioxit (NO₂, CAS No. 10102-44-0) là một trong các chất quan trọng của nhóm các khí nitơ hoặc nitơ oxit. NO₂ là một khí có màu nâu đỏ, có mùi từ ngọt đến khó chịu, N₂O₄ cũng có mặt ở phạm vi nhỏ như dime không màu. Thông tin về đặc tính của NO₂ và những tác động của nó lên con người được tóm tắt ở các tài liệu khác (xem tài liệu tham khảo [3], [4], [5], [6] và [7]).

Trong tất cả các quá trình đốt cháy, các nitơ oxit (NO_x) được tạo thành bởi phản ứng giữa nitơ và oxy. Sản phẩm chính của các quá trình đốt cháy là nitơ monoxit (NO), một phần của chúng phản ứng thêm với oxy tạo thành dạng nitơ dioxit. Phản ứng này là tỏa nhiệt để làm mát các khí xả quá trình đốt cháy hỗ trợ sự tạo thành NO₂ thứ cấp.

TCVN 10736-15:2017

Trong không khí xung quanh, xưởng sấy, xe có động cơ, hệ thống lò hơi công nghiệp và hệ thống sưởi các tòa nhà là các nguồn phát thải NO₂ quan trọng nhất. Sự phát thải NO₂ trong nhà được tạo thành từ các nguồn đốt cháy như việc sưởi và nấu bằng nhiên liệu rắn (gỗ, than), nhiên liệu lỏng (dầu, dầu hỏa) hoặc nhiên liệu khí [khí hóa than, khí thiên nhiên, khí đóng chai (propen, butan)], đặc biệt trong giai đoạn đốt ban đầu. Các thiết bị không dùng nhiên liệu phát thải khí cháy trực tiếp vào không khí trong nhà có thể là nguồn đặc biệt mạnh. Trong tài liệu, có nhiều báo cáo về kết quả xác định NO₂ trong không khí trong nhà (xem Tài liệu tham khảo [4], [8] và [9]). Dựa trên các kết quả này, nồng độ trung bình có thể trong khoảng từ dưới 10 µg/m³ đến 800 µg/m³ trong các điều kiện khác nhau¹⁾.

Nồng độ NO₂ đo được trong không khí trong nhà bị ảnh hưởng bởi tần suất, khoảng thời gian và mức độ của các quá trình đốt cháy trong nhà. Tỷ lệ trao đổi không khí với ngoài trời và nồng độ NO₂ của không khí xung quanh tác động đến nồng độ NO₂ trong nhà. Hơn nữa, phản ứng phân rã nghĩa là những phản ứng được hỗ trợ bởi vật liệu trong nhà và các bề mặt, làm giảm nồng độ NO₂.

Phát thải từ các thiết bị sử dụng khí hoặc dầu hỏa có thể thay đổi đáng kể. Tại cùng đầu ra, nồng độ NO₂ của lò sưởi dầu hỏa (xem Tài liệu tham khảo [10]) có giá trị cao gấp bốn lần so với lò sưởi ga (xem Tài liệu tham khảo [11]). Các nồng độ này có tầm quan trọng đặc biệt nếu các khí đốt cháy được thông với không khí trong nhà, như là trường hợp trong hệ thống không khí xả không kín. Khói thuốc lá cũng đóng góp vào nồng độ NO₂.

4 Các quy định

Bảng 1 đưa ra các hướng dẫn chất lượng không khí (AQG) của Tổ chức y tế thế giới (WHO)^{[5],[6]}, Giá trị hướng dẫn liên quan đến rủi ro đối với không khí trong nhà của nhóm chuyên gia làm việc Innenraumlufthygiene-Kommission des Umweltbundesamtes und der Obersten Landesgesundheitsbehörden (ad hoc WG IRK/AOLG)^[12], Đức cũng như các giá trị nồng độ phát thải tối đa liên quan đến tác động^[3] (giá trị khuyến cáo). Ngoài ra, bảng cũng đưa ra thông tin về giá trị giới hạn không khí xung quanh đối với NO₂. Tuy nhiên, các giá trị không khí xung quanh này không được sử dụng để đánh giá không khí trong nhà, nhưng được tham khảo bởi vì tương tác giữa không khí trong nhà và không khí xung quanh do tốc độ trao đổi không khí, được đề cập ở trên.

¹⁾Trong một số tài liệu, một số nồng độ được báo cáo là ppm (1 mg/m³ tương ứng với 0,53 ppm tại 293 K và 1,013 bar).

Bảng 1 – Tiêu chí đánh giá đối với nitơ dioxide

Giá trị	Thời gian đo	Nồng độ $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Phạm vi áp dụng	Viện dẫn
WHO	1 h	200	Không khí trong nhà/không khí xung quanh	WHO (2000) ^[5] và WHO (2006) ^[6]
WHO	Trung bình năm	40	Không khí trong nhà/không khí xung quanh	WHO (2000) ^[5] và WHO (2006) ^[6]
MIK ^a	1 năm 24 h	20 50	Không khí trong nhà/không khí xung quanh	VDI 2310-12 ^[3]
Nhóm công tác đặc biệt IRK/AOLG	0,5 h	350	Không khí trong nhà	Tài liệu tham khảo ^[12]
WG ad hoc IRK/AOLG	1 tuần	60	Không khí trong nhà	Tài liệu tham khảo ^[12]
Giá trị giới hạn ^b	1 h 1 năm	200 40	Không khí xung quanh	Directive 1999/30/EC ^[13]
Tiêu chuẩn chất lượng không khí xung quanh quốc gia của Hoa Kỳ	1 năm (trung bình số học hàng năm)	100	Không khí xung quanh	Cơ quan bảo vệ môi trường Hoa Kỳ 40 CFR Part 50 ^[14]
Tiêu chuẩn chất lượng không khí xung quanh của California	1 h 1 năm (trung bình số học hàng năm)	340 (0,18 ppm) ^c 57 (0,030 ppm) ^c	Không khí xung quanh	Tài liệu tham khảo ^[15]
Tiêu chuẩn chất lượng không khí xung quanh của Nhật Bản	1 h	113 (0,06 ppm)	Không khí xung quanh	Tài liệu tham khảo ^[16]
^a MIK (nồng độ phát thải tối đa) bảo vệ con người và môi trường với kiến thức tốt nhất hiện có dựa trên tiêu chí phù hợp. ^b 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ có thể không được vượt quá tần suất hơn 18 lần trong một năm. Ngày các giá trị giới hạn này phải đáp ứng các yêu cầu trong khối các nước EU là 1 tháng 1 năm 2010. ^c Không được vượt quá. Giá trị được Hội đồng nguồn tài nguyên không khí phê duyệt, tháng hai năm 2007.				

