

تماس تلفنی جهت دریافت مشاوره:

۱. مشاور دفتر تهران (آقای محسن ممیز)

تلفن: ۰۹۱۲ ۹۶۳ ۹۳۳۶

۲. مشاور دفتر اصفهان (سرکار خانم لیلاممیز)

تلفن: ۰۹۱۳ ۳۲۲ ۸۲۵۹



مجموعه سیستم مدیریت ایزو با هدف بهبود مستمر عملکرد خود و افزایش رضایت مشتریان سعی بر آن داشته، کلیه استانداردهای ملی و بین المللی را در فضای مجازی نشر داده و اطلاع رسانی کند، که تمام مردم ایران از حقوق اولیه شهروندی خود آگاهی لازم را کسب نمایند و از طرف دیگر کلیه مراکز و کارخانه جات بتوانند به راحتی به استانداردهای مورد نیاز دسترسی داشته باشند.

این موسسه اعلام می دارد در کلیه گرایشهای سیستم های بین المللی ISO پیشگام بوده و کلیه مشاوره های ایزو به صورت رایگان و صدور گواهینامه ها تحت اعتبارات بین المللی سازمان جهانی IAF و تامین صلاحیت ایران می باشد.

هم اکنون سیستم خود را با معیارهای جهانی سازگار کنید...





INSO
11423
1st Revision
2018

Identical with
ISO 4590: 2011

جمهوری اسلامی ایران
Islamic Republic of Iran
سازمان ملی استاندارد ایران

Iranian National Standardization Organization



استاندارد ملی ایران
۱۱۴۲۳
تجدیدنظر اول
۱۳۹۶

پلاستیک‌های سلولی سخت - تعیین
درصد حجمی سلول‌های باز و سلول‌های
بسته

Rigid cellular plastics- Determination
of the volume percentage of open cells
and of closed cells

ICS: 83.100

سازمان ملی استاندارد ایران

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

صندوق پستی: ۱۴۱۵۵-۶۱۳۹ تهران - ایران

تلفن: ۸۸۸۷۹۴۶۱-۵

دورنگار: ۸۸۸۸۷۰۸۰ و ۸۸۸۸۷۱۰۳

کرج، شهر صنعتی، میدان استاندارد

صندوق پستی: ۳۱۵۸۵-۱۶۳ کرج - ایران

تلفن: (۰۲۶) ۳۲۸۰۶۰۳۱-۸

دورنگار: (۰۲۶) ۳۲۸۰۸۱۱۴

رایانامه: standard@isiri.gov.ir

وبگاه: <http://www.isiri.gov.ir>

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.gov.ir

Website: <http://www.isiri.gov.ir>

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.

نام موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران به موجب یکصد و پنجاه و دومین جلسه شورای عالی اداری مورخ ۹۰/۶/۲۹ به سازمان ملی استاندارد ایران تغییر و طی نامه شماره ۲۰۶/۳۵۸۳۸ مورخ ۹۰/۷/۲۴ جهت اجرا ابلاغ شده است. تدوین استاندارد در حوزه‌های مختلف در کمیسیون‌های فنی مرکب از کارشناسان سازمان، صاحب‌نظران مراکز و مؤسسه‌های 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 مؤسسه‌های 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 الکترونیک (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 استفاده کنندگان از خدمات سازمان‌ها و مؤسسه‌های فعال در زمینه مشاوره، آموزش، بازرگانی، ممیزی و صدور گواهی سیستم‌های مدیریت کیفیت و مدیریت زیست‌محیطی، آزمایشگاه‌ها و مراکز واسنجی (کالیبراسیون) وسایل سنجش، سازمان ملی استاندارد این‌گونه سازمان‌ها و مؤسسه‌های 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 یکاه، واسنجی وسایل سنجش، تعیین عیار فلزات گرانبهای 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 Métrologie Legale)

4- Contact point

5- Codex Alimentarius Commission

کمیسیون فنی تدوین استاندارد

«پلاستیک‌های سلولی سخت - تعیین درصد حجمی سلول‌های باز و سلول‌های بسته»

(تجدیدنظر اول)

سمت و / یا محل اشتغال:

رئيس:

عضو پژوهشی شیمی - پژوهشکده تکنولوژی تولید جهاد
دانشگاهی

سقانزاد، سید جعفر
(دکتری شیمی آلی)

دبیر:

