



جمهوری اسلامی ایران
Islamic Republic of Iran

مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران

Institute of Standards and Industrial Research of Iran



استاندارد ملی ایران

۱۳۱۹۸-۶

چاپ اول

ISIRI

13198-6

1st. Edition

رنگ‌ها و جلاها – مواد و سامانه‌های پوششی
برای مصالح بنایی و بتنی بیرونی –
قسمت ۶ – تعیین نفوذپذیری دی‌اکسید کربن –
روش آزمون

**Paints and Varnishes – Coating Materials
and Coating Systems for Exterior Masonry
and Concrete –
Part 6: Determination of Carbon Dioxide
Permeability**

ICS:87.040

به نام خدا

آشنایی با مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران

مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی 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 حوزه های مختلف در کمیسیون های فنی مرکب از کارشناسان مؤسسه* صاحب نظران مراکز و مؤسسات علمی، پژوهشی، تولیدی و اقتصادی آگاه و مرتبط انجام می شود 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، مصرف کنندگان، صادرکنندگان و وارد کنندگان، مراکز علمی و تخصصی، نهادها، سازمان های دولتی و غیر دولتی حاصل می شود. پیش نویس استانداردهای ملی ایران برای نظرخواهی به مراجع ذی نفع و اعضای کمیسیون های فنی مربوط ارسال می شود 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 می شود.

پیش نویس استانداردهایی که مؤسسات و سازمان های علاقه مند و ذیصلاح نیز با رعایت ضوابط تعیین شده تهیه می کنند در کمیته ملی طرح و بررسی و در صورت تصویب، به عنوان استاندارد ملی ایران چاپ و منتشر می شود. بدین ترتیب، استانداردهایی ملی تلقی می شود که بر اساس مفاد نوشته شده در استاندارد ملی ایران شماره ۵ تدوین و در کمیته ملی استاندارد مربوط که مؤسسه استاندارد تشکیل می دهد به تصویب رسیده باشد.

مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران از اعضای اصلی سازمان بین المللی استاندارد (ISO)^۱ کمیسیون بین المللی الکتروتکنیک (IEC)^۲ و سازمان بین المللی اندازه شناسی قانونی (OIML)^۳ است و به عنوان تنها رابط^۴ کمیسیون کدکس غذایی (CAC)^۵ در کشور فعالیت می کند. در تدوین استانداردهای ملی ایران ضمن توجه به شرایط کلی و نیازمندی های خاص کشور، از آخرین پیشرفتهای علمی، فنی و صنعتی جهان و استانداردهای بینالمللی بهره گیری می شود.

مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران می تواند با رعایت موازین پیش بینی شده در قانون، برای حمایت از مصرف کنندگان، حفظ سلامت و ایمنی فردی و عمومی، حصول اطمینان از کیفیت محصولات و ملاحظات زیست محیطی و اقتصادی، اجرای بعضی از استانداردهای ملی ایران را برای محصولات تولیدی داخل کشور و / یا اقلام وارداتی، با تصویب شورای عالی استاندارد، اجباری نماید. مؤسسه می تواند به منظور حفظ بازارهای بین المللی برای محصولات کشور، اجرای استاندارد کالاهای صادراتی و درجه بندی آن را اجباری نماید. همچنین برای اطمینان بخشیدن به استفاده کنندگان از خدمات سازمانها و مؤسسات فعال در زمینه مشاوره، آموزش، بازرسی، ممیزی و صدور گواهی سیستم های مدیریت کیفیت و مدیریت زیست محیطی، آزمایشگاه ها و مراکز کالیبراسیون (واسنجی) وسایل سنجش، مؤسسه استاندارد این گونه سازمان ها و مؤسسات را بر اساس ضوابط نظام تأیید صلاحیت ایران ارزیابی می کند و در صورت احراز شرایط لازم، گواهینامه تأیید صلاحیت به آن ها اعطا و بر عملکرد آنها نظارت می کند. ترویج دستگاه بین المللی یکاها، کالیبراسیون (واسنجی) وسایل سنجش، تعیین عیار فلزات گرانبها و انجام تحقیقات کاربردی برای ارتقای سطح استانداردهای ملی ایران از دیگر وظایف این مؤسسه است.

* مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران

1- International organization for Standardization

2 - International Electro technical Commission

3- International Organization for Legal Metrology (Organization International de Metrology Legal)

4 - Contact point

5 - Codex Alimentarius Commission

کمیسیون فنی تدوین استاندارد

« رنگ‌ها و جلاها – مواد و سامانه‌های پوششی برای مصالح بنایی و بتنی بیرونی –
قسمت ششم – تعیین نفوذپذیری دی‌اکسید کربن – روش آزمون »

رئیس:

باستانی، سعید

(دکترای مهندسی پلیمر – علوم فن‌آوری رنگ)

سمت و / یا نمایندگی

پژوهشگاه علوم و فن‌آوری رنگ

دبیران:

جعفرپور، فاطمه

(کارشناس شیمی)

مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن

فیروزیار، فهیمه

(کارشناس شیمی)

مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن

اعضاء: (اسامی به ترتیب حروف الفبا)

افشار، امین

(کارشناس مهندسی مکانیک)

شرکت فن‌آوران شرکت دالاهو

بختیاری، سعید

(کارشناس ارشد مهندسی شیمی)

مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن

ترک قشقائی، سیمین

(کارشناس شیمی)

سازمان استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران

جمشیدی، مسعود

(دکترای پلیمر)

مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن

حاج سید جواد، آرش

(کارشناس کامپیوتر)

شرکت روشاک تجارت

خداپنده، ناهید

(کارشناس شیمی)

مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن

کلینیک ساختمانی ایران

رامین فر، ابوالحسن
(دکترای مهندسی ژئوتکنیک)

مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن

محمد کاری، بهروز
(دکترای مهندسی عمران)

مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن

ویسه، سهراب
(دکترای مهندسی معدن)

فهرست مندرجات

صفحه	عنوان
ج	آشنایی با مؤسسه استاندارد
د	کمیسیون فنی تدوین استاندارد
ز	پیش گفتار
۱	۱ هدف و دامنه کاربرد
۱	۲ مراجع الزامی
۲	۳ اصطلاحات و تعاریف
۲	۴ اصول آزمون
۲	۱-۴ روش الف - روش وزن سنجی
۳	۲-۴ روش ب - روش گاز حامل
۴	۵ وسایل و مواد
۶	۶ نمونه برداری
۷	۷ قطعات مورد آزمون
۷	۱-۷ مصالح زیرکار
۷	۲-۷ تعداد و ابعاد آزمون
۷	۳-۷ آماده سازی
۷	۴-۷ تعیین ضخامت فیلم خشک
۸	۸ روش انجام آزمون
۸	۱-۸ روش الف - روش وزن سنجی
۸	۲-۸ روش ب - روش گاز حامل
۹	۹ بیان نتایج
۹	۱-۹ روش الف
۱۱	۲-۹ روش ب
۱۳	۱۰ دقت
۱۴	۱۱ گزارش آزمون
۱۵	پیوست الف (الزامی) موم مورد استفاده برای هوابندی ظرف آزمون
۱۶	پیوست ب (الزامی) نکات قابل توجه برای روش الف: روش وزن سنجی
۱۷	پیوست پ (الزامی) نکات قابل توجه برای روش ب: روش گاز حامل

پیش گفتار

استاندارد "رنگ‌ها و جلاها - مواد و سامانه‌های پوششی برای مصالح بنایی و بتنی بیرونی - قسمت ششم - تعیین نفوذپذیری دی‌اکسید کربن - روش آزمون" که پیش نویس آن در کمیسیون‌های مربوط توسط مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن تهیه و تدوین شده و در هفتصد و هشتمین اجلاس کمیته ملی استاندارد شیمیایی و پلیمر مورخ ۱۳۸۹/۹/۲۰ تصویب شد، اینک 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 .

برای حفظ همگامی و هماهنگی با تحولات و پیشرفت های ملی و جهانی در زمینه صنایع، علوم و خدمات، استانداردهای ملی ایران در مواقع لزوم تجدید نظر خواهد شد و هر پیشنهادی که برای اصلاح و تکمیل این استانداردها ارائه شود، هنگام تجدید نظر در کمیسیون فنی مربوط مورد توجه قرار خواهد گرفت . بنابراین، باید همواره از آخرین تجدیدنظر استانداردهای ملی استفاده کرد.

منبع و مأخذی که برای تهیه این استاندارد مورد استفاده قرار گرفته به شرح زیر است:

BS EN 1062-6:2002, Paints and Varnishes, Coating Materials and Coating Systems for Exterior Masonry and Concrete, Part 6: Determination of Carbon Dioxide Permeability.

رنگ‌ها و جلاها – مواد و سامانه‌های پوششی برای مصالح بنایی و بتنی بیرونی – قسمت ششم – تعیین نفوذپذیری دی‌اکسید کربن – روش آزمون

۱ هدف و دامنه کاربرد

هدف از تدوین این استاندارد، تعیین دو روش برای اندازه‌گیری نفوذپذیری دی‌اکسید کربن مواد و سامانه‌های پوششی و فرآورده‌های مربوط مورد استفاده در مصالح بنایی و بتنی بیرونی است. این استاندارد برای پوشش‌ها و سامانه‌های پوششی بر روی مصالح زیرکار متخلخل مانند اندود، بتن و غیره کاربرد دارد.

۲ مراجع الزامی

مدارک الزامی زیر حاوی مقرراتی است که در متن این استاندارد ملی ایران به آن‌ها ارجاع داده شده است. بدین ترتیب آن مقررات جزئی از این استاندارد ملی ایران محسوب می‌شود. در صورتی که به مدرکی با ذکر تاریخ انتشار ارجاع داده شده باشد، اصلاحیه‌ها و تجدیدنظرهای بعدی آن مورد نظر این استاندارد ملی ایران نیست. در مورد مدارکی که بدون ذکر تاریخ انتشار به آن‌ها ارجاع داده شده است، همواره آخرین تجدیدنظر و اصلاحیه‌های بعدی آن‌ها مورد نظر است.

استفاده از مراجع زیر برای این استاندارد الزامی است :

۱-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۱۰۰۳۵: سال ۱۳۸۶، رنگ‌ها، جلاها و مواد اولیه آنها – نمونه‌برداری.

2-2 EN 1062-1:1996, Paints and varnishes - Coating materials and coating systems for exterior masonry and concrete - Part 1: Classification.

2-3 EN 1062-11, Paints and varnishes - Coating materials and coating systems for exterior masonry and concrete - Part 11: Methods of conditioning before testing.

2-4 EN 23270:1991, Paints and varnishes and their raw materials - Temperatures and humidities for conditioning and testing (ISO 3270:1984).

2-5 EN ISO 1513, Paints and varnishes - Examination and preparation of samples for testing (ISO 1513:1992).

2-6 EN ISO 2808:1999, Paints and varnishes - Determination of film thickness (ISO 2808:1997).

2-7 EN ISO 7783-1:1999, Paints and varnishes - Determination of water-vapour transmission rate - Part 1: Dish method for free films (ISO 7783-1:1996, including Technical Corrigendum 1:1998).

۳ اصطلاحات و تعاریف

در این استاندارد اصطلاحات و تعاریف زیر به کار می رود.

۱-۳

نفوذ پذیری دی اکسید کربن، i ،

مقدار دی اکسید کربن بر حسب گرم، g ، که تحت فشار جزئی مشخص و معین یا به واسطه اختلاف غلظت، طی یک روز، d ، به داخل مواد پوششی با سطحی معادل یک متر مربع، نفوذ کند. نفوذپذیری دی اکسید کربن بر حسب گرم بر مترمربع در روز بیان می شود.

۲-۳

ضخامت لایه هوای معادل انتشار، S_D ،

ضخامت لایه هوای ساکن موجود در شرایط مشابه و نفوذپذیری دی اکسید کربن یکسان در مواد پوششی و بر حسب متر، m ، بیان می شود.

۳-۳

عدد مقاومت در برابر انتشار، μ ،

عددی که نشان می دهد که یک لایه پوشش رنگ یا جلا چند برابر در برابر دی اکسید کربن نسبت به یک لایه هوای ساکن با همان ضخامت تحت شرایط مشابه، نفوذناپذیرتر است.

۴ اصول آزمون

۱-۴ روش الف - روش وزن سنجی

سطح پوشش داده شده یک قطعه مورد آزمون (آزمونه)، در معرض گاز اندازه گیری قرار می گیرد و حجم دی اکسید کربن نفوذ کرده، تعیین می شود. قطعه مورد آزمون، روی ظرف آزمون حاوی ماده جاذب دی اکسید کربن به گونه ای قرار می گیرد که کاملاً آن را هوا بندی کرده و مانع ورود گاز از محیط به داخل ظرف آزمون شود. ظرف آزمون در یک محیط دارای دی اکسید کربن یا هوای خشک در دمای

(23 ± 2) درجه سلسیوس قرار می‌گیرد و در فواصل زمانی معین وزن می‌شود. نفوذپذیری دی‌اکسیدکربن از افزایش وزن محاسبه می‌شود. هنگامی که تغییر وزن به حالت ثابت رسید، (به عبارت دیگر زمانی که افزایش وزن، با گذشت زمان تغییر نکرد)، اندازه‌گیری پایان می‌یابد. به منظور کنترل دقت آزمون در هر مجموعه از اندازه‌گیری‌ها، یک فیلم مرجع (استاندارد)، با نفوذپذیری دی‌اکسیدکربن مشخص، اندازه‌گیری می‌شود.

۴-۲ روش ب- روش گاز حامل^۱

یک قطعه پوشش داده شده مورد آزمون، بین دو نیمه از یک ظرف تراوا^۲ قرار داده می‌شود و هر دو نیمه ظرف نسبت به ورود گاز به یکدیگر و نسبت به ورود گاز از محیط اطراف به داخل خود، نفوذ ناپذیر می‌شوند. در یک نیمه از ظرف تراوا، گاز دی‌اکسیدکربن و از میان نیمه دیگر آن جریانی از گاز حامل عبور داده می‌شود (ترجیحاً نیتروژن یا هوا، بدون دی‌اکسیدکربن). این جریان گاز حامل، دی‌اکسیدکربن نفوذ کرده را براساس طیف‌سنجی فروسرخ^۳ یا کروماتوگرافی گازی^۴، به یک سامانه آشکارساز^۵ انتقال می‌دهد. اندازه‌گیری در دمای (23 ± 2) درجه سلسیوس انجام می‌شود و زمانی که به یک حالت ثابت رسید، به عبارت دیگر، نفوذپذیری دی‌اکسیدکربن دیگر تغییر نکرد کامل می‌شود. در صورت لزوم هر دو گاز (گاز دی‌اکسیدکربن و گاز حامل) را می‌توان مرطوب کرد. به منظور کنترل دقت آزمون در هر مجموعه از اندازه‌گیری‌ها، یک فیلم مرجع (استاندارد)، با نفوذپذیری دی‌اکسیدکربن مشخص، اندازه‌گیری می‌شود.

دو روش به‌طور ایزواستاتیکی انجام می‌شود یعنی قطعه مورد آزمون در معرض اختلاف فشار مطلق قرار نگرفته اما می‌توان آن را در معرض اختلاف فشارهای جزئی قرار داد.

یادآوری - زمانی که از روش الف استفاده می‌شود، تنها مخلوط دی‌اکسیدکربن/ هوای خشک را می‌توان مورد استفاده قرار داد، زیرا ماده جاذب دی‌اکسیدکربن، با رطوبت حاصل از گاز اندازه‌گیری واکنش خواهد داد. بنابراین چنانچه نفوذپذیری دی‌اکسیدکربن در تراز رطوبتی مختلف شناخته شده باشد، برای مثال در رطوبت نسبی ۵۰ درصد، فقط روش ب مناسب است.

1- Carrier Gas
2-Permeation Cell
3- Infrared Spectrometry
4 - Gas Chromatography
5 - Detection System

۵ وسایل و مواد

۵-۱ برای روش‌های الف و ب

۵-۱-۱ دستگاه تجزیه‌کننده^۱ گاز دی اکسید کربن، برای اندازه‌گیری غلظت دی اکسید کربن مربوط به گازهای اندازه‌گیری و گازهای حامل در گستره صفر درصد تا ۲۰ درصد حجمی دی اکسید کربن.

۵-۱-۲ وسیله اندازه‌گیری ضخامت لایه پوشش، مناسب برای اندازه‌گیری‌ها در محدوده انحراف حداقل ۳ درصد ضخامت مصالح زیرکار (زیرآیند).

۵-۱-۳ فشارسنج، برای اندازه‌گیری فشار اتمسفری در محدوده انحراف ± 400 پاسکال.

۵-۱-۴ گاز اندازه‌گیری، حاوی (10 ± 0.5) درصد حجمی دی اکسید کربن، تهیه شده از مخلوط یک قسمت حجمی دی اکسید کربن و نه قسمت حجمی هوای خشک.

۵-۱-۵ فیلم مرجع (استاندارد)، با ضخامت (50 ± 5) میکرون، به منظور واسنجی دستگاه اندازه‌گیری.

۵-۱-۶ مواد هوا بند کننده، ماده مومی شکل مطابق استاندارد بند ۲-۷، یا چسب‌های دوجزیی (دوقلو) مناسب.

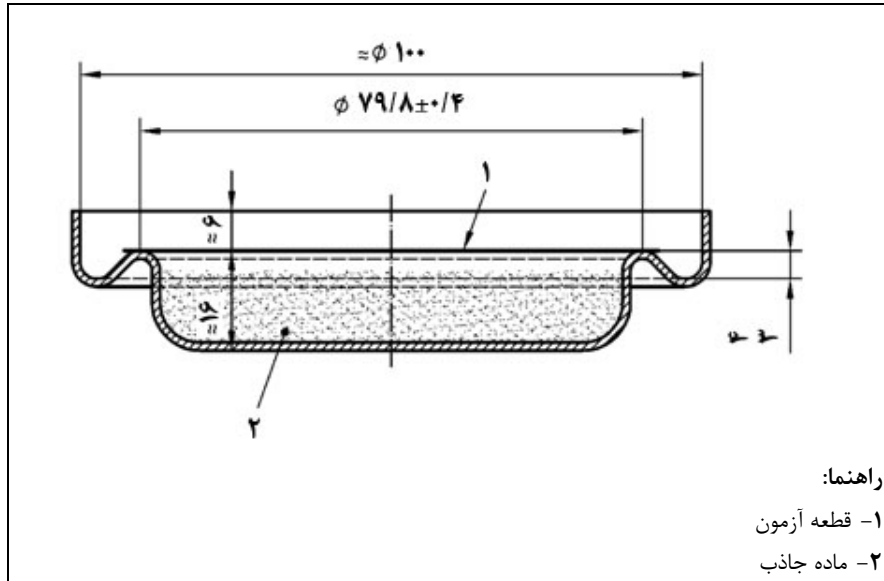
۵-۱-۷ مصالح زیرکار (زیرآیند)، برای مواد پوششی، که نباید با مصالح زیرکار واکنش دهد یا هر نوع مصالح زیرکار مناسب که دارای حداکثر نفوذپذیری بخار آب ۲۴۰ گرم بر مترمربع در روز باشد. به عنوان مثال فریت (ماده شیشه‌ای مانند که برای تولید لعاب مصرف می‌شود)، کاشی‌های سرامیکی غیرلعابی. سطح مصالح زیرکار باید حداقل ۶۰ سانتی‌متر مربع در هر طرف باشد.

۵-۲ فقط برای روش الف

۵-۲-۱ محفظه آزمون، متشکل از یک ظرف هوا بند، که به یک وسیله مناسب برای به جریان درآوردن گاز اندازه‌گیری مجهز است. یک خشکانه^۲ با حجم تقریبی ۲۰ لیتر یا یک گرمخانه هوا بندی شده مناسب است.

۵-۲-۲ ظرف‌های آزمون، ظرف‌های مناسب مطابق استاندارد بند ۲-۷ مناسب است. ظرف‌ها باید تحت شرایط آزمون مقاوم باشند. در شکل ۱ یک ظرف آزمون نشان داده شده است.

1- Analyzer
2- Desicator



شکل ۱- نمونه ای از ظرف آزمون

۵-۲-۳ ترازو، با ظرفیت توزین ۴۰۰ گرم و دقت یک میلی گرم.

۵-۲-۴ مواد جاذب،

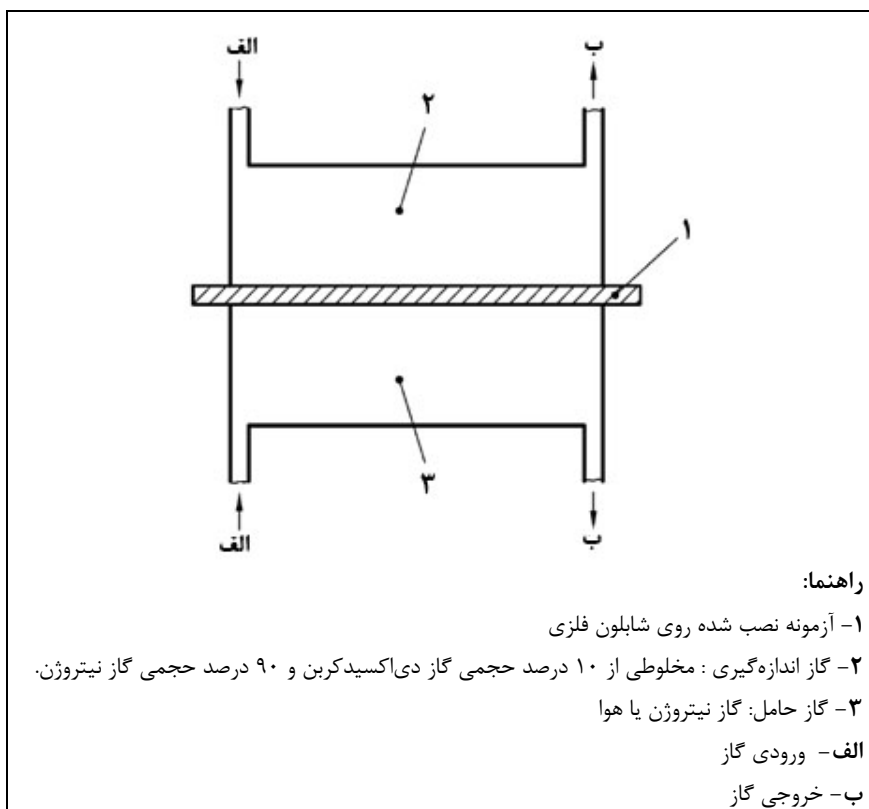
۵-۲-۴-۱ ماده خشک کننده: پنتاکسیدفسفر با شناساگر رطوبت یا یک الک مولکولی با شناساگر، مناسب است.

۵-۲-۴-۲ ماده جاذب دی اکسیدکربن: هیدروکسید سدیم روی یک نگه دارنده، دانه ای شده که برای تجزیه عنصری مناسب است.

۵-۳ فقط برای روش ب

۵-۳-۱ شابلون فلزی^۱، برای نگهداری قطعه های مورد آزمون که بر روی ظرف تراوا (۵-۳-۲) سوار می شوند. شابلون از ورقه های استیل ضدزنگ با ضخامت یک میلی متر، با دهانه حلقوی با قطر ۹۰/۵ میلی متر، مناسب است.

۵-۳-۲ ظرف تراوا، ساخته شده از مواد نفوذ ناپذیر، ترجیحاً از جنس فلز یا شیشه و متشکل از دو نیمه (مطابق شکل ۲). برای هر یک از دو نیمه، به ترتیب یک ورودی برای گاز اندازه گیری و یک خروجی برای گاز حامل فراهم شده است. حجم هر یک از نیمه های ظرف تراوا، ۱۵۰ سانتی متر مکعب است.



شکل ۲- نمای شماتیک ظرف تراوا

۳-۳-۵ سامانه تجزیه کننده گاز، هر نوع روش اندازه گیری که به طور کمی دی اکسید کربن را در گاز نیتروژن یا هوا تعیین کند، مناسب است. روش های شناخته شده آشکارسازی فروسرخ یا کروماتوگرافی گازی مناسب است.

۴-۳-۵ گاز حامل، گاز نیتروژن یا هوا به صورت خشک و عاری از دی اکسید کربن، مناسب است.

۶ نمونه برداری

یک نمونه نماینده از فرآورده مورد آزمون را (یا از هر فرآورده به صورت سامانه چند لایه)، مطابق استاندارد بند ۱-۲، برداشت کنید.

هر نمونه را برای آزمون، مطابق استاندارد بند ۲-۵، بررسی و آماده سازی کنید.

۷ قطعات مورد آزمون

۷-۱ مصالح زیرکار

در صورتی که مورد خاصی توافق نشده است، مصالح زیرکار را مطابق بند ۵-۱-۷، مورد استفاده قرار دهید.

۷-۲ تعداد و ابعاد آزمون

سه آزمون را برای هر اندازه‌گیری تهیه کنید. قطر هر آزمون باید حداقل ۴ برابر ضخامت آن باشد. سطح پوشش در معرض آزمون باید دایره‌ای شکل و با مساحت حداقل ۶۰ سانتی‌متر مربع باشد.

۷-۳ آماده سازی

مصالح زیرکار را مطابق دستورالعمل تولید کننده با مواد پوششی پوشانده و خشک کنید. آزمون‌ها را پیش از آزمون مطابق استاندارد بند ۲-۳، تثبیت شرایط کنید. روش تثبیت شرایط باید با توافق طرفین انجام شود. و پس از آن به یکی از دو روش زیر، عمل کنید:

- آزمون را با استفاده از ماده خشک کننده (مطابق بند ۵-۲-۴)، تارسیدن به جرم ثابت خشک کنید، یا
- آزمون را در رطوبتی که مورد توافق طرفین ذینفع است، تثبیت شرایط کنید (روش ب).

۷-۴ تعیین ضخامت فیلم خشک

الف- فیلم بدون مصالح زیرکار

ضخامت فیلم را پیش از آزمون با استفاده از انواع ضخامت‌سنج‌های مکانیکی یا الکترونیکی اندازه‌گیری کنید، یا پس از آزمون با استفاده از روش میکروسکوپی مطابق استاندارد بند ۲-۶، اندازه‌گیری را انجام دهید.

ب- فیلم با مصالح زیرکار (مطابق بند ۵-۱-۷)

آزمون را پس از آزمون بشکنید و ضخامت فیلم را در سطح مقطع آن، با استفاده از روش میکروسکوپی مطابق استاندارد بند ۲-۶، اندازه‌گیری کنید.

۸ روش انجام آزمون

۸-۱ روش الف - روش وزن سنجی

آزمون را سه بار انجام دهید.

ظرف آزمون را با مقداری کافی از مواد جاذب دی اکسید کربن پر کنید تا از جاذب دی اکسید کربن در طول مدت آزمون، مطمئن شوید. یک فضای خالی ده میلی متری را بین سطح ماده جاذب و سطح آزمون (به منظور امکان جابجایی ماده جاذب با عمل تکان دادن) در نظر بگیرید. آزمون را روی دهانه ظرف آزمون پر شده از مواد جاذب دی اکسید کربن قرار دهید، به گونه ای که سطح پوشش داده شده به سمت بالا و پیرامون ظرف آزمون کاملاً هوا بندی شده باشد. ظرف آزمون را همراه با آزمون در محفظه آزمون (مطابق ۵-۲-۱) قرار دهید، گاز اندازه گیری را از محفظه عبور دهید و سمت پوشش داده شده آزمون را در معرض گاز اندازه گیری در دمای (23 ± 2) درجه سلسیوس قرار دهید.

ظرف آزمون را در فواصل زمانی ۲۴ ساعت وزن کنید. چنانچه افزایش جرم بین دو اندازه گیری کمتر از پنج میلی گرم بود، فواصل زمانی را بیشتر کنید. هنگامی که افزایش جرم ظرف آزمون در طی دو فاصله اندازه گیری ثابت بماند، آزمون خاتمه می یابد.

نفوذ پذیری دی اکسید کربن مربوط به فیلم مرجع (مطابق بند ۵-۱-۵) را با استفاده از همین روش تعیین کنید.

۸-۲ روش ب - روش گاز حامل

آزمون را سه بار انجام دهید.

آزمون را بین دو نیمه ظرف تراوا قرار دهید، به گونه ای که دو نیمه ظرف نسبت به عبور گاز غیر قابل نفوذ شوند (مطابق یادآوری). هنگامی که شابلون فلزی، مورد استفاده قرار گیرد، آزمون را با استفاده از روغن گریس (روغن گریس خلاء)، داخل آن بچسبانید و آن را داخل دو نیمه ظرف تراوا قرار دهید، به گونه ای که سطح پوشش داده شده به سمت گاز حامل قرار گیرد. سپس دو نیمه ظرف تراوا را روی هم قرار دهید تا کاملاً در راستای هم باشند.

یادآوری - به خاطر ماهیت متخلخل مصالح زیر کار و سطح ناصاف آزمون، نصب مستقیم آزمون در ظرف تراوا امکان پذیر نیست، زیرا نفوذ جانبی ایجاد خطا می کند. با استفاده از شابلون فلزی و هوا بندی مطلوب، نفوذناپذیری مناسب نسبت به گاز بین دو نیمه ظرف تراوا به دست می آید. گاز اندازه گیری و همچنین گاز حامل را از طریق نیمه های مناسب ظرف تراوا عبور دهید و سطح پوشش داده شده مورد آزمون را در دمای (23 ± 2) درجه سلسیوس در معرض گاز اندازه گیری قرار دهید.

هنگامی که شرایط پایدار به دست آمد یعنی غلظت گاز اندازه گیری با گذشت زمان تغییر نکرد، آزمون خاتمه می یابد.

نفوذ پذیری دی اکسید کربن مربوط به فیلم مرجع (مطابق بند ۵-۱-۵) را با استفاده از همین روش تعیین کنید.

۹ بیان نتایج

در هر دو روش، نفوذپذیری مبتنی بر اختلاف فشار جزئی معادل ده کیلوپاسکال (۱۰۰ mbar) است. در این راستا اختلاف غلظت دی اکسید کربن موجود در دو طرف آزمونه، در طول انجام آزمون که به صورت درصد حجمی بیان می شود، باید به اختلاف فشار جزئی تبدیل شود. این تبدیل با در نظر گرفتن فشار هوای موجود و ارتفاع محل قرارگیری آزمایشگاه، انجام می شود. تبدیل را می توان با استفاده از معادلات ارائه شده در بند های ۹-۱ و ۹-۲ انجام داد. برای هر دو روش، میانگین سه اندازه گیری را محاسبه کنید و نتیجه را تا سه رقم گویا گزارش کنید.

۹-۱ روش الف

۹-۱-۱ نفوذپذیری دی اکسید کربن

نفوذپذیری دی اکسید کربن، i را بر حسب گرم بر مترمربع در روز با استفاده از معادله های (۱- الف) یا (۱- ب) محاسبه کنید.

$$i = \frac{d_m \times K_1 \times K_2 \times p}{t \times A \times c \times p_{amb}} \quad (۱ - الف)$$

که در آن:

d_m اختلاف جرم بر حسب گرم که از دو اندازه گیری متوالی بدون تغییر در جرم، به دست می آید؛

K_1 ضریب تبدیل ساعت به روز: $k_1 = 24$ ؛

K_2 ضریب تبدیل c به ۱۰ درصد (V/V): $k_2 = 10$ ؛

t طول مدت اندازه گیری بر حسب ساعت در نرخ نفوذ ثابت؛

A مساحت آزمونه بر حسب مترمربع؛

c غلظت دی اکسید کربن بر حسب درصد (V/V) در گاز اندازه گیری؛

p_{amb} فشار اتمسفر محیط بر حسب کیلو پاسکال است؛

p ضریب تبدیل p_{amb} بر حسب کیلو پاسکال به فشار مرجع ۱ bar ؛ $p = 100$.

معادله ۱- الف به صورت معادله ۱- ب، ساده می شود.

$$i = \frac{d_m \times 24 \times 10^3}{t \times A \times c \times p_{amb}} \quad (۱ - ب)$$

۹-۱-۲ ضخامت لایه هوای معادل انتشار^۱

ضخامت لایه هوای معادل انتشار (S_D)، را با استفاده از معادله‌های (۲) و (۳) بر حسب متر محاسبه کنید.

$$S_D = S_{D_{\text{پوشش}}} + S_{D_{\text{مقاومت در برابر انتشار}}} \quad (۲)$$

$$S_D = \frac{D_{CO_2} \times |\Delta c|}{i} \quad (۳)$$

که در آن:

D_{CO_2} ضریب انتشار دی‌اکسیدکربن در هوا، بر حسب مترمربع بر روز ($D_{CO_2} = ۱/۳۸$ مترمربع بر روز، در هوا در دمای ۲۳ درجه سلسیوس)؛

$|\Delta c|$ اختلاف بر حسب گرم بر مترمکعب، غلظت دی‌اکسیدکربن بدون هوا و دی‌اکسیدکربن دارای هوا ($\Delta c = ۱۸۰$ گرم بر مترمکعب برای ۱۰ درصد (V/V)، در دمای ۲۳ درجه سلسیوس)؛

یادآوری - در مورد اختلاف غلظت دی‌اکسیدکربن، $|\Delta c|$ ، از صفر درصد (V/V) در برابر ده درصد (V/V) دی‌اکسیدکربن، دمای آزمون ۲۳ درجه سلسیوس و فشار هوای ۱۰۰ کیلوپاسکال، حاصل ضرب D_{CO_2} در $|\Delta c|$ مساوی ۲۴۸ ($D_{CO_2} \times |\Delta c| = ۲۴۸$)، است. بنابراین S_D در اختلاف غلظت ده درصد (V/V) از معادله (۴) به دست می‌آید.

$$S_D = \frac{۲۴۸}{i} \quad (۴)$$

۹-۱-۳ عدد مقاومت در برابر انتشار

عدد مقاومت در برابر انتشار μ ، را با استفاده از معادله (۵) محاسبه کنید.

$$\mu = \frac{S_D}{S} \quad (۵)$$

که در آن:

S_D ضخامت لایه هوای معادل انتشار بر حسب متر است که براساس معادله‌های (۲) و (۳) محاسبه می‌شود.

S ضخامت پوشش مورد آزمون بر حسب متر است که با اندازه‌گیری ضخامت فیلم به دست می‌آید.

چنانچه عدد مقاومت در برابر انتشار برای فیلم مرجع (مطابق بند ۵-۱-۵) اندازه‌گیری شود و بیش از ۳۰ درصد از عدد $۱۰^۶ \times ۱/۷۵$ تفاوت داشته باشد، روش آزمون را تکرار کنید.

یادآوری- هنگام آزمون پوشش روی مصالح زیرکار، عدد مقاومت در برابر انتشار را می‌توان بر مبنای مقاومت کلی پوشش به‌علاوه مصالح زیرکار، محاسبه کرد مشروط برآنکه مقاومت در برابر انتشار مصالح زیرکار در مقایسه با مقاومت در برابر انتشار پوشش به اندازه‌ای کم باشد که بتوان از آن چشم پوشی کرد. در بقیه موارد، مقاومت در برابر نفوذ پوشش از تفاضل دو مقدار با توجه به معادله ۲ و جای گذاری در معادله ۵، به‌دست می‌آید.

۹-۲ روش ب

یادآوری- از میان بسیاری از روش‌های عملی برای انجام روش گاز حامل، محاسبات زیر به‌عنوان مثال، برای روش پیوسته با استفاده از کروماتوگرافی گازی با ورودی حلقه‌ای و برای روش جمع آوری گاز با استفاده از تشخیص فروسرخ ارائه می‌شود.

۹-۲-۱ روش پیوسته با استفاده از کروماتوگرافی گازی با ورودی حلقه‌ای

۹-۲-۱-۱ نفوذپذیری دی‌اکسیدکربن

نفوذپذیری دی‌اکسیدکربن i ، را برحسب $g/(m^2.d)$ ، با استفاده از معادله‌های ۶-الف و ۶-ب، محاسبه کنید.

$$i = \frac{A_m \times V_c \times S \times K_4 \times T_0 \times P_{amb1} \times K_2 \times M_{CO_2} \times P}{A_c \times V_m \times A \times T_m \times \Delta C \times P_{amb2} \times P_0 \times V_{CO_2}} \quad (۶-الف)$$

که در آن:

A_m مساحت پیک اندازه‌گیری (ورودی حلقه‌ای)؛

A_c مساحت پیک برای حجم واسنجی؛

V_c حجم واسنجی، برحسب سانتی مترمکعب؛

V_m حجم اندازه‌گیری (حجم حلقه)، برحسب سانتی مترمکعب؛

A مساحت مؤثر نمونه، برحسب مترمربع؛

S جریان حجمی گاز حامل، برحسب سانتی مترمکعب بر دقیقه؛

K_2 ضریب تبدیل ΔC به ده درصد (V/V)؛ $K_2 = 10$ ؛

K_4 ضریب تبدیل دقیقه به روز؛ $K_4 = 1440$ ؛

M_{CO_2} جرم مولکولی دی‌اکسیدکربن بر حسب گرم بر مول. $M_{CO_2} = 44.01 \text{ g/mol}$ ؛

V_{CO_2} حجم مولکولی دی‌اکسیدکربن تحت شرایط استاندارد (۲۷۳/۱۵ درجه کلوین و ۱۰۱/۳ کیلوپاسکال)

بر حسب سانتی‌مترمکعب بر مول. $V_{CO_2} = 22250 \text{ cm}^3/\text{mol}$ ؛

P_{amb1} فشار اتمسفری محیط بر حسب کیلو پاسکال در طول مدت واسنجی؛

P_{amb2} فشار اتمسفری محیط بر حسب کیلو پاسکال در طول مدت اندازه‌گیری؛

T_m دمای اندازه‌گیری بر حسب درجه کلوین؛

ΔC اختلاف غلظت دی‌اکسیدکربن بر حسب درصد حجمی (V/V)؛

P_0 فشار استاندارد بر حسب کیلوپاسکال. $P_0 = 101.3 \text{ kPa}$ ؛

T_0 دمای استاندارد بر حسب درجه کلوین. $T_0 = 273.15 \text{ K}$ ؛

p ضریب تبدیل p_{amb} ، بر حسب کیلوپاسکال به فشار مرجع یک بار (bar)؛ $p = 1.0$ ؛

شاخص c = واسنجی؛

شاخص m = اندازه‌گیری.

معادله ۶-الف را می‌توان به صورت معادله ۶-ب ساده کرد.

$$i = \frac{A_m \times V_c \times S \times 7.68 \times 10^3 \times P_{amb1}}{A_c \times V_m \times A \times T_m \times \Delta C \times P_{amb2}} \quad (6-b)$$

۹-۲-۱-۲ ضخامت لایه هوای معادل انتشار

به بند ۹-۱-۲ رجوع شود.

۹-۲-۱-۳ عدد مقاومت در برابر انتشار

به بند ۹-۱-۳ رجوع شود.

چنانچه عدد مقاومت در برابر انتشار برای فیلم مرجع (مطابق بند ۵-۱-۵) اندازه‌گیری شود و بیش از ۳۰ درصد از عدد $10^6 \times 1/75$ تفاوت داشته باشد، روش آزمون را تکرار کنید.

۹-۲-۲-۲ روش جمع‌آوری گاز با استفاده از آشکارساز فروسرخ، ظرف گاز و پمپ مکندۀ فلزی

۹-۲-۲-۱ نفوذپذیری دی‌اکسیدکربن

نفوذپذیری دی‌اکسید کربن، i ، را بر حسب $g/(m^2.d)$ با استفاده از معادله‌های (۷-الف) یا (۷-ب) محاسبه کنید.

$$i = \frac{V_c \times K_4 \times P_{amb1} \times T_0 \times K_2 \times M_{CO_2} \times P}{A \times t \times \Delta C \times P_{amb2} \times P_0 \times T_m \times V_{CO_2}} \quad (7-f)$$

که در آن :

t زمان بر حسب دقیقه تا رسیدن به نشانه واسنجی؛

شرح سایر علائم مطابق بند ۹-۲-۱-۱ است.

معادله ۷-الف را می‌توان به صورت معادله ۷-ب ساده کرد.

$$i = \frac{V_c \times 7.68 \times 10^3 \times P_{amb1}}{A \times t \times \Delta C \times T_m \times P_{amb2}} \quad (7-b)$$

۹-۲-۲ ضخامت لایه هوای معادل انتشار

به بند ۹-۱-۲ رجوع شود.

۹-۲-۳ عدد مقاومت در برابر انتشار

به بند ۹-۱-۳ رجوع شود.

چنانچه عدد مقاومت در برابر انتشار برای فیلم مرجع (مطابق بند ۵-۱-۵) اندازه‌گیری شود و بیش از ۳۰ درصد از عدد $10^6 \times 1/75$ تفاوت داشته باشد، روش آزمون را تکرار کنید.

۱۰ دقت

یادآوری - اطلاعات داده شده در مورد دقت در بندهای ۱۰-۱ و ۱۰-۲، به ترتیب مبتنی بر نتایج یک برنامه اندازه‌گیری مقایسه‌ای با سه آزمایشگاه شرکت کننده است. نتایج براساس روش وزن‌سنجی (روش الف) می‌باشد. در حال حاضر هیچ اطلاعات کافی در مورد دقت، برای روش گاز حامل (روش ب) در دسترس نیست.

۱۰-۱ تکرارپذیری (R)

مقداری که تحت آن، تفاوت مطلق بین نتایج دو آزمون منفرد که هر کدام متوسطی از سه آزمون است بر روی یک مصالح یکسان به وسیله یک آزمایشگر در یک آزمایشگاه در یک فاصله زمانی کوتاه با استفاده از روش آزمون استاندارد به دست می‌آید و در سطح اطمینان ۹۵ درصد قرار می‌گیرد، ۳۰ درصد است.

۱۰-۲ تجدیدپذیری (R)

مقداری که تحت آن، تفاوت مطلق بین نتایج دو آزمون منفرد که هر کدام متوسطی از سه آزمون است بر روی مصالح یکسان به وسیله چند آزمایشگر در آزمایشگاه‌های مختلف، با استفاده از روش آزمون استاندارد به دست می‌آید و در سطح اطمینان ۹۵ درصد قرار می‌گیرد، ۳۳ درصد است.

۱۱ گزارش آزمون

گزارش آزمون باید حداقل دارای اطلاعات زیر باشد :

- ۱-۱۱ تمام اطلاعات لازم برای شناسائی فرآورده مورد آزمون؛
- ۲-۱۱ ارجاع به این استاندارد ملی ایران؛
- ۳-۱۱ روش تثبیت شرایط مطابق استاندارد بند ۲-۳؛
- ۴-۱۱ نتایج آزمون، براساس بند ۹؛
- ۵-۱۱ روش آزمون استفاده شده (روش الف یا روش ب)، در مورد روش گاز حامل (روش ب) همراه با جزئیات روش انجام آزمون و رطوبت نسبی هوا در طول اندازه گیری؛
- ۶-۱۱ ضخامت فیلم خشک بر حسب میکرومتر مربوط به پوشش یا سامانه پوششی؛
- ۷-۱۱ ماهیت و ضخامت مصالح زیرکار؛
- ۸-۱۱ هر گونه انحراف از روش های آزمون مشخص شده؛
- ۹-۱۱ تاریخ انجام آزمون؛
- ۱۰-۱۱ نام و نام خانوادگی آزمایشگر.

پیوست الف

(الزامی)

موم مورد استفاده برای هوا بندی^۱ ظرف آزمون

(مطابق استاندارد بند ۲-۷)

ماده مناسب برای آزمون، ماده مومی است که به شدت هم به ظرف (مورد استفاده به عنوان ظروف آزمون) و هم به آزمونه بچسبد و در دمای آزمون شکننده نباشد، نم گیر نبوده و اکسیده نشود. هنگامی که موم تازه ذوب شده با سطح ۵۰ سانتی متر مربع در معرض شرایط دمایی ۳۸ درجه سلیسیوس و رطوبت نسبی ۹۰ درصد به مدت ۲۴ ساعت قرار گیرد، نباید در جرم آن بیش از یک میلی گرم تغییر حاصل شود. مخلوط‌های مومی که به آزمونه آسیب می‌رساند، نباید استفاده شود.

ترکیبات موم مناسب به شرح زیر است:

الف) ۶۰ درصد (m/m) موم میکرو کریستالین و ۴۰ درصد (m/m) موم پارافین کریستالی تصفیه شده.
ب) ۸۰ درصد (m/m) موم پارافین با نقطه ذوب ۵۰ درجه سلیسیوس تا ۵۲ درجه سلیسیوس و ۲۰ درصد (m/m) پلی‌ایزوبوتن با گرانی پایین (با درجه نسبی پلیمری شدن کم)
پ) مخلوطی از موم‌های با نقطه ذوب در محدوده دمایی ۶۰ درجه سلیسیوس تا ۷۵ درجه سلیسیوس و روغن به میزان ۱/۵ درصد (m/m) تا ۳ درصد (m/m)
چنانچه موم دارای مقدار کمی آب باشد، باید با احتیاط از طریق حرارت دادن در دمای ۱۰۵ درجه سلیسیوس تا ۱۱۰ درجه سلیسیوس و همراه با هم زدن، آب‌زدایی شود.
توصیه می‌شود که از موم تازه برای هوا بندی هر آزمونه استفاده شود. در صورت استفاده مجدد موم، باید دقت شود که اجسام خارجی و ناخالصی‌های آن پیش از استفاده زدوده شود.

پیوست ب

(الزامی)

نکات قابل توجه برای روش الف : روش وزن سنجی

ب-۱ نکات قابل توجه در مورد روش آزمون

در طول انجام آزمون، شرایط زیر باید به طور خاص رعایت شود :

ب-۱-۱ غلظت مشخص دی اکسید کربن یعنی ۱۰ درصد (V/V)، در محفظه آزمون باید ثابت بماند. هنگامی که پوشش هایی با نفوذ دی اکسید کربن معمولی، مورد آزمون قرار می گیرند، برای اطمینان از دقت آزمون، محفظه آزمون ده مرتبه از گاز اندازه گیری پر شود. در مورد پوشش هایی با نفوذ پذیری زیاد شار گاز اندازه گیری، باید افزایش یابد. مستقل از شار، گاز اندازه گیری باید داخل محفظه آزمون در گردش باشد.

ب-۱-۲ از آنجایی که ماده جاذب دی اکسید کربن، آب را هم جذب می کند و از طریق وزن سنجی تشخیص داده می شود، مقدار آب در محفظه آزمون بین اولین و آخرین توزین باید به حداقل کاهش یابد، علاوه بر استفاده از مواد خشک کننده در محفظه آزمون، گاز اندازه گیری نیز باید خشک شود.

دسترسی به محفظه آزمون در طول اندازه گیری، باید محدود شده و به حداقل مورد نیاز برسد. تجارب نشان داده است که تنظیم جریان نفوذ ساکن را می توان با یک توزین بیشتر در نیمه زمان آزمون بین اولین و آخرین توزین تشخیص داد.

استفاده از محفظه آزمون مرجع دارای کلرید کلسیم (به عنوان ماده جاذب آب)، ممکن است نیاز به تصحیح داشته باشد.

به هر حال صحت این روش کمکی، از طریق تفاوت در قابلیت جذب هیدروکسید سدیم با نگه دارنده و کلرید کلسیم به عنوان جاذب آب، محدود می شود. پس از دسترسی به محفظه آزمون، افزایش موقتی شار گاز اندازه گیری از پیش خشک شده، توصیه می شود.

پیوست پ

(الزامی)

نکات قابل توجه برای روش ب: روش گاز حامل

حجم دو نیمه ظرف تراوا باید تا جای ممکن کم باشد. برای یک سطح نفوذ ۵۰ سانتی متر مربع، حجمی حدود ۱۵۰ سانتی متر مکعب مناسب است که منجر به تسریع تبادل گاز در ظرف تراوا می شود. جریان گاز اندازه گیری و گاز حامل باید برای تفاوت در غلظت دی اکسید کربن بین دو نیمه ظرف، به اندازه کافی زیاد باشد و نباید بیشتر از ۰/۳ درصد (V/V) به واسطه نفوذ، تغییر کند. جریان خیلی کم در سطح گاز اندازه گیری، منجر به کم شدن زیاد در غلظت دی اکسید کربن و زیاد شدن گاز حامل می شود. این عمل منجر به کاهش در اختلاف فشار جزئی می شود و بنابراین نتیجه به دست آمده بسیار کم است. جریان مورد نیاز گازهای اندازه گیری و حامل برای نفوذپذیری های مختلف مواد پوششی و مساحت های (نفوذ) آزمون در جدول پ-۱، ارائه شده است.

جدول پ-۱ جریان مورد نیاز گازهای اندازه گیری و حامل

کاهش در اختلاف غلظت %(V/V)	جریان گاز cm ³ /min		مساحت نفوذ cm ²	نفوذپذیری پوشش g/(m ² .d)
	گاز حامل	گاز اندازه گیری		
۰/۰۳۵	۵	۲۰	۲۰	۲
۰/۰۸۷	۵	۲۰	۵۰	
۰/۱۷۴	۵	۲۰	۱۰۰	
۰/۰۸۳	۱۰	۲۰	۲۰۰	
۰/۱۸۵	۱۰	۳۰	۲۰	۲۰
۰/۲۹۰	۲۰	۳۰	۵۰	
۰/۲۹۰	۴۰	۶۰	۱۰۰	
۰/۲۹۰	۸۰	۱۲۰	۲۰۰	
۰/۲۹۰	۱۰۰	۳۰۰	۲۰	۲۰۰
۰/۲۹۰	۲۰۰	۳۰۰	۵۰	
۰/۲۹۰	۴۰۰	۶۰۰	۱۰۰	
۰/۲۹۰	۸۰۰	۱۲۰۰	۲۰۰	

به طور جایگزین، چنانچه اختلاف در غلظت به مقدار کمتر از ۰/۳ درصد (V/V) کاهش یابد، اختلاف در غلظت را می توان از طریق اندازه گیری غلظت دی اکسید کربن گاز اندازه گیری و گاز حامل، جریان گاز در قسمت بالا و پایین ظرف تراوا و تنظیم جریان به دست آورد.

هنگام استفاده از روش‌های جمع آوری گاز که در آن گاز حامل جریان دارد، باید اطمینان حاصل شود که افزایش غلظت دی اکسید کربن در مدار جمع آوری گاز به بیش از ۰٫۳ درصد (V/V)، نرسد.