5 Kỹ thuật đo

5.1 Khái quát

Hiện có một số phương pháp đo nitơ dioxide trong không khí trong nhà. Về nguyên tắc, các phương pháp này có thể chia thành phương pháp đo ngắn hạn và phương pháp đo dài hạn. Phương pháp phân tích thủ công được dùng cho phép đo ngắn hạn và thiết bị lấy mẫu khuếch tán được dùng cho phép đo dài hạn. Khi sử dụng thiết bị lấy mẫu khuếch tán, phần phân tích tương tự với phần được sử dụng cho các phương pháp phân tích thủ công. Ngoài ra, thiết bị quan trắc liên tục thường được sử dụng cho phép đo không khí xung quanh, có thể cũng được sử dụng cho phép đo ngắn hạn hoặc dài

TCVN 10736-15:2017

hạn. Tuy nhiên, trong trường hợp này, do chi phí cao và mức ồn của thiết bị nên không được khuyến nghị sử dụng trong nhà. Có thể tiến hành thử nghiệm trước nồng độ trong nhà, nếu các ống chỉ thị với giới hạn phát hiện nhỏ nhất đủ thấp và độ chính xác tốt là có sẵn (xem 5.4).

Phương pháp phân tích để xác định nitơ dioxide, phù hợp để sử dụng trong môi trường trong nhà được mô tả ở 5.2. Hệ thống đo tự động đã được phê duyệt kiểu cho NO₂ có thể được dùng cho nhiệm vụ phân tích (ví dụ phương pháp quang hóa).

Ngoài các phương pháp được nêu trong tiêu chuẩn này, tính hữu ích và độ tin cậy của phương pháp mới hơn như cảm biến dựa trên bộ cảm biến dòng điện cũng nên được khảo sát.

5.2 Phép đo ngắn hạn

Phép đo ngắn hạn thường được thực hiện trong khoảng thời gian đến 1 h. Nồng độ pic của phép đo ngắn hạn đòi hỏi sử dụng thiết bị quan trắc phân tích liên tục có độ phân giải thời gian cao (10 s đến 20 s). ISO 7996^[17] và ASTM D3824^[18] là phương pháp quan trắc liên tục dựa trên nguyên tắc quang hóa. Phương pháp thay thế là phương pháp thủ công khi đó NO₂ được làm giàu hoạt tính bằng cách sử dụng bơm hút để đẩy không khí đi qua môi trường hấp thụ. Phép đo cần phải được tiến hành theo ISO 6768^[19], ASTM D1607-91^[20], hoặc VDI 4301-1^[21]. Các phương pháp này là phương pháp chuẩn quang học thủ công (phương pháp Saltzman) chỉ khác một chút. Các phương pháp thủ công này cung cấp một nồng độ trung bình cho khoảng lấy mẫu và không cung cấp nồng độ pic cụ thể. Cần chú ý rằng nếu ba phương pháp chuẩn quang học (phương pháp Saltzman) được sử dụng, sau đó môi trường được đo cần phải không có khói thuốc lá. Khói thuốc lá gây cản trở phản ứng hóa học và phải được loại bỏ bằng thông gió đầy đủ trước khi bắt đầu lấy mẫu.

5.3 Phép đo dài hạn

Về nguyên tắc, thiết bị quan trắc liên tục là phù hợp với phép đo dài hạn, nhưng vì những vấn đề đã đề cập ở trên, lấy mẫu bằng bộ lấy mẫu khuếch tán là thích hợp hơn (xem Phụ lục A). Hệ thống làm giàu của loại này vận hành theo nguyên tắc khuếch tán các chất lên trên môi trường hấp phụ. Việc sử dụng thiết bị lấy mẫu khuếch tán, nồng độ NO₂ được tích hợp theo thời gian (vài giờ đến hàng ngày). Pic nồng độ được kết hợp thành giá trị trung bình được xác định theo thời gian.

Bộ lấy mẫu khuếch tán đối với nitơ dioxide được mô tả trong nguồn tài liệu này, như là phương pháp để đánh giá tính năng của chúng (xem Phụ lục A). Đối với các nghiên cứu dịch tễ học gồm số lượng lớn các vị trí đo, bộ lấy mẫu khuếch tán là thiết bị lấy mẫu phù hợp, vì chúng đơn giản không hỏng hóc trong sử dụng hàng ngày trong nhà. Nếu yêu cầu, chúng cũng có thể được đeo bởi người thử nghiệm và do vậy cung cấp thông tin về tiếp xúc cá nhân. Vì NO₂ phản ứng khi có ánh sáng cực tím, do đó cần phải loại bỏ ánh sáng cực tím trực tiếp nếu đặt thiết bị lấy mẫu khuếch tán.

EN 13528-3^[22] là hướng dẫn để lựa chọn sử dụng và bảo dưỡng thiết bị lấy mẫu khuếch tán. Khi thiết bị lấy mẫu khuếch tán được dùng, phương pháp phải được lập thành tài liệu đầy đủ cùng với các tính năng làm việc và độ không đảm bảo đo.

5.4 Thử nghiệm trước

Thử nghiệm sàng lọc cung cấp ngay chỉ thị nồng độ nitơ oxit mặc dù không đủ đúng và chính xác. Tiêu chí đối với lựa chọn phép thử sàng lọc như vậy bao gồm giới hạn phát hiện nhỏ nhất đủ thấp (ví dụ lớn nhất 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) và độ chính xác thỏa đáng (ví dụ 25 %). Ống thử thương mại có bán sẵn và thiết bị lấy mẫu khuếch tán đọc trực tiếp đáp ứng các tiêu chí này có thể có sẵn và tương đối sử dụng đơn giản và cung cấp các kết quả cho lập kế hoạch quy trình bổ sung. Các kết quả của phép thử sàng lọc có thể được sử dụng để quyết định liệu cần có các phép đo bổ sung nữa hay không. Trong một số trường hợp, thử sàng lọc có thể chỉ ra không cần đo bổ sung (xem Phụ lục B). Nồng độ nitơ oxit gần hoặc lớn hơn giá trị khuyến cáo đã đưa ra nhấn mạnh sự cần thiết đo bổ sung sử dụng kỹ thuật đo được mô tả tại 5.2.

Phép thử sàng lọc cần phải được tiến hành sử dụng các nguyên tắc được mô tả ở trên để thiết kế một cách thức phù hợp. Các ví dụ của phép thử sàng lọc được đưa ra ở Phụ lục B.

6 Lập kế hoạch đo

6.1 Yêu cầu chung

Trong Điều 3, đề cập đến sự xuất hiện của nitơ oxit trong không khí trong nhà về nguyên tắc là do các quá trình đốt cháy sử dụng nguồn cháy hở. Có thể bao gồm từ các nguồn mà các đồ dùng gia dụng sẽ là đối tượng đầu của điều tra khảo sát. Sẽ cần thiết phải tính đến vì các yếu tố quan trọng, đặc tính phát thải của các nguồn (đa số là nguồn điểm với sự phát thải nhất thời) và hiệu ứng của không khí xung quanh do sự trao đổi không khí. Kết quả của điều tra được tiến hành trước đây là thành phần quan trọng của lập kế hoạch đo.

6.2 Mục tiêu đo và các điều kiện biên

6.2.1 Khái quát

Trước khi tiến hành phép đo không khí trong nhà, mục đích của phép đo phải được xác định rõ ràng. Có thể có các mục đích sau đây khi nồng độ nitơ oxit được xác định:

- a) Thử nghiệm sự tuân thủ [kiểm tra sự tuân thủ với một giá trị khuyến cáo (ví dụ trong trường hợp có phàn nàn)];
- b) Nghiên cứu [nghiên cứu với mục tiêu như xác định tầm quan trọng của ô nhiễm không khí trong nhà tới sức khỏe (ví dụ trong chương trình nghiên cứu dịch tễ học)];
- c) Xác định tỉ số của nồng độ không khí trong nhà với không khí xung quanh.

6.2.2 Thử nghiệm sự tuân thủ

Việc so sánh của các dữ liệu trong Bảng 1 và 2 cho thấy nồng độ vượt quá các giá trị hướng dẫn đặt trước. Về lý do này, kiểm tra sự tuân thủ với giá trị hướng dẫn là quan trọng. Nếu dự đoán rằng một

TCVN 10736-15:2017

giá trị khuyến cáo đã bị vượt quá, phép đo phải được thực hiện trong các điều kiện quy định với giá trị hướng dẫn.

Vi đặc tính gián đoạn của các nguồn NO₂ thông thường, NO₂ phải được xác định trong không khí trong nhà dưới các điều kiện sử dụng. Vì các nguồn này thay đổi, cách thức của người sử dụng với sự thừa nhận về hoạt tính của các nguồn NO₂ phải được tính đến và lập thành tài liệu trong lập kế hoạch đo. Trong trường hợp có phàn nàn, cần chú ý rằng cách thức của người sử dụng tác động đến sự phát thải NO₂ (bao gồm cả cách thức hành vi/hoạt động liên quan việc nấu nướng và đặt máy điều hòa ảnh hưởng đến việc làm nóng không gian. Do vậy, điều quan trọng là cần xem xét cẩn thận các vấn đề này trong lập kế hoạch đo.

Để nâng cao việc phân loại kết quả đo, và để hiểu rõ hơn các tình huống để đưa ra các khuyến nghị cải tạo

- Nên tiến hành, và nếu cần, lặp lại phép đo trong các điều kiện đặc biệt không thuận lợi, nghĩa là với tất cả các nguồn NO₂ có sẵn đã hoạt động.
- Nếu các phàn nàn riêng lẻ của người sử dụng phòng phát sinh trong các điều kiện khác, phép đo phải được thực hiện trong điều kiện này để làm rõ, và
- Khi các phòng được thông gió bằng hệ thống điều hòa không khí được khảo sát, hệ thống phải được vận hành trong 3 h trong điều kiện vận hành thông thường ở phòng trước khi lấy mẫu.

Sau chương trình đo, được hoàn tất, nếu các khuyến nghị yêu cầu thay đổi trong cách thức để giảm nồng độ NO₂, các khuyến nghị như vậy cần được thực hiện và giới thiệu theo một dạng mà người sử dụng có thể chấp nhận được.

6.2.3 Nghiên cứu tài liệu

Bước đầu tiên trong tiến hành nghiên cứu liên quan đến nồng độ NO₂ hoặc sự tiếp xúc yêu cầu mà mục tiêu của các nghiên cứu như vậy được thiết lập rõ ràng. Trong những năm gần đây, sự tiếp xúc NO₂ của một nhóm dân cư đã được khảo sát trong các nghiên cứu khác nhau, bao gồm trong nhà, và tác động của vận hành các thiết bị khí gas trong các nơi ở đã được nghiên cứu chi tiết (xem tài liệu tham khảo [8] và [23]). Nó đã được tìm thấy trong các nghiên cứu này với mức phát thải NO₂ và nồng độ NO₂ trong không khí xung quanh khác nhau tùy theo người sử dụng, các phòng khác nhau và khoảng thời gian, sao cho việc lập kế hoạch đo cẩn thận là quan trọng nhất. Nghi vấn liệu ảnh hưởng của các pic nồng độ tồn tại chỉ trong thời gian ngắn hoặc sự tiếp xúc trung bình trong một khoảng thời gian tương đối dài được khảo sát cũng quan trọng đáng kể. Trong trường hợp đầu, việc sử dụng thiết bị quan trắc tự động là được dự kiến, và thời gian đo và chu kỳ đo phải được lựa chọn như là một hàm số của tình trạng phát thải; trong trường hợp thứ hai, việc sử dụng bộ lấy mẫu khuếch tán là phù hợp.

Sau khi xác định mục tiêu hoặc mục đích cụ thể cho các nghiên cứu, thông tin cơ bản cần được tập hợp. Ví dụ, thông tin về ảnh hưởng tới sức khỏe của nitơ oxit có thể thu được từ thí nghiệm trong các buồng được tiến hành trong các điều kiện được kiểm soát và sử dụng nghiên cứu dịch tễ thực địa

(xem Tài liệu tham khảo [3]). Thí nghiệm trong buồng thường tập trung vào ảnh hưởng cấp tính của nồng độ tương đối cao, xảy ra trong một khoảng thời gian tương đối ngắn. Trong các nghiên cứu dịch tễ học, tác động là thường xuyên liên quan với nồng độ trung bình dài hạn hơn, vì các lý do về phân tích độ phân giải nồng độ với thời gian đủ dài là không thể thực hiện được. Hơn nữa, các nghiên cứu tiếp xúc nơi làm việc, nói chung liên quan đến mức nồng độ lớn hơn, có thể được khảo sát khi cần.

Phép đo phải được thực hiện trong các điều kiện khí hậu của phòng và phòng khảo sát thông thường. Các điều kiện này cần phải trong vùng thoải mái (xem Tài liệu tham khảo [24]). Nếu việc này không thể thực hiện được, ví dụ trong nhà bếp nơi có nhiệt do việc sử dụng các thiết bị gia dụng, thực hành có thể bị sai lệch. Trong tất cả trường hợp, sự sai lệch phải được biện chứng và lập thành tài liệu. Tương tự, loại nguồn NO₂ hoạt động và khoảng thời gian hoạt động của nguồn khi lấy mẫu phải được lập thành tài liệu.

Vi khoảng thời gian lấy mẫu thường từ một ngày đến một tuần khi bộ lấy mẫu khuếch tán được sử dụng, không cần thiết phải chuẩn bị phòng một cách đặc thù. Trong từng trường hợp, phép thử phải được thực hiện để thiết lập tính năng của bộ lấy mẫu được dùng, đặc biệt liên quan đến độ ổn định của môi trường lấy mẫu và lượng chất được thu thập có đủ cho khoảng thời gian lấy mẫu dự kiến.

Vi thiết bị lấy mẫu khuếch tán chỉ xác định nồng độ trung bình theo phương pháp đo dài hạn (xem 5.3), pic nồng độ có thể không được xác định khi sử dụng quy trình được mô tả ở đây.

6.2.4 Xác định tỉ số nồng độ không khí trong nhà và không khí xung quanh

Đối lập với chất ô nhiễm không khí trong nhà chủ yếu là hữu cơ, NO₂ cũng có thể xuất hiện trong không khí xung quanh tại nồng độ cao và có thể làm nồng độ NO₂ trong không khí trong nhà tăng cao theo. Trường hợp này thường xảy ra với không gian các nhà cao tầng đang xem xét đặt gần với các đường nằm giữa hai nhà cao tầng có mật độ giao thông lớn. Trong trường hợp này, nên đo nồng độ NO₂ trong không khí xung quanh tại cùng thời điểm như đo nồng độ không khí trong nhà. Kết quả có thể giúp đưa ra các khuyến nghị về thông gió.

Tỉ số I/A của nồng độ không khí trong nhà với nồng độ không khí xung quanh cung cấp thông tin về nguồn ảnh hưởng đến không khí trong nhà: nếu tỉ số nhỏ hơn một, nguồn không khí xung quanh là trội hơn; nếu tỉ số lớn hơn một, các nguồn trong phòng là nổi trội. Tuy nhiên, nguyên tắc này không đúng trong tất cả các điều kiện. Nó có thể rơi vào, ví dụ trong các trường hợp sau:

- Chỉ khi kết quả của một phép đo ngắn hạn được xem xét (có thể tỉ số I/A lớn hơn 1 mà không có nguồn có trong phòng: nếu nồng độ NO₂ trong không khí xung quanh giảm nhanh trong một thời gian ngắn, ví dụ do sự thay đổi của hướng gió, trong một thời gian ngắn các giá trị cao hơn vẫn có thể có trong phòng);
- Khi phép đo không khí xung quanh không ghi lại được ngay nồng độ NO₂ các vùng lân cận của tòa nhà;

TCVN 10736-15:2017

- Khi có sự giảm xuống NO_2 trong không khí trong nhà, cùng với "lọc rửa" hoặc lọc NO_2 trong không khí xung quanh do các tòa nhà bao bọc. Nếu nguồn trong nhà là tương đối thường xuyên và phép đo dài hạn được thực hiện, tỉ số I/A có thể nhỏ hơn 1 thậm chí tỉ số có thể lớn hơn 1 tại những thời điểm khi nguồn đang hoạt động.

6.3 Thời gian đo

Thời gian đo được đưa ra tùy thuộc mục đích đo (xem 6.2). Trong khi lựa chọn một thời gian đo phù hợp, phải tính đến nồng độ khác nhau xảy ra tại những khoảng thời gian tương đối dài (ví dụ biến động hàng năm, khoảng thời gian sưởi/khoảng thời gian không sưởi), cũng như sự thay đổi nồng độ là ngắn hạn khi trong tự nhiên (sử dụng lò dùng khí, khói thuốc lá, thông gió).

6.4 Chu kỳ lấy mẫu và tần suất đo

Chu kỳ đo cũng được xác định tùy thuộc mục đích đo (xem 6.2). Tần suất đo phải được kết hợp với kế hoạch đo cùng với mục đích đo và cần được dựa trên độ không đảm bảo của phép đo (xem 6.6) và tính cần thiết phát hiện các giá trị pic. Hướng dẫn về tác động của khoảng thời gian trung bình lên các giá trị nồng độ được nêu khi sử dụng dữ liệu trong tài liệu tham khảo [25] (xem Bảng 2). Sử dụng dữ liệu được ghi liên tục trung bình trong các chu kỳ khác nhau. Nồng độ không khí xung quanh trong khoảng thời gian này từ $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ đến $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Các kết quả này chứng tỏ khoảng giá trị ngắn hạn có thể rộng hơn nhiều so với các giá trị trong khoảng thời gian và vị trí đang xem xét.

Bảng 2 – Khoảng NO_2 tối đa với chu kỳ đo 1 min, 1h và 24 h với trung bình 12 nơi ở được nghiên cứu theo Tài liệu tham khảo [25]

Vị trí	Nồng độ tối đa $\mu\text{g}/\text{m}^3$		
	Trung bình 1 min	Trung bình 1 h	Trung bình 24 h
Phòng bếp	400 to 3 800	230 to 2 000	50 to 480
Phòng khách	200 to 1 000	100 to 900	50 to 260
Phòng ngủ	60 to 800	50 to 700	20 to 100

Ở Mỹ, mối tương quan tương tự cũng được quan sát thấy khi tương quan với trung bình 24 h (tối đa trung bình 24 h là $800 \mu\text{g}/\text{m}^3$) NO_2 và tương ứng với trung bình hàng năm ($200 \mu\text{g}/\text{m}^3$) đã được kiểm tra dựa trên dữ liệu có sẵn ở những năm 1960 như được nêu trong Tài liệu tham khảo [27].

6.5 Vị trí đo

Nói chung, một điểm lấy mẫu trong một phòng là đủ. Điểm lấy mẫu cần phải cao cách sàn 1,50 m và cách tường ít nhất 1 m đến 2 m. Trong nhà bếp, khi các thiết bị khí đang hoạt động, phải dự đoán sự chênh lệch nồng độ có thể xuất hiện (xem Tài liệu tham khảo [28] và [29]). Nếu cần, đo các điều kiện dòng khí có thể cho các thông tin hữu ích. Các điều kiện dòng có thể được thiết lập sử dụng một đồng hồ đo cầm tay. Để khảo sát sự phân tán và phân bố NO_2 trong phòng, và trong nghiên cứu nguồn,

phép thử trước cũng có thể được tiến hành sử dụng ống chỉ thị trực tiếp. Kế hoạch lấy mẫu phải luôn bao gồm một phép đo trong khu vực chính có người sử dụng.

Với những nghi vấn, nếu các giá trị đã đo thu được trong phòng liên quan đến các giá trị có trong không khí xung quanh, không khí xung quanh phải được lấy mẫu trong vùng lân cận của phòng đang khảo sát (ví dụ bancon hoặc phía trước của cửa sổ không được sử dụng để thông gió phòng).

Nếu chỗ cháy ở ngoài tường, tác động của khí xả đến không khí xung quanh tác động đến không khí trong phòng phải xem xét khi lựa chọn điểm đo.

Trong trường hợp tòa nhà có hệ thống điều hòa không khí lấy khí ngoài trời bằng cơ học, thì cần thực hiện phép đo không khí xung quanh trong vùng gần với lối vào của khí cấp bên ngoài.

6.6 Độ không đảm bảo đo và trình bày kết quả

Trong lập kế hoạch đo, độ không đảm bảo đo phải được quy định cũng như đặc tính tính năng trong báo cáo đo.

Độ không đảm bảo đo chắc chắn có. Độ không đảm bảo đo do thực tế số lượng phép đo luôn luôn bị giới hạn và do độ không đảm bảo trong xác định phân tích. Khoảng độ không đảm bảo của kết quả giảm bằng cách tăng số lượng các phép đo song song. Tuy nhiên, tính đại diện của kết quả của từng phép đo hoặc của các phép đo song song phải được nhìn thấy trong các tình huống nồng độ thay đổi theo thời gian và không gian. Nếu giá trị đo được gần bằng với giá trị hướng dẫn trong các điều kiện thử, nên tiến hành một phép đo lặp lại.

Nếu các phép đo song song đã được tiến hành, ngoài ra giá trị trung bình của các giá trị đơn cũng phải được báo cáo. Độ lệch chuẩn sau đó phù hợp với báo cáo độ không đảm bảo đo.

Ngoài viện dẫn phương pháp phân tích được sử dụng, báo cáo đo cũng bao gồm trình bày đặc tính tính năng đúng tại thời điểm khi phép đo được tiến hành, đặc biệt giới hạn phát hiện và xác định.

Khi bộ lấy mẫu khuếch tán được sử dụng, công thức chuyển đổi được dùng để tính kết quả cũng phải được báo cáo.

Trong các kết quả đo, dữ liệu số thường được báo cáo với chữ số thập phân cuối cùng (chữ số có nghĩa) tại thời điểm phản ánh bậc độ lớn của độ không đảm bảo đo.

6.7 Đảm bảo chất lượng

Tùy thuộc vào mục đích, chuẩn bị phòng trước khi bắt đầu phép đo, thời gian đo, khoảng thời gian lấy mẫu và tần suất và vị trí của phép đo phải được quy định. Ngoài ra, cần tuân thủ và ghi lại, trước và trong khi đo, các điều kiện biên quy định đặc biệt liên quan đến tình trạng thông gió và lập tài liệu hoàn thiện việc sử dụng các nguồn phát thải ni tơ oxit trong môi trường trong nhà và ngay trong các vùng lân cận của toàn nhà. Các biên bản như vậy cần được thiết lập trong lập kế hoạch đo phù hợp. Hướng dẫn chung liên quan đến thông tin được ghi lại trong phép đo không khí trong nhà được đưa ra tại TCVN 10736-1:2015 (ISO 16000-1:2004), Phụ lục D.

TCVN 10736-15:2017

Đối với đảm bảo chất lượng, trong mỗi loạt phân tích, đều phải phân tích mẫu trắng hiện trường. Năng lực phân tích cần được tương ứng với mục tiêu. Khi sử dụng bộ lấy mẫu khuếch tán, sử dụng ít nhất hai bộ lấy mẫu cho mỗi phòng.

Nhu cầu chất lượng của khách hàng phải được xác định trong cách thức đo.

Để lựa chọn và xác định các thành phần của đảm bảo chất lượng, các câu hỏi sau đây cần được hướng đến khi chuẩn bị cách thức lấy mẫu:

- Phòng thử nghiệm đo có hệ thống đảm bảo chất lượng được lập thành văn bản không (ví dụ theo TCVN ISO/IEC 17025¹³⁰⁾?
- Quy trình hiệu chuẩn nào được sử dụng, tần suất và mức độ?
- Các phép đo được sắp xếp có cần thiết không?
- Độ không đảm bảo được xác định như thế nào (ví dụ theo GUM¹³⁾?
- Phòng thử nghiệm có tham gia vào phép thử liên phòng không?

Phụ lục A

(Tham khảo)

Thông tin về bộ lấy mẫu khuếch tán

Lấy mẫu NO₂ bằng khuếch tán qua trietanolamin được sử dụng lần đầu bởi Palmes (xem Tài liệu tham khảo [32], [33], [34] và [35]). Bộ lấy mẫu khuếch tán gồm các ống trụ Plesiglas và một đầu được buộc bằng lưới thép không gỉ bọc trietanolamin (cái lọc xenlulo hoặc sợi thủy tinh cũng được sử dụng). Lưới thép được chiết bằng nước sau khi tiếp xúc với mẫu. Dịch chiết được dùng để xác định quang học, ví dụ sử dụng phương pháp Saltzman^[19]. Giới hạn phát hiện sau 24 h tiếp xúc của bộ lấy mẫu là 28 µg NO₂/m³ và sau tiếp xúc một tuần, 4 µg NO₂/m³. Bộ lấy mẫu khuếch tán có thể được gửi qua bưu điện và (hàn kín bằng nút) giữ được đến sáu tháng ở nhiệt độ phòng sau khi tiếp xúc (xem Tài liệu tham khảo [36]).

Bộ lấy mẫu khuếch tán khác dựa trên nguyên tắc tương tự với ống Palmes đã được thiết kế có độ nhạy và độ tái lập cao hơn; do vậy, các thiết bị khuếch tán hiện đại hơn thường được sử dụng (xem Tài liệu tham khảo [37], [26] và [27]). Sắc ký ion thường được sử dụng cho phân tích.

Bộ lấy mẫu khuếch tán phải được thử trong các điều kiện phòng sử dụng một phương pháp độc lập (ISO 6768)^[19] (xem Tài liệu tham khảo [38] và [39]). Bất kỳ tác động của nhiệt độ, độ ẩm tương đối và sự trao đổi không khí cần được tính đến trong phép thử này. Lưu lượng khí tối thiểu là cần thiết – trong trường hợp các ống Palmes trong khoảng từ 0,05 m/s đến 0,1 m/s (Tài liệu tham khảo [40]), 0,1 m/s trong trường hợp các bộ lấy mẫu loại Badge (Tài liệu tham khảo [41]), vì các chất từ môi trường được mang đến môi trường giàu bởi sự khuếch tán trong hệ thống, và không sử dụng bơm, như là trường hợp với hệ thống đo chủ động. Do không đủ sự trao đổi không khí, nếu số lượng không đầy đủ các phân tử được chuyển đến ống, không khí trong các vùng lân cận của bộ lấy mẫu trở nên bị cạn kiệt, dẫn đến không ước lượng được nồng độ (Tài liệu tham khảo [42]). Mức độ của tác động này phụ thuộc vào hình học của bộ lấy mẫu.

Phụ lục B

(Tham khảo)

Ví dụ phép thử sàng lọc

B.1 Khái quát

Phương pháp thử sàng lọc là phương pháp có thể cung cấp nhanh chỉ thị ô nhiễm không khí hiện có không sử dụng kỹ thuật phân tích chuyên sâu. Các phương pháp này là công cụ quan trọng để bù trừ cho sự thiếu các thông tin. Kết quả có thể tạo thuận lợi cho quyết định đến mức yêu cầu thêm phép đo. Khi sử dụng phép thử sàng lọc, nhu cầu cơ bản của cách thức đo vẫn phải được xem xét.

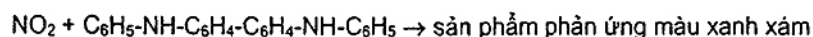
B.2 Ống chỉ thị đọc trực tiếp

Ống chỉ thị đọc trực tiếp đo nitơ dioxit trong khoảng từ 48 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ đến 19,1 mg/m^3 (0,025 ppm đến 10 ppm). Các thiết bị có bán sẵn trên thị trường đáp ứng với sự thay đổi màu của lớp khi nitơ dioxit có trong không khí. Hệ thống đo gồm ống chỉ thị và kèm một bơm để hút mẫu không khí đi qua ống. Ống chỉ thị chứa một lớp hạt được tẩm N,N-diphenylbenzidin để phát hiện nitơ dioxit (Tài liệu tham khảo [43]). Thẻ tích được hút bằng bơm kèm theo đi qua ống chỉ thị phụ thuộc vào nồng độ nitơ dioxit trong mẫu khí.

Bảng B.1 – Thẻ tích mẫu và khoảng đo của ống detector điển hình

Khoảng đo NO_2 ppm	Thẻ tích không khí lấy mẫu	Khoảng đúng ppm	Đánh giá	Độ lệch chuẩn %
0,5 đến 10	0,5	0,5 đến 10	Chỉ thị = ppm	10 đến 15
0,25 đến 1	1	0,5 đến 2	Chỉ thị : 2 = ppm	10 đến 15
0,05 đến 0,2	5	0,5 đến 2	Chỉ thị : 10 = ppm	30
0,025 đến 0,1	10	0,5 đến 2	Chỉ thị : 20 = ppm	30

Khi có mặt nitơ dioxit, phản ứng sau xảy ra:



Khi nitơ dioxit có trong không khí, màu thay đổi từ xám xanh sang xám hơi xanh. Độ dài của sự thay đổi màu là phép đo nồng độ và có thể được đọc từ thang đo của ống. Nếu không có sự thay đổi màu hoặc số đọc nhỏ hơn đáng kể giá trị hướng dẫn, không cần có thêm phép đo. Các chất ô nhiễm cản trở là clo và ozon phản ứng giống như nitơ dioxit. Nitơ monoxit không được chỉ thị.

Thư mục tài liệu tham khảo

- [1] Sondergutachten Juni 1987: *Luftverunreinigungen in Innenräumen. Gutachten des Rates für Umweltfragen*. Stuttgart: Metzler-Poeschel Verlag, Germany
- [2] VDI 4300-5, Messen von Innenraumluftverunreinigungen — Messstrategie für Stickstoffdioxid (NO₂)
- [3] VDI 2310-12, Maximale Immissions-Werte zum Schutz des Menschen — Maximale Immissions-Konzentrationen für Stickstoffdioxid
- [4] European Concerted Action (ECA) — *Indoor Air Quality & its Impact on Man* — Report No. 3 Indoor Pollution by NO₂ in European countries, EUR 12219 EN. Luxembourg: Office for Publication of the European Communities, 1989
- [5] *Air Quality Guidelines for Europe*, 2nd ed. Copenhagen, World Health Organization Regional Office for Europe, 2000
- [6] *WHO Air quality guidelines for particulate matter, ozone, nitrogen dioxide and sulfur dioxide — Global update 2005 — Summary of risk assessment*. World Health Organization, Geneva, 2006
- [7] KOTZIAS, D., KOISTINEN, K., KEPHALOPOULOS, S., SCHLITT, C., CARRER, P., MARONI, M., JANTUNEN, M., COCHET, C., KIRCHNER, S., LINDVALL, T., MCLAUGHLIN, J., MOLHAVE, L., DE OLIVEIRA FERNANDES, E. and SEIFERT, B. *The INDEX project; Critical appraisal of the setting and implementation of indoor exposure limits in the EU*. Report EUR 21590EN, European Commission, 2005
- [8] *Indoor Air Quality — A comprehensive reference book*. (ed. Maroni, M., Seifert, B. and Lindvall, T.), Amsterdam, Elsevier, 1995
- [9] RAW, G., COWARD, S., BROWN, V. and CRUMP, D. Exposure to air pollutants in English homes. *Journal of Exposure Analysis and Environmental Epidemiology*, **14**, S 85-S 94, 2004
- [10] YAMANAKA, S., HIROSE, H. and TAKADA, S. Nitrogen oxides emissions from domestic kerosene-fired and gas-fired appliances. *Atmos. Environ.*, **13**, 1979, pp. 407-412
- [11] APTE, M.G. and TRAYNOR, G.W. *Comparison of pollutant emission rates from unvented kerosene and gas space heaters*. LBL Report 21571, presented at IAQ '86: Managing Indoor Air for Health and Energy Conservation, Atlanta, GA, 20-23 April 1986
- [12] ENGLERT, N. Richtwerte für die Innenraumluft: Stickstoffdioxid. *Bundesgesundhbl.*, **98**(1), pp. 9-12
- [13] Council Directive 1999/30/EC of 22 April 1999 relating to limit values for sulphur dioxide, nitrogen dioxide and oxides of nitrogen, particulate matter and lead in ambient air, *Official Journal of the European Communities*, 29.6.1999, L **163**, p. 41
- [14] Environmental Protection Agency 40 CFR Part 50 (see <http://www.epa.gov/air/criteria.html>)
- [15] California Ambient Air Quality Standards (see <http://www.arb.ca.gov/research/aaqs/caaqs/no2-1/no2-1.htm>)
- [16] Ministry of the Environment, Government of Japan, *Environmental Quality Standards about the environmental quality concerning nitrogen dioxide* (Notification on July 11, 1978)

TCVN 10736-15:2017

- [17] TCVN 6138 (ISO 7996), *Không khí xung quanh - Xác định nồng độ khối lượng của nitơ oxit – Phương pháp quang hóa.*
- [18] ASTM D3824-95 (2005), Standard Test Methods for Continuous Measurement of Oxides of Nitrogen in the Ambient or Workplace Atmosphere by the Chemiluminescent Method
- [19] TCVN 6137 (ISO 6768) *Không khí xung quanh - Xác định nồng độ khối lượng của nitơ oxit – Phương pháp Griess-Saltzman cải biên.*
- [20] ASTM D1607-91(2005), Standard Test Method for Nitrogen Dioxide Content of the Atmosphere (Griess-Saltzman Reaction)
- [21] VDI 4301-1, Messen von Innenraumluftverunreinigungen — Messen der Stickstoffdioxidkonzentration — Manuelles photometrisches Verfahren (Saltzman)
- [22] EN 13528-3, Ambient air quality — Diffusive samplers for the determination of concentrations of gases and vapours — Requirements and test methods — Part 3: Guide to selection, use and maintenance
- [23] *Indoor Air Pollution — A Health Perspective* (ed. Samet, J.M. and Spengler, J.D.), Baltimore, London, Johns Hopkins Univ. Press, 1991
- [24] EN 13779, Ventilation for non-residential buildings — Performance requirements for ventilation and room-conditioning systems
- [25] LEBRET, E., NOY, D., BOLEU, J. and BRUNEKREEF, B. *Real-time concentration measurements of CO and NO₂ in twelve homes.* In: B. Seifert, H. Esdorn, M. Fischer, H. Rüdén, J. Wegner (Eds.): *Indoor Air '87 — Proc. 4th International Conference on Indoor Air Quality and Climate, Berlin (West), 17-21 August 1987, Vol. 1, Institute for Water, Soil and Air Hygiene, Berlin, pp. 435-440*
- [26] LARSEN, R.I. A new model of air pollutant concentration averaging time and frequency. *J. Air Pollution Control Association*, **19**, 1969, pp. 24-30
- [27] BABCOCK, L.R. and NAGDA, N.L. *Popex: Ranking Air Pollution Sources by Population Exposure.* EPA-600/2-76-063. U.S.Environmental Protection Agency, Washington, DC, 1976
- [28] SEIFERT, B. *A sampling strategy for the representative characterisation of the chemical composition of indoor air.* In: B. Berglund, T. Lindvall and J. Sundell (Eds.): *Indoor Air '84 — Proc. 3rd International Conference on Indoor Air Quality and Climate, Stockholm, 20-24 August 1984, Vol. 4, Swedish Council for Building Research, Stockholm, pp. 177-181*
- [29] GOLDSTEIN, I.F., HARTEL, D. and ANDREWS, L.R. Assessment of human exposure to nitrogen dioxide, carbon monoxide and respirable particulate in New York inner-city residences. *Atmos. Environ.*, **22**, 1988, pp. 2127-2139
- [30] TCVN ISO/IEC 17025, Yêu cầu chung đối với năng lực của phòng thử nghiệm và phòng hiệu chuẩn
- [31] TCVN ISO/IEC Guide 98-3, Độ không đảm bảo đo – Phần 3: Hướng dẫn thể hiện độ không đảm bảo đo (GUM:1995)
- [32] PALMES, E.D. and LINDENBOOM, R.H. Ohm's law, Fick's law, and diffusion samplers for gases.

- Anal. Chem.*, **51**, 1979, pp. 2400-2401
- [33] HANGARTNER, M., BURRI, P. and HUTER, C. Passivsammler für Stickstoffdioxid. *Soz. Präy. med.*, **31**, 1986, pp. 239-241
- [34] ENGLERT, N., PRESCHER, K.-E. and SEIFERT, B. Determination of exposure to nitrogen dioxide with passive samplers in studying respiratory diseases in young children. *Environ. Int.*, **15**, 1989, pp. 137-142
- [35] TOMINGAS, R., and GROVER, Y.P. Schadstoffe in Wohnungen mit und ohne Gasanlagen. *Staub — Reinh. Luft*, **50**, 1990, pp. 391-394
- [36] PALMES, E.D., GUNNISON, A.F., DIMATTIO, J. and TOMCZYK, C. Personal sampler for nitrogen dioxide. *Am. Ind. Hyg. Assoc. J.*, **37**, 1976, pp. 570-577
- [37] YANAGISAWA, Y., Determination of nitrogen dioxide by means of the Palmes diffusion tube and the Yanagisawa filter badges. In: *Environmental Carcinogens — Methods of Analysis and Exposure Measurement. Vol. 12 — Indoor Air* (ed. B. Seifert, H.J. van de Wiel, B. Dodet, I.K. O'Neill), IARC Scientific Publ. No. 109, Lyon, 1993, pp. 256-268
- [38] EN 13528-1, Ambient air quality — Diffusive samplers for the determination of concentrations of gases and vapours — Requirements and test methods — Part 1: General requirements
- [39] EN 13528-2, Ambient air quality — Diffusive samplers for the determination of concentrations of gases and vapours — Requirements and test methods — Part 2: Specific requirements and test methods
- [40] PALMES, E.D., BURTON, R.M. (JR.), RAVISHANKAR, K. and SOLOMON, J.J. A simple mathematical model for diffusional sampler operation. *Am. Ind. Hyg. Assoc. J.*, **47**, 1986, pp. 418-420
- [41] LEE, K., YANAGISAWA, Y., SPENGLER, J.D., ÖZKAYNAK, H. and BILLICK, I.H. Sampling rate evaluation of NO₂ badge: (I) in indoor environments. *Indoor Air*, **3**, 1993, pp. 124-130
- [42] MULIK, J.D., LEWIS, R.G., WILLIAMS, D.D. and MCCLENNY, W.A. Modification of a high-efficiency passive sampler to determine nitrogen dioxide or formaldehyde in air. *Anal. Chem.*, **61**, 1989, pp. 187-189
- [43] Dräger Tube/CMS Handbook, Dräger Safety AG & Co. KGaA, Lübeck, Germany, 2005
- [44] ISO 16017-1, Indoor, ambient and workplace air — Sampling and analysis of volatile organic compounds by sorbent tube/thermal desorption/capillary gas chromatography — Part 1: Pumped sampling
- [45] ISO 16017-2, Indoor, ambient and workplace air — Sampling and analysis of volatile organic compounds by sorbent tube/thermal desorption/capillary gas chromatography — Part 2: Diffusive sampling
-