اداره کل استاندارد استان خوزستان

شیرالی، لیلا
(کارشناسی ارشد شیمی معدنی)

اعضا: (اسمی به ترتیب حروف الفبا)

شرکت آبان بسپار توسعه

ازدری، نوید
(کارشناسی ارشد مهندسی پلیمر)

شرکت جهاد زمزم اهواز

بهروزی، سحر
(کارشناسی ارشد شیمی آلی)

اداره کل استاندارد استان خوزستان

دایی، مینا
(کارشناسی ارشد شیمی آلی)

عضو مستقل

زمان، بهجت
(کارشناسی ارشد مهندسی شیمی)

شرکت بهظرف یاران خوزستان

شهربازی، آنا
(کارشناسی ارشد شیمی آلی)

شرکت پیشگام پلاست اهواز

عباسی نورآبادی، مهسا
(کارشناسی ارشد مهندسی عمران)

شرکت ماهران ساحل جنوب

کمایی، مجتبی
(کارشناسی مهندسی پلیمر)

شرکت زرگستر روینا

گیلاسی، فهیمه
(کارشناسی ارشد شیمی آلی)

سمت و/یا محل اشتغال:

شرکت ملی مناطق نفت خیز جنوب

اعضا: (اسامی به ترتیب حروف الفبا)

منتظر حجت، سجاد

(کارشناسی ارشد مهندسی عمران)

ویراستار:

جننتی، زهرا

(کارشناسی ارشد شیمی تجزیه)

فهرست مندرجات

صفحه	عنوان
ز	پیش‌گفتار
ح	مقدمه
۱	۱ هدف و دامنه کاربرد
۱	۲ مراجع الزامی
۲	۳ اصطلاحات و تعاریف
۴	۴ اصول آزمون
۴	۵ آزمونهای
۵	۶ تثبیت شرایط و اتمسفر آزمون
۵	۷ اندازه‌گیری مساحت سطح S و حجم هندسی V_g
۶	۸ تعیین حجم غیر قابل نفوذ V_i از طریق روش ۱: تغییرات فشار (پیکنومتر)
۱۲	۹ تعیین حجم غیر قابل نفوذ V_i از طریق روش ۲: انبساط حجم
۲۳	۱۰ تصحیح سلول‌های سطحی باز شده آزمونه طی آماده‌سازی آزمونه
۲۴	۱۱ بیان نتایج
۲۵	۱۲ دقت
۲۶	۱۳ گزارش آزمون
۲۷	پیوست الف (الزامی) یادآوری‌هایی در مورد روش اجرای آزمون

پیش‌گفتار

استاندارد «پلاستیک‌های سلولی سخت- تعیین درصد حجمی سلول‌های باز و سلول‌های بسته» که نخستین بار در سال ۱۳۸۷ تدوین و منتشر شد، بر اساس پیشنهادهای دریافتی و بررسی و تأیید کمیسیون‌های مربوط بر مبنای پذیرش استانداردهای بین‌المللی/ منطقه‌ای به عنوان استاندارد ملی ایران به روش اشاره شده در مورد الف، بند ۷، استاندارد ملی شماره ۵ برای اولین بار مورد تجدیدنظر قرار گرفت و در یک‌هزار و شصصد و سی و چهارمین اجلاسیه کمیته ملی استاندارد صنایع شیمیایی و پلیمر مورخ ۱۳۹۶/۱۱/۱۷ 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 خواهد شد و هر پیشنهادی که برای اصلاح و تکمیل این استانداردها رائه شود، هنگام تجدیدنظر در کمیسیون فنی مربوط مورد توجه قرار خواهد گرفت. بنابراین، باید همواره از آخرین تجدیدنظر استانداردهای ملی ایران استفاده کرد.

این استاندارد جایگزین استاندارد ملی ایران شماره ۱۱۴۲۳: سال ۱۳۸۷ می‌شود.

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 مذبور است:

ISO 4590: 2016, Rigid cellular plastics- Determination of the volume percentage of open cells and of closed cells

مقدمه

روش ۲ ب شامل به روزرسانی روش پایه با وسایل جدید می‌باشد. این استاندارد از زمان اولین نسخه همان تجهیزات اندازه‌گیری را حفظ کرده و تجهیزات آزمون جدید مطابق با پیشرفتهای فنی را شامل شده است. تجهیزات، عملکرد و کالیبراسیون آن و محاسبه روش جدید در زیربندهای ۵-۹ تا ۹-۹ شرح داده شده است.

پلاستیک‌های سلولی سخت - تعیین درصد حجمی سلول‌های باز و سلول‌های بسته

۱ هدف و دامنه کاربرد

هدف از تدوین این استاندارد، ارائه روش تعیین درصد حجمی سلول‌های باز و سلول‌های بسته پلاستیک‌های سلولی سخت با اندازه‌گیری اولیه حجم هندسی و سپس حجم هوای غیر قابل نفوذ آزمونه‌ها است.

این روش وسیله‌ای برای تصحیح حجم سلول باز ظاهری با در نظر گرفتن سلول‌های سطحی باز شده در اثر برش، حین آماده‌سازی آزمونه را شامل می‌شود. سه روش جایگزین (روش ۱، روش ۲ الف و روش ۲ ب) و وسائل مرتبط برای اندازه‌گیری حجم غیر قابل نفوذ مشخص شده‌اند.

۲ مراجع الزامی^۱

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

در صورتی که به مرجعی با ذکر تاریخ انتشار ارجاع داده شده باشد، اصلاحیه‌ها و تجدیدنظرهای بعدی آن برای این استاندارد الزام‌آور نیست. در مورد مراجعی که بدون ذکر تاریخ انتشار به آن‌ها ارجاع داده شده است، همواره آخرین تجدیدنظر و اصلاحیه‌های بعدی برای این استاندارد الزام‌آور است.

استفاده از مرجع زیر برای کاربرد این استاندارد الزامی است:

2-1 ISO 1923.Cellular plastics and rubbers - Determination of linear dimensions

یادآوری - استاندارد ملی ایران شماره ۲۳۱۶: سال ۱۳۹۰، لاستیک‌ها و پلاستیک‌های سلولی - تعیین ابعاد خطی - روش آزمون، با استفاده از استاندارد ۱۹۷۲ ISO 1923: تدوین شده است.

۳ اصطلاحات و تعاریف

در این استاندارد اصطلاحات و تعاریف زیر به کار می‌رود:

۱-۳

مساحت سطح

S

surface area

مساحت کل سطح آزمونه که با اندازه‌گیری ابعاد هندسی آن تعیین می‌شود.

۲-۳

حجم هندسی

V_g

geometrical volume

حجم آزمونه که با اندازه‌گیری ابعاد هندسی آن تعیین می‌شود.

۳-۳

نسبت سطح به حجم

r

surface/volume ratio

نسبت $\frac{S}{V_g}$ برای آزمونه است.

۴-۳

حجم غیر قابل نفوذ

V_i

impenetrable volume

حجم آزمونه که تحت شرایط آزمون، هوا نتواند در آن نفوذ کند و گاز نتواند از آن خارج شود.

۵-۳

درصد حجم ظاهری سلول‌های باز

ω_r

apparent volume percentage of open cells

$$\text{نسبت } \frac{V_g - V_i}{V_g} \times 100 \text{ است.}$$

یادآوری- درصد حجم ظاهری سلول‌های باز، که شامل حجم سلول‌های بازشده در حین برش آزمونه است و به ماهیت پلاستیک سلولی تحت آزمون و نسبت سطح به حجم، ω_r ، آزمونه بستگی دارد.

۶-۳

درصد حجم تصحیح شده سلول‌های باز

ω_0

corrected volume percentage of open cells

درصد حجم ظاهری سلول‌ها، ω_0 ، که با درنظرگرفتن سلول‌های بازشده سطح در اثر برش در حین آماده‌سازی آزمونه تصحیح شده‌اند.

یادآوری- درصد حجم تصحیح شده سلول‌های باز، حد درصد حجم ظاهری سلول‌های باز، ω_r ، است هنگامی که نسبت سطح به حجم ω_r به سمت صفر میل می‌کند.

۷-۳

درصد حجم تصحیح شده سلول‌های بسته

Ψ_0

corrected volume percentage of closed cells

درصد حجم باقیمانده بعد از درنظرگرفتن درصد حجم تصحیح شده سلول‌های باز است.

$$\Psi_0 = 100 - \omega_0$$

یادآوری- درصد حجم تصحیح شده سلول‌های بسته شامل حجم دیواره‌های سلول است.

۴ اصول آزمون

مساحت سطح S و حجم هندسی V_g تعدادی از آزمونهای، که هریک دارای نسبت هندسی متفاوت سطح به حجم r است، تعیین می‌شود.

حجم غیر قابل نفوذ V_i با یکی از دو روش زیر تعیین می‌شود:

۱- بهوسیله تغییر فشار (پیکنومتر)؛

۲- بهوسیله انبساط حجم.

تعیین حجم غیر قابل نفوذ V_i ، بر اساس کاربرد قانون بویل-ماریوت^۱ برای یک گاز محبوس در یک محفظه تغییرشکل ناپذیر، ابتدا در غیاب آزمونهای آزمونهای و سپس در حضور آزمونه است.

درصد حجم ظاهری سلول‌های باز آزمونهای ω_r با رسم منحنی $f(r)$ و برونویابی به $r=0$ و سپس از طریق محاسبه درصد حجم تصحیح شده سلول‌های باز ω_0 و درصد حجم تصحیح شده سلول‌های بسته Ψ_0 انجام می‌شود.

۵ آزمونهای آزمونهای

۱-۵ تعداد

حداقل سه آزمونه برای هر آزمون باید آماده شود. در کل سه آزمون باید برای هر آزمونه انجام شود.

۲-۵ آماده‌سازی

آزمونهای را با یک اره نواری ببرید و در صورت نیاز آن‌ها را پرداخت^۲ کنید. مراقب باشید که هیچ تغییر شکلی در ساختار اصلی سلول به جز در سطح به وجود نیاید. آزمونهای باید عاری از گرد و غبار، حفره و پوسته‌های قالب‌گیری باشند.

برش کاری سیم داغ نباید استفاده کرد.

۳-۵ ابعاد

ابعاد آزمونه مورد نیاز بستگی به روش ویژه استفاده شده برای اندازه‌گیری حجم غیر قابل نفوذ V_i دارد. اندازه‌های اولیه آزمونه باید به شرح زیر باشد:

1- Boyle-Mariotte law

2- Machine

- روش ۱: تغییر فشار (پیکنومتر) و روش ۲ ب

طول: $(25 \pm 1) \text{ mm}$

عرض: $(25 \pm 1) \text{ mm}$

ضخامت: $(25 \pm 1) \text{ mm}$

- روش ۲ الف: انبساط حجمی

طول: $(100 \pm 1) \text{ mm}$

عرض: $(30 \pm 1) \text{ mm}$

ضخامت: $(30 \pm 1) \text{ mm}$

۴-۵ بخش‌بندی آزمون‌ها

در هر سه روش، لازم است که آزمون‌های r_2 و r_3 هر مجموعه به قسمت‌های بیشتری مطابق شکل ۱، تقسیم شوند تا محدوده‌ای از نسبت‌های سطح به حجم برای آزمون تهیه شود.

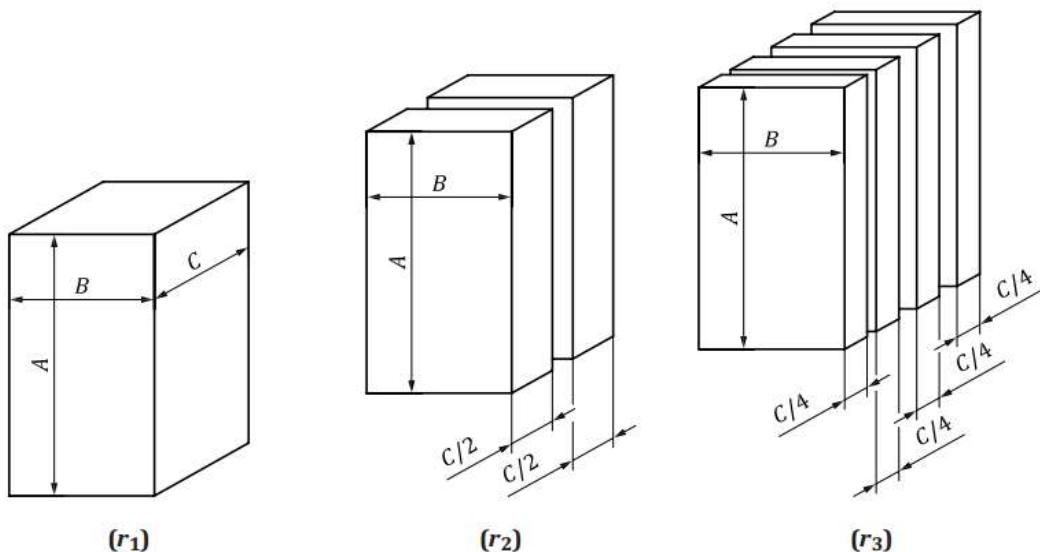
۶ تثبیت شرایط و اتمسفر آزمون

آزمون‌ها باید حداقل 16 h در دمای $(23 \pm 2)^\circ\text{C}$ و رطوبت نسبی $(50 \pm 5)\%$ قبل از آزمون تثبیت شرایط شوند. این امر مهم است که آزمون در دمای $(23 \pm 2)^\circ\text{C}$ و ترجیحاً در رطوبت متوسط و کنترل شده یعنی $(50 \pm 5)\%$ انجام شود.

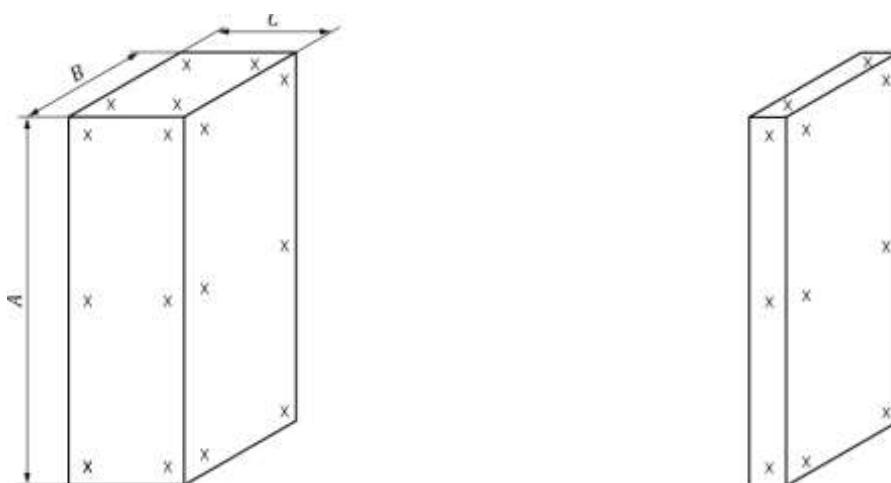
۷ اندازه‌گیری مساحت سطح S و حجم هندسی V_g

۱-۷ ابعاد خطی هر آزمون را مطابق با استاندارد ISO 1923 تعیین کنید به جز اندازه‌گیری‌هایی که باید با تقریب 0.05 mm انجام شود. محل نقاط اندازه‌گیری باید مطابق با شکل ۲ باشد.

۲-۷ میانگین ابعاد خطی، مساحت سطح S و حجم هندسی V_g را محاسبه کنید که همه ارقام معنی‌دار برای آزمون‌های r_1 (یک مکعب مستطیل)، r_2 (دو مکعب مستطیل) و r_3 (چهار مکعب مستطیل) حفظ شود. مقادیر نهایی را برای مساحت سطح S با تقریب 1 cm^2 و برای حجم هندسی V_g با تقریب 1 cm^3 گرد کنید.



شکل ۱- الگویی برای برش آزمونه‌ها



شکل ب- آزمونه باریک

شکل الف- آزمونه ضخیم

شکل ۲- محل‌های نقاط اندازه‌گیری

۸ تعیین حجم غیر قابل نفوذ V_i از طریق روش ۱: تغییرات فشار (پیکنومتر)

یادآوری- حجم غیر قابل نفوذ V_i مطابق روش ۱ یا ۲ تعیین شود. اصول، شرح وسایل، کالیبراسیون، روش کار و محاسبه برای این دو روش به ترتیب در این بند و بند ۹ مشخص شده است.

۱-۸ اصول آزمون روش ۱

خصوصیات زیر برای یک فشار اتمسفری P_{amb} یک کاهش فشار P_e در محفظه آزمون در ارتباط با تعیین می‌شود:

الف- تغییر حجم متناظر δV_{A1} محفظه آزمون در غیاب آزمونه، این اندازه‌گیری به منزله کالیبراسیون وسایل می‌باشد.

ب- تغییر حجم متناظر δV_{A2} محفظه آزمون در حضور آزمونه.

حجم غیر قابل نفوذ V_i آزمونه با استفاده از رابطه ۱ به دست می‌آید:

$$V_i = \frac{\delta V_{A1} - \delta V_{A2}}{-p_e} p_B \quad (1)$$

که در آن:

$$p_B = p_{amb} + p_e$$

در عمل V_i از رابطه ۲ محاسبه می‌شود (به زیر بند ۲-۲-۸ مراجعه شود):

$$V_i = \frac{l_1 - l_2}{-Kp_e} p_B \frac{1}{2} \quad (2)$$

که در آن:

l_1 قرائت مقیاس پیکنومتر متناظر با $K\delta V_{A1}$ ؛

l_2 قرائت مقیاس پیکنومتر متناظر با $K\delta V_{A2}$ ؛

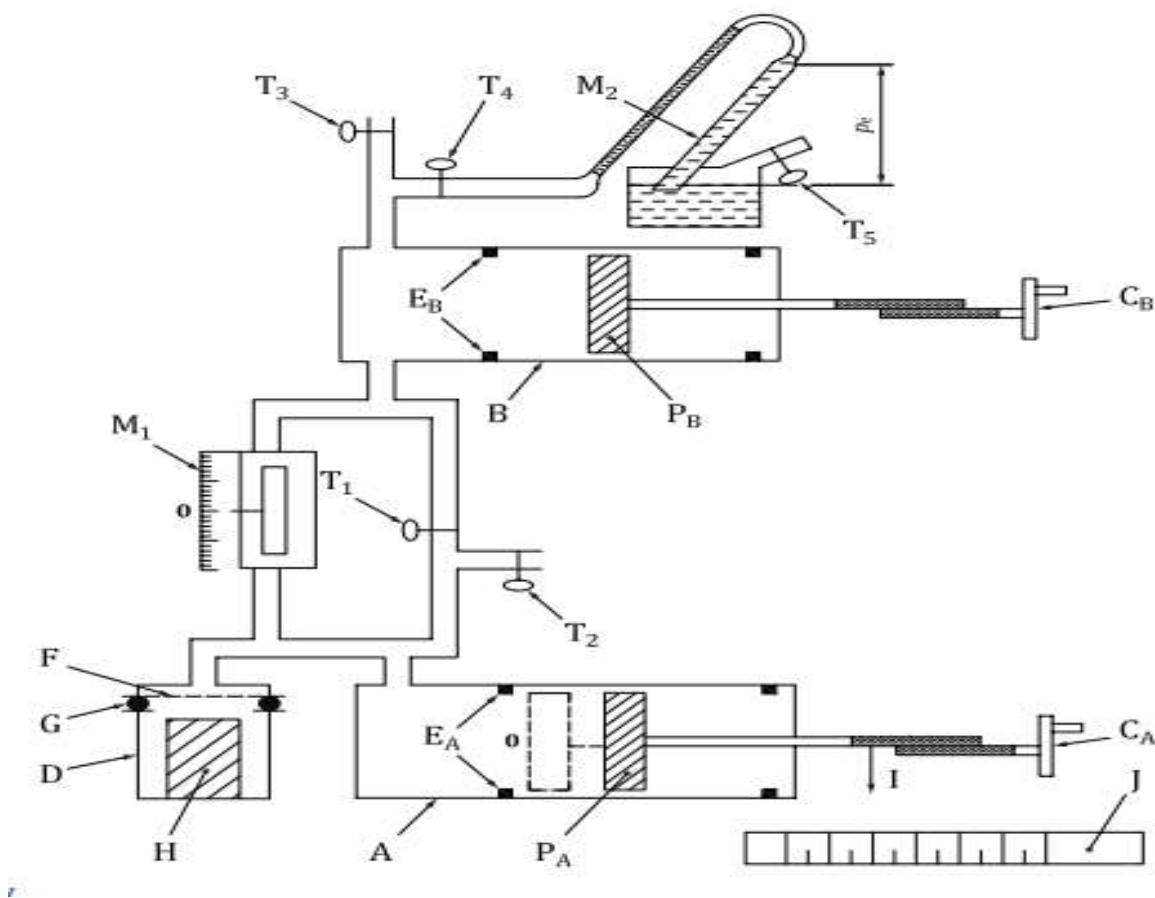
K مقداری ثابت مربوط به قرائتهای مقیاس پیکنومتر به تغییر حجم محفظه است.

۲-۸ شرح دستگاه برای روش ