



جمهوری اسلامی ایران
Islamic Republic of Iran
سازمان ملی استاندارد ایران

Iranian National Standardization Organization



استاندارد ملی ایران
۲۱۳۵۴
چاپ اول
۱۳۹۵

INSO
21354
1st.Edition

2017

Identical with
ISO

8761:1989+cor1:2009

هوای محل کار - تعیین غلظت جرمی
نیتروژن دی اکسید - با استفاده از روش
لوله های آشکارساز برای نمونه برداری کوتاه
مدت با نشان دهی مستقیم

Work-place air - Determination of mass
concentration of nitrogen dioxide - Method
using detector tubes for short-term
sampling with direct indication

ICS: 13.040.30

سازمان ملی استاندارد ایران

تهران، ضلع جنوب غربی میدان ونک، خیابان ولیعصر، پلاک ۲۵۹۲

صندوق پستی: ۶۱۳۹-۱۴۱۵۵ تهران - ایران

تلفن: ۵-۸۸۸۷۹۴۶۱

دورنگار: ۸۸۸۸۷۰۸۰ و ۸۸۸۸۷۱۰۳

کرج - شهر صنعتی، میدان استاندارد

صندوق پستی: ۱۶۳-۳۱۵۸۵ کرج - ایران

تلفن: ۸-۳۲۸۰۶۰۳۱ (۰۲۶)

دورنگار: ۳۲۸۰۸۱۱۴ (۰۲۶)

رایانامه: standard@isiri.org.ir

وبگاه: <http://www.isiri.org>

Iranian National Standardization Organization (INSO)

No.2592 Valiasr Ave., South western corner of Vanak Sq., Tehran, Iran

P. O. Box: 14155-6139, Tehran, Iran

Tel: + 98 (21) 88879461-5

Fax: + 98 (21) 88887080, 88887103

Standard Square, Karaj, Iran

P.O. Box: 31585-163, Karaj, Iran

Tel: + 98 (26) 32806031-8

Fax: + 98 (26) 32808114

Email: standard@isiri.org.ir

Website: <http://www.isiri.org>

به نام خدا

آشنایی با سازمان ملی استاندارد ایران

سازمان ملی استاندارد ایران به موجب بند یک ماده ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، مصوب بهمن ماه ۱۳۷۱ تنها مرجع رسمی کشور است که وظیفه تعیین، تدوین و نشر استانداردهای ملی (رسمی) ایران را به عهده دارد.

تدوین استاندارد در حوزه‌های مختلف در کمیسیون‌های فنی مرکب از کارشناسان سازمان، صاحب‌نظران مراکز و مؤسسات علمی، پژوهشی، تولیدی و اقتصادی آگاه و مرتبط انجام می‌شود و کوششی همگام با مصالح ملی و با توجه به شرایط تولیدی، فناوری و تجاری است که از مشارکت آگاهانه و منصفانه صاحبان حق و نفع، شامل تولیدکنندگان، مصرف‌کنندگان، صادرکنندگان و واردکنندگان، مراکز علمی و تخصصی، نهادها، سازمان‌های دولتی و غیردولتی حاصل می‌شود. پیش‌نویس استانداردهای ملی ایران برای نظرخواهی به مراجع ذی‌نفع و اعضای کمیسیون‌های مربوط ارسال می‌شود و پس از دریافت نظرها و پیشنهادها در کمیته ملی مرتبط با آن رشته طرح و در صورت تصویب، به عنوان استاندارد ملی (رسمی) ایران چاپ و منتشر می‌شود.

پیش‌نویس استانداردهایی که مؤسسات و سازمان‌های علاقه‌مند و ذی‌صلاح نیز با رعایت ضوابط تعیین شده تهیه می‌کنند در کمیته ملی طرح، بررسی و در صورت تصویب، به عنوان استاندارد ملی ایران چاپ و منتشر می‌شود. بدین ترتیب، استانداردهایی ملی تلقی می‌شود که بر اساس مقررات استاندارد ملی ایران شماره ۵ تدوین و در کمیته ملی استاندارد مربوط که در سازمان ملی استاندارد ایران تشکیل می‌شود به تصویب رسیده باشد.

سازمان ملی استاندارد ایران از اعضای اصلی سازمان بین‌المللی استاندارد (ISO)^۱، کمیسیون بین‌المللی الکتروتکنیک (IEC)^۲ و سازمان بین‌المللی اندازه‌شناسی قانونی (OIML)^۳ است و به عنوان تنها رابط^۴ کمیسیون کدکس غذایی (CAC)^۵ در کشور فعالیت می‌کند. در تدوین استانداردهای ملی ایران ضمن توجه به شرایط کلی و نیازمندی‌های خاص کشور، از آخرین پیشرفت‌های علمی، فنی و صنعتی جهان و استانداردهای بین‌المللی بهره‌گیری می‌شود.

سازمان ملی استاندارد ایران می‌تواند با رعایت موازین پیش‌بینی شده در قانون، برای حمایت از مصرف‌کنندگان، حفظ سلامت و ایمنی فردی و عمومی، حصول اطمینان از کیفیت محصولات و ملاحظات زیست‌محیطی و اقتصادی، اجرای بعضی از استانداردهای ملی ایران را برای محصولات تولیدی داخل کشور و/یا اقلام وارداتی، با تصویب شورای عالی استاندارد، اجباری کند. سازمان می‌تواند به منظور حفظ بازارهای بین‌المللی برای محصولات کشور، اجرای استاندارد کالاهای صادراتی و درجه‌بندی آن را اجباری کند. همچنین برای اطمینان بخشیدن به استفاده‌کنندگان از خدمات سازمان‌ها و مؤسسات فعال در زمینه مشاوره، آموزش، بازرسی، ممیزی و صدور گواهی سیستم‌های مدیریت کیفیت و مدیریت زیست‌محیطی، آزمایشگاه‌ها و مراکز واسنجی (کالیبراسیون) وسایل سنجش، سازمان ملی استاندارد این‌گونه سازمان‌ها و مؤسسات را بر اساس ضوابط نظام تأیید صلاحیت ایران ارزیابی می‌کند و در صورت احراز شرایط لازم، گواهینامه تأیید صلاحیت به آن‌ها اعطا و بر عملکرد آن‌ها نظارت می‌کند. ترویج دستگاه بین‌المللی یکاها، واسنجی وسایل سنجش، تعیین عیار فلزات گرانبها و انجام تحقیقات کاربردی برای ارتقای سطح استانداردهای ملی ایران از دیگر وظایف این سازمان است.

1- International Organization for Standardization

2- International Electrotechnical Commission

3- International Organization for Legal Metrology (Organisation Internationale de Metrologie Legals)

4- Contact point

5- Codex Alimentarius Commission

کمیسیون فنی تدوین استاندارد

«هوای محل کار - تعیین غلظت جرمی نیتروژن دی اکسید - با استفاده از روش لوله‌های
آشکارساز برای نمونه‌برداری کوتاه مدت با نشان‌دهی مستقیم»

رئیس:

ردائی، احسان

(کارشناسی ارشد شیمی تجزیه)

دبیر:

افتخاری دافچاهی، سمیه

(کارشناسی ارشد شیمی فیزیک)

اعضا: (اسامی به ترتیب حروف الفبا)

اسدی، ایرج

(دکتری آلودگی محیط زیست)

اسمعیلی طارمسری، معصومه

(کارشناسی ارشد شیمی فیزیک)

بیگدلی، داوود

(کارشناسی ارشد شیمی تجزیه)

حسینی، مرضیه

(کارشناسی آب و خاک)

صنعتگر دلشاد، الهام

(کارشناسی ارشد شیمی فیزیک)

قاسملو، رقیه

(کارشناسی ارشد مهندسی منابع طبیعی، محیط زیست)

نجفی، امیر

(کارشناسی ارشد شیمی تجزیه)

هاشمی، مهدی

(دکتری شیمی تجزیه)

سمت و/یا محل اشتغال:

اداره کل استاندارد استان همدان

شرکت رویان پژوهان سینا

سازمان محیط زیست استان همدان

شرکت رویان پژوهان سینا

شرکت پارس کیمیا زیست بهسازان

آزمایشگاه پیرایه زیست قزوین

شرکت رویان پژوهان سینا

شرکت آب منطقه‌ای استان همدان

آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک همدان

دانشگاه بوعلی سینا همدان

ویراستار:

حسن زاده، شهناز
(کارشناسی بیولوژی)

اداره کل استاندارد استان کردستان

فهرست مندرجات

صفحه	عنوان
ح	پیش‌گفتار
۱	۱ هدف و دامنه کاربرد
۱	۲ مراجع الزامی
۱	۳ اصطلاحات و تعاریف
۲	۴ اصول آزمون
۲	۵ واکنش‌ها و تداخلات
۲	۵-۱ واکنش N' ، N - دی‌فنیل بنزیدین
۳	۵-۱-۱ واکنش
۳	۵-۱-۲ تداخلات
۳	۵-۲ واکنش N - (۱- نفتیل) - اتیلن دی‌آمین دی‌هیدروکلرید
۳	۵-۲-۱ واکنش
۳	۵-۲-۲ تداخلات
۳	۵-۳ واکنش O - تولیدین
۳	۵-۳-۱ واکنش
۳	۵-۳-۲ تداخلات
۴	۶ وسایل
۴	۶-۱ لوله‌های آشکارساز
۴	۶-۲ پمپ لوله آشکارساز
۵	۷ نمونه‌برداری
۵	۸ روش آزمون
۶	۸-۱ آزمون پمپ لوله آشکارساز
۶	۸-۲ تعیین
۶	۸-۲-۱ ارزیابی نشان‌دهی لوله آشکارساز
۷	۸-۲-۲ ارزیابی ضرایب تصحیح
۷	۸-۳ تخلیه لوله‌های آشکارساز
۷	۹ بیان نتایج
۷	۹-۱ روش محاسبه
۸	۹-۲ دقت
۸	۱۰ گزارش آزمون

صفحه	عنوان
۱۰	پیوست الف (الزامی) واسنجی لوله‌های آشکارساز
۱۲	کتاب‌نامه

پیش‌گفتار

استاندارد «هوای محل کار- تعیین غلظت جرمی نیتروژن دی‌اکسید - با استفاده از روش لوله‌های آشکارساز برای نمونه‌برداری کوتاه مدت با نشان‌دهی مستقیم» که پیش‌نویس آن در کمیسیون‌های مربوط بر مبنای پذیرش استانداردهای بین‌المللی/ منطقه‌ای به عنوان استاندارد ملی ایران به روش اشاره شده در مورد الف، بند ۷، استاندارد ملی ایران شماره ۵ تهیه و تدوین شده، در یکصد و سی و یکمین اجلاس کمیته ملی استاندارد محیط زیست مورخ ۱۳۹۵/۱۱/۱۰ تصویب شد. اینک این استاندارد به استناد بند یک ماده ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، مصوب بهمن ماه ۱۳۷۱، به عنوان استاندارد ملی ایران منتشر می‌شود.

استانداردهای ملی ایران بر اساس استاندارد ملی ایران شماره ۵ (استانداردهای ملی ایران- ساختار و شیوه نگارش) تدوین می‌شوند. برای حفظ همگامی و هماهنگی با تحولات و پیشرفت‌های ملی و جهانی در زمینه صنایع، علوم و خدمات، استانداردهای ملی ایران در صورت لزوم تجدیدنظر خواهند شد و هر پیشنهادی که برای اصلاح و تکمیل این استانداردها ارائه شود، هنگام تجدیدنظر در کمیسیون‌های مربوط مورد توجه قرار خواهد گرفت. بنابراین، باید همواره از آخرین تجدیدنظر استانداردهای ملی ایران استفاده کرد.

این استاندارد ملی بر مبنای پذیرش استاندارد بین‌المللی زیر به روش «معادل یکسان» تهیه و تدوین شده و شامل ترجمه تخصصی کامل متن آن به زبان فارسی می‌باشد و معادل یکسان استاندارد بین‌المللی مزبور است:

ISO 8761:1989+cor1:2009, Work-place air - Determination of mass concentration of nitrogen dioxide - Method using detector tubes for short-term sampling with direct indication

هوای محل کار - تعیین غلظت جرمی نیتروژن دی اکسید - با استفاده از روش لوله های آشکارساز برای نمونه برداری کوتاه مدت با نشان دهی مستقیم

۱ هدف و دامنه کاربرد

هدف از تدوین این استاندارد، تعیین غلظت جرمی نیتروژن دی اکسید موجود در هوای محل کار (یا محیط های کاری) در غلظت های 1 mg/m^3 تا 50 mg/m^3 با استفاده از لوله های آشکارساز است.

این استاندارد برای نمونه برداری از محیط های شخصی، مناطق تنفسی و مناطق عمومی کاربرد دارد.

یادآوری- مواد موجود در توده هوای تحت بررسی و نمونه هوا که بر روی خوانش دستگاهی اثرگذار می باشند در بند ۵ ارائه شده اند. اطلاعات در مورد مشخصه های عملکردی در زیربند ۹-۲ بیان شده است. توصیه می شود با توجه به الزامات عملکردی برای دقت بهتر یا عاری از تداخلات، از مواد شیمیایی یا روش های دستگاهی کلاسیک استفاده شود.

۲ مراجع الزامی

در مراجع زیر ضوابطی وجود دارد که در متن این استاندارد به صورت الزامی به آن ها ارجاع داده شده است. بدین ترتیب، آن ضوابط جزئی از این استاندارد محسوب می شوند.

در صورتی که به مرجعی با ذکر تاریخ انتشار ارجاع داده شده باشد، اصلاحیه ها و تجدیدنظرهای بعدی آن برای این استاندارد الزام آور نیست. در مورد مراجعی که بدون ذکر تاریخ انتشار به آن ها ارجاع داده شده است، همواره آخرین تجدیدنظر و اصلاحیه های بعدی برای این استاندارد الزام آور است.

استفاده از مراجع زیر برای کاربرد این استاندارد الزامی است:

2-1 ISO 6879, Air quality - Performance characteristics and related concepts for air quality measuring methods.

۳ اصطلاحات و تعاریف

در این استاندارد، اصطلاحات و تعاریف زیر به کار می رود:

۱-۳

لوله آشکارساز با طول لکه

length-of-stain detector tube

لوله حاوی واکنشگری است که به سرعت با نیتروژن دی اکسید موجود در نمونه هوا واکنش داده و یک سطح مشترک قابل تشخیص بین سامانه واکنشگر واکنش داده و واکنش نداده را ایجاد می کند.

۲-۳

حجم هر ضربه

volume per stroke

مقدار هوا یا مخلوط گازی دیگری که به وسیله پمپ لوله آشکارساز در طی زمان باز شدن در هر ضربه کشیده می شود.

۳-۳

زمان باز شدن هر ضربه

opening time per stroke

مدت زمان یک چرخه کامل پمپ لوله آشکارساز محفظه هوا است.

۴ اصول آزمون

نیتروژن دی اکسید موجود در نمونه هوا در یک دوره معین از لوله آشکارساز عبور می کند و با واکنشگرهای پوشش داده شده بر روی نگه دارنده جامد در لوله واکنش می دهد. در نتیجه یک واکنش رنگی تشکیل شده و یک لکه قابل تشخیص در لوله ایجاد می شود. غلظت جرمی نیتروژن دی اکسید با مقایسه طول لکه مشاهده شده نسبت به طول لکه آماده شده با استفاده از مخلوط گاز واسنجی و با در نظر گرفتن اثر تداخلات بر روی خوانش دستگاهی و ضرایب تصحیح برای فشار، دما و رطوبت نسبی تعیین می شود.

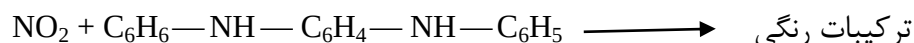
۵ واکنش ها و تداخلات

نیتروژن دی اکسید با استفاده از چند واکنش ایجاد کننده رنگ تعیین می شود.

۱-۵ واکنش N' ، N - دی فنیل بنزیدین

لوله های آشکارساز، حاوی سامانه واکنشگر بر پایه N' ، N - دی فنیل بنزیدین می باشند. تغییر شدت رنگ در این واکنش از خاکستری به خاکستری - آبی می باشد.

۱-۱-۵ واکنش



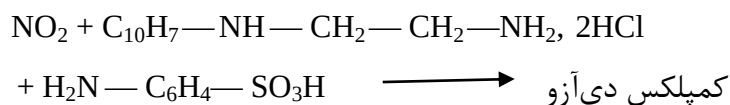
۲-۱-۵ تداخلات

کلر و ازن لکه‌هایی مشابه با لکه‌های ایجاد شده به وسیله نیتروژن دی‌اکسید، اما با حساسیت کمتر ایجاد می‌کنند. برای مثال در غلظت جرمی 3 mg/m^3 از کلر طول لکه‌ای متناظر با طول لکه در غلظت جرمی 0.8 mg/m^3 از نیتروژن دی‌اکسید ایجاد می‌شود. در غلظت جرمی 6 mg/m^3 از کلر، طول لکه‌ای متناظر با طول لکه در غلظت جرمی 1.6 mg/m^3 از نیتروژن دی‌اکسید ایجاد می‌شود. در غلظت جرمی 2 mg/m^3 از ازن طول لکه‌ای متناظر با طول لکه در غلظت جرمی 0.4 mg/m^3 از نیتروژن دی‌اکسید ایجاد می‌شود.

۲-۵ واکنش N-(۱- نفتیل) - اتیلن دی‌آمین دی‌هیدروکلرید

لوله‌های آشکارساز حاوی سامانه واکنشگر بر پایه N-(۱- نفتیل) - اتیلن دی‌آمین دی‌هیدروکلرید می‌باشند. تغییر شدت رنگ از سفید به قرمز می‌باشد.

۱-۲-۵ واکنش



۲-۲-۵ تداخلات

کلر و ازن دارای تداخل مثبت می‌باشند.

۳-۵ واکنش O- تولیدین

لوله‌های آشکارساز حاوی سامانه واکنشگر بر پایه O- تولیدین می‌باشند. تغییر شدت رنگ از سفید به زرد پرتقالی می‌باشد.

۱-۳-۵ واکنش



۲-۳-۵ تداخلات

هالوژن‌ها و کلر دی‌اکسید و اغلب عوامل اکسیدکننده دیگر، لکه‌هایی مشابه با لکه نیتروژن دی‌اکسید ایجاد می‌کنند. سولفور دی‌اکسید در غلظت‌های جرمی بیشتر از 100 mg/m^3 لکه ایجاد شده به وسیله نیتروژن دی‌اکسید را سفید می‌کند.

۶ وسایل

یک سامانه اندازه گیری شامل لوله آشکارساز و پمپ لوله آشکارساز مناسب می باشد. این سامانه ها به طور معمول به وسیله تولید کننده کالیبره و عرضه می شوند.

۱-۶ لوله های آشکارساز

لوله های آشکارساز حاوی واکنشگری می باشند که بر روی یک نگه دارنده جامد پوشش داده شده و برای ایجاد یک واکنش رنگی مناسب می باشند. غلظت جرمی نیتروژن دی اکسید موجود در هوای محل کار در گستره 1 mg/m^3 تا بزرگتر 50 mg/m^3 در گستره های قابل قبول دما، فشار و رطوبت نسبی بیان شده به وسیله تولید کننده تعیین می شود.

فقط از لوله های آشکارساز زیر استفاده کنید:

الف- آشکارسازهای پر شده به صورت یکنواخت، به عنوان مثال ضخامت یکنواخت پرکننده بدون هیچ گونه تفکیک و جدایی قابل مشاهده؛

ب- شامل لایه های پر کننده، سطوح عمود بر محور لوله؛

پ- عاری از هر گونه نشت.

هم چنین لوله های آشکارساز باید الزام زیر را برآورده نمایند:

ت- لوله های آشکارساز با طول لکه باید به نحوی طراحی شوند که دارای عدم درستی کمتر از $\pm 25\%$ و طول لکه حداقل 15 mm در حداکثر مقدار مجاز قابل کاربرد (برای مثال مقدار حد آستانه^۱ غلظت جرمی نیتروژن دی اکسید) باشند.

لوله های آشکارساز را مطابق با دستورالعمل سازنده نگهداری کنید.

هشدار- لوله های آشکارساز استفاده نشده در دوره پایداری سامانه واکنشگر که به وسیله تولید کننده اظهار شده است باید دور ریخته شوند (به زیربند ۸-۳ مراجعه شود).

۲-۶ پمپ لوله آشکارساز

فقط از پمپ لوله آشکارساز مشخص شده برای استفاده با لوله آشکارسازی که در آن حجم هر ضربه بیش از $\pm 5\%$ حجم اسمی هر ضربه تفاوت نداشته باشد و عاری از هر گونه نشت باشد، استفاده کنید. در هنگام انجام آزمون از سرعت جریان حجمی مورد استفاده در واسنجی لوله آشکارساز استفاده کنید. پمپ لوله آشکارساز

1- Threshold Limit

را به دقت جابه‌جا کرده و مطابق با دستورالعمل سازنده نگهداری کنید. پمپ لوله آشکارساز را مطابق با زیربند ۸-۱ آزمون کنید.

یادآوری- شدت رنگ ایجاد شده در لوله آشکارساز تابعی از سرعت جریان حجمی و همچنین حجم کلی هوا یا دیگر مخلوط‌های گازی عبور کرده از لوله آشکارساز در غلظت جرمی معینی از نیتروژن دی اکسید می‌باشد. سرعت جریان حجمی به اثر مکش بر روی پمپ لوله آشکارساز و مقاومت به جریان لوله آشکارساز وابسته می‌باشد. زمان باز شدن هر ضربه پمپ لوله آشکارساز با نشت پمپ لوله آشکارساز و ذرات قرار گرفته بر روی صافی یا بر روی دیوار کانال جریان پمپ لوله آشکارساز تحت تاثیر قرار می‌گیرد.

۷ نمونه‌برداری

نشت پمپ لوله آشکارساز (زیربند ۶-۲) را با قرار دادن یک لوله آشکارساز باز نشده (زیربند ۶-۱) در قسمت ورودی پمپ لوله آشکارساز آزمون کنید. در حالتی که پمپ لوله آشکارساز شروع به کار می‌کند هیچ گونه هوایی نباید در سامانه جریان یابد. در صورت وجود جریان هوا (به عنوان مثال جابه‌جایی محفظه هوای پمپ لوله آشکارساز) نشت موجود در پمپ لوله آشکارساز را بررسی کرده و در صورت لزوم پمپ را تعمیر یا تعویض نمایید. همچنین قطع بودن جریان را با عمل کردن پمپ لوله آشکارساز بدون لوله آشکارساز آزمون کنید. پمپ لوله آشکارساز باید به صورت آزادانه عمل کند. در غیر اینصورت پمپ لوله آشکارساز را بررسی کرده و در صورت نیاز آن را تعویض و یا تعمیر نمایید.

هر دو انتهای لوله آشکارساز را باز کرده و لوله آشکارساز باز شده را در جهت تعیین شده در قسمت ورودی پمپ لوله آشکارساز قرار دهید. باید توجه داشت که لوله آشکارساز باز شده به طور محکم به پمپ لوله آشکارساز متصل شود. با عملکرد پمپ لوله آشکارساز در نقاط اندازه‌گیری از قبل تعیین شده، مقداری از حجم هوا را مطابق با داده‌های واسنجی به لوله آشکارساز وارد کنید. در انتهای دوره نمونه‌برداری، لوله آشکارساز را از پمپ لوله آشکارساز جدا کنید. جهت حفاظت پمپ لوله آشکارساز از خوردگی با واکنشگرها یا محصولات واکنشی که از لوله آشکارساز آزاد می‌شوند، هوای تمیز را وارد پمپ لوله آشکارساز کنید.

یادآوری- در صورتی که پمپ لوله آشکارساز برای استفاده با لوله آشکارساز به صورت دستی کار می‌کند، تغییرات در سرعت‌های جریان حجمی هوا بین ضربات پمپ لوله آشکارساز مجزا باید با عملکرد پمپ لوله آشکارساز به شیوه‌ای یکسان به حداقل رسیده و در انتهای هر ضربه پمپ لوله آشکارساز باید اجازه داده شود در فواصل زمانی کافی فشار در پمپ لوله آشکارساز به تعادل برسد.

۸ روش اجرای آزمون

۸-۱ آزمون پمپ لوله آشکارساز

در فواصل زمانی بیان شده و/یا در صورت وجود هر گونه دلیل در نقص عملکرد پمپ مطابق با موارد زیر ارزیابی باید صورت گیرد:

الف- حجم هر ضربه (زیربند ۳-۲) پمپ لوله آشکارساز را با لوله آشکارساز نماینده (زیربند ۶-۱) در مکان و با استفاده از جریان سنج دارای حباب صابون با ظرفیت حداقل ۱۰۰ ml و زینه بندی ۰/۵ ml ارزیابی کنید. برای این آزمون قسمت مکش پمپ لوله آشکارساز را به طور کامل به قسمت خروجی جریان سنج دارای حباب صابونی متصل کنید.

ب- برای پمپ‌های لوله آشکارساز که به صورت دستی کار می‌کنند، زمان باز شدن هر ضربه (زیربند ۳-۳) را با لوله آشکارساز نماینده (زیربند ۶-۱) که به پمپ لوله آشکارساز متصل شده است مطابق با دستورالعمل سازنده ارزیابی کنید.

مقادیر اندازه‌گیری شده را با داده‌های واسنجی پمپ لوله آشکارساز و لوله آشکارساز مقایسه کنید. در صورتی که این داده‌ها در محدوده بیان شده در زیربند ۶-۲ نباشد پمپ لوله آشکارساز را تعمیر و یا مجدداً تثبیت شرایط کنید.

یادآوری- مقاومت به جریان لوله آشکارساز و زمان باز شدن هر ضربه مطابق با نوع لوله آشکارساز مورد استفاده متفاوت می‌باشد.

۸-۲ تعیین

بلافاصله پس از کامل شدن نمونه‌برداری، لوله آشکارساز استفاده شده را در کنار لوله آشکارساز استفاده نشده (زیربند ۶-۱) در برابر یک پس زمینه سفید و در نور کافی، اما نه در تابش مستقیم نور خورشید نگه داشته و مطابق با زیربندهای ۸-۲-۱ و ۸-۲-۲ اقدام نمائید.

۸-۲-۱ ارزیابی نشان‌دهی لوله آشکارساز

توصیه می‌شود ارزیابی نشان‌دهی لوله آشکارساز فقط به وسیله یک شخص با تجربه و آزمون دیده در مورد خوانش لوله آشکارساز انجام شود. طول لکه به دست آمده را با مقایسه طول لکه همراه با غلظت‌های معین نیتروژن دی‌اکسید بر روی یک لوله آشکارساز نشانه‌گذاری شده ارزیابی کنید. در مورد ارزیابی مذکور قوانین زیر را در نظر بگیرید:

الف- در صورتی که لبه نفوذ لکه به صورت مشخص تعیین نشده است، خوانش را در نقطه‌ای انجام دهید که تغییر رنگ جزئی را بتوان از رنگ سامانه واکنشگر واکنش نداده متمایز کرد.

ب- در صورتی که لبه نفوذ لکه عمود بر محور لوله آشکارساز نباشد، میانگین نتایج حاصل از کوتاه‌ترین و بلندترین طول لکه را مشروط بر آنکه اختلاف بین کوتاه‌ترین و بلندترین طول لکه بیش از ۲۰٪ میانگین نباشد، محاسبه کنید. خوانش لوله آشکارساز را در مواردی که این الزامات انجام نشده است، حذف کنید.

غلظت نیتروژن دی اکسید را همراه با طول لکه به دست آمده ثبت کنید.

۸-۲-۲ ارزیابی ضرایب تصحیح

طول لکه به دست آمده و شدت رنگ ایجاد شده تابعی از دما، فشار و رطوبت نسبی نمونه هوا می‌باشد و ممکن است به وسیله موادی به غیر از نیتروژن دی اکسید موجود در نمونه هوا تحت تأثیر قرار گیرد. در چنین مواردی اثرات تداخل‌کننده باید با اعمال ضرایب تصحیح در نظر گرفته شوند. بنابراین در صورت لزوم، ضرایب تصحیح مناسب برای تفسیر خوانش لوله آشکارساز (برای مثال ضرایب تصحیح ارائه شده به وسیله تولید کننده لوله آشکارساز) را ارزیابی کنید.

۸-۳ تخلیه لوله‌های آشکارساز

تخلیه لوله‌های آشکارساز را با توجه به واکنشگرهای سمی یا خورنده یا فرآورده‌های واکنش موجود در لوله و مطابق با دستورالعمل سازنده و قوانین ملی انجام دهید.

۹ بیان نتایج

۹-۱ روش محاسبه

غلظت نیتروژن دی اکسید را در نمونه هوا با نشان‌دهی لوله آشکارساز و ارزیابی مطابق با بند ۸ بیان کنید. این غلظت را به صورت غلظت جرمی، $\rho(\text{NO}_2)$ ، برحسب میلی گرم بر متر مکعب بیان کنید.

یادآوری- تبدیل غلظت جرمی نیتروژن دی اکسید، $\rho(\text{NO}_2)$ ، برحسب میلی گرم بر متر مکعب به غلظت حجمی، $\varphi(\text{NO}_2)$ ، برحسب قسمت در میلیون را با استفاده از معادله ۱ انجام دهید.

$$\square(\text{NO}_2) = \frac{46,0 \times P \times 293,2}{24,05 \times (\theta + 273,2) \times 101,3} \times \varphi(\text{NO}_2) = \frac{5,536 \times P}{\theta + 273,2} \times \varphi(\text{NO}_2) \quad (1)$$

که در آن:

p فشار نمونه هوا، برحسب کیلو پاسکال (kPa)؛

θ دمای نمونه هوا، برحسب درجه سلسیوس (°C)؛

۴۶۰ جرم مولی نیتروژن دی اکسید برحسب گرم بر مول (g/mol)؛

۲۴۰۵ حجم مولی گاز ایده‌آل در دمای ۲۹۳/۲ K و ۱۰۱/۳ kPa، برحسب لیتر در مول (l/mol).

در دمای $293/2\text{ K}$ و فشار $101/3\text{ kPa}$ ضرایب تصحیح برای نیتروژن دی اکسید عبارتند از:

$$1\text{ ppm} = 1/91\text{ mg/m}^3$$

$$1\text{ mg/m}^3 = 0/52\text{ ppm}$$

۲-۹ دقت

خطاهای نسبی در اندازه گیری های لوله آشکارساز در انتهای پایین تر گستره اندازه گیری، بزرگتر از انتهای بالاتر گستره اندازه گیری می باشد. حداکثر خطای تصادفی مجاز بر حسب دو برابر انحراف استاندارد نسبی (ضریب تغییرات) اندازه گیری های لوله آشکارساز بیان می شود که در این استاندارد حداکثر خطای تصادفی مجاز $\pm 25\%$ در سطح غلظت جرمی نیتروژن دی اکسید 6 mg/m^3 می باشد. خطای خوانش باید کمتر از 4 ppm باشد، در غیر این صورت بیشینه خطای تصادفی بزرگتر از 25% (بیان شده بر حسب دو برابر ضریب تغییرات) می باشد. برخی از منابع عمده تغییرات در اندازه گیری های لوله آشکارساز عبارتند از:

الف- تغییر پذیری قطر داخلی لوله های شیشه ای، برای مثال رواداری $\pm 0/1\text{ mm}$ یک تغییر $\pm 4\%$ در لوله آشکارساز با قطر داخلی 5 mm می باشد؛

ب- تغییر پذیری لایه پرکننده محتوی سامانه واکنشگر برای واکنش ایجاد کننده رنگ پارامتر بسیار مهمی می باشد. برای مثال، خلوص و یکنواختی توزیع سامانه واکنشگر، یکنواختی اندازه ذرات و چگالی توده ای جزء مورد عمل جامد و پیکربندی لایه پرکننده در لوله آشکارساز؛

پ- تغییر پذیری حجم هوا و سرعت جریان حجم هوا ناشی از مشخصه های جریان پمپ لوله آشکارساز.

۱۰ گزارش آزمون

گزارش آزمون باید حداقل دارای اطلاعات زیر باشد:

- روش آزمون طبق این استاندارد ملی ایران؛
- شناسایی داده ها برای نمونه هوا؛
- موقعیتی که نمونه هوا گرفته شده است (محیط های شخصی یا عمومی)؛
- شناسایی تولید کننده لوله آشکارساز و پمپ لوله آشکارساز مورد استفاده، شماره سری تولید لوله آشکارساز و تاریخ انقضاء لوله آشکارساز؛
- زمان آغاز و پایان دوره نمونه برداری؛
- تعداد ضربه های پمپ لوله آشکارساز یا حجم نمونه هوا؛
- دما، فشار و رطوبت نسبی نمونه هوا؛

- تداخلات مشخص یا مشکوک موجود در نمونه هوا؛
 - غلظت جرمی نیتروژن دی اکسید بیان شده بر حسب میلی گرم بر متر مکعب که با اندازه گیری به وسیله لوله آشکارساز تعیین شده است؛
 - نام شخص آزمون کننده.
- گزارش آزمون همچنین می تواند شامل غلظت جرمی نیتروژن دی اکسید بر حسب میلی گرم بر متر مکعب باشد که به وسیله سایر روش ها به غیر از اندازه گیری ها با لوله آشکارساز به دست آمده باشد.

پیوست الف

(الزامی)

واسنجی لوله‌های آشکارساز

لوله‌های آشکارساز مناسب برای تعیین غلظت نیتروژن دی‌اکسید موجود در هوای محل کار به صورت تجاری در دسترس بوده و مطابق با زیربند ۶-۱ به وسیله تولید کننده لوله‌های آشکارساز و با استفاده از مخلوط‌های گاز واسنجی، کالیبره می‌شود. مخلوط‌های گاز واسنجی، مخلوط‌های نیتروژن دی‌اکسید و هوای تصفیه شده یا نیتروژن می‌باشد. ترکیب این مخلوط‌ها در محدوده مشخص شده باید معین باشد. با توجه به درخواست کاربر، تولید کننده لوله‌های آشکارساز باید داده‌های واسنجی را برای لوله‌های آشکارساز ارائه نماید. بنابراین واسنجی مجدد لوله‌های آشکارساز فقط در موارد غیر معمول مورد نیاز می‌باشد. واسنجی مجدد لوله‌های آشکارساز را می‌توان به وسیله کاربر این لوله‌ها انجام داد، مشروط بر آنکه کاربر این روش در زمینه آماده‌سازی مخلوط‌های گاز واسنجی آموزش دیده و با تجربه باشد. برخی از تذکرات در مورد انجام واسنجی لوله‌های آشکارساز که در زیربند ۶-۱ به آن اشاره شده در زیر ارائه گردیده است:

مخلوط‌های گاز واسنجی را با یکی از روش‌های دینامیک مذکور در پیوست ب یا به صورت ترجیحی با استفاده از لوله‌های تراوش در یک سامانه اختلاط جریان گاز دینامیک آماده کنید. گاز صفر و چندین مخلوط گازی در سطوح غلظتی نیتروژن دی‌اکسید را با درستی $\pm 5\%$ پوشش‌دهنده گستره کاری آماده کنید (برای مثال 2 mg/m^3 ، 4 mg/m^3 ، 6 mg/m^3 ، 10 mg/m^3 ، 20 mg/m^3 ، 30 mg/m^3 و 50 mg/m^3).

یادآوری- توصیه می‌شود غلظت نیتروژن دی‌اکسید در مخلوط گازی ایجاد شده را با سایر روش‌ها (برای مثال با یک روش نورتایی شیمیایی^۱) بررسی کنید.

در هر سطوح غلظتی انتخاب شده حداقل ۵ نمونه را به شرح زیر در نظر بگیرید:

نشت‌های پمپ لوله آشکارساز (زیربند ۶-۲) را با قرار دادن یک لوله آشکارساز باز نشده (زیربند ۶-۱) در قسمت ورودی پمپ لوله آشکارساز آزمون کرده و سپس پمپ لوله آشکارساز را به کار اندازید. هیچگونه هوایی نباید در سامانه جریان یابد. ایجاد جریان هوا ممکن است به دلیل جابه‌جایی پمپ لوله آشکارساز محفظه هوا، نشت موجود در پمپ لوله آشکارساز باشد در این صورت پمپ لوله آشکارساز را تعمیر یا تعویض نمایید. همچنین انسداد جریان را با عملکرد پمپ لوله آشکارساز بدون لوله آشکارساز آزمون کنید. پمپ لوله آشکارساز باید به صورت آزادانه عمل نماید، در غیر این صورت پمپ لوله آشکارساز را تعمیر یا تعویض نمایید. هر دو طرف لوله آشکارساز را جدا کرده و لوله آشکار باز شده را در جهت از پیش تعیین شده و در

1- Chemiluminescence

صورت امکان به وسیله مورد استفاده برای ایجاد مخلوط گاز واسنجی با اتصال شیشه‌ای سر به سر (برای مثال اتصال پلی ونیل کلرید) متصل کنید. انتهای آزاد لوله آشکارساز در قسمت ورودی پمپ لوله آشکارساز قرار می‌گیرد. یادآوری می‌شود لوله آشکارساز باید به صورت محکم به پمپ لوله آشکارساز متصل شده و نمونه‌برداری مطابق با بند ۷ انجام شود. بلافاصله پس از کامل شدن نمونه‌برداری، لوله آشکارساز را در کنار لوله آشکارساز استفاده نشده (زیربند ۶-۱) در برابر یک پس زمینه سفید و در نور کافی اما نه در تابش مستقیم نور خورشید نگه داشته و مطابق با زیربند ۸-۲-۱ اقدام نمایید. برای لوله‌های آشکارساز با طول لکه، نمودار واسنجی را با رسم طول لکه مشاهده شده در لوله در برابر غلظت جرمی، $Q(NO_2)$ ، برحسب میلی-گرم بر متر مکعب یا غلظت حجمی، $\varphi(NO_2)$ ، برحسب قسمت در میلیون نیتروژن دی‌اکسید موجود در مخلوط گاز واسنجی رسم کنید. حجم مخلوط گاز عبوری از لوله آشکارساز و همچنین دوره نمونه‌برداری را ثبت کنید. معتبر بودن گستره مقادیر دمایی و گستره مقادیر رطوبت نسبی را برای نمودارهای واسنجی ارزیابی کنید. نمودارهای واسنجی را برای مقادیر بیشتری از دما و رطوبت نسبی ارزیابی کرده و مطابق با روش‌های مشخص اقدام نمایید.

یادآوری- نمودارهای واسنجی برای مخلوط‌های گازی دارای دمای بین $18^{\circ}C$ و $30^{\circ}C$ و رطوبت نسبی تقریبی ۵۰٪ باید معتبر باشند.

تکرارپذیری درون آزمایشگاهی اندازه‌گیری‌های لوله آشکارساز را برای مثال در غلظت‌های جرمی 2 mg/m^3 ، 4 mg/m^3 ، 6 mg/m^3 ، 10 mg/m^3 ، 20 mg/m^3 و 30 mg/m^3 از نیتروژن دی‌اکسید و با استفاده از نتایج حداقل ۵ تعیین لوله آشکارساز در هر سطوح غلظتی انتخاب شده ارزیابی کنید. موادی را که به صورت بالقوه در هنگام استفاده از لوله آشکارساز (به زیر بند ۵-۱-۲، ۵-۲-۲ و ۵-۳-۲ مراجعه شود) تداخل ایجاد می‌نمایند را تعیین کنید. اثرات این تداخل‌کننده‌ها بر روی خوانش لوله آشکارساز را ارزیابی و ثبت کنید.

یادآوری- در مواردی که اثرات تداخل با اتصال لوله پیش تصفیه حاوی واکنشگر مناسب پوشش داده شده بر روی نگه‌دارنده جامد در مجموعه لوله آشکارساز حذف یا کاهش می‌یابد، باید نمودارهای واسنجی برای لوله آشکارساز و لوله پیش تصفیه آماده شود.

کتابنامه

- [۱] استاندارد ملی ایران شماره ۱۱۰۵۱: سال ۱۳۹۴، تجزیه گاز - مندرجات گواهی نامه های مخلوط های گاز کالیبراسیون
- [۲] استاندارد ملی ایران شماره ۱۲۰۵۹: سال ۱۳۸۸، کیفیت هوا - جنبه های عمومی - یکاهای اندازه گیری
- [۳] مجموعه استانداردهای ملی ایران شماره ۱۳۶۳۲: سال ۱۳۹۲، آنالیز گاز - تهیه مخلوط های گاز کالیبراسیون با استفاده از روش های حجم سنجی دینامیک
- [4] ISO 6143, Gas analysis - Determination of composition of calibration gas mixtures - Comparison methods.
- [5] ISO 6349, Gas analysis - Preparation of calibration gas mixtures – Permeation method.
- [6] ISO 6712, Gas analysis - Sampling and transfer equipment for gases supplying an analytical unit.
- [7] ISO 7395, Gas analysis - Preparation of calibration gas mixtures - Mass dynamic method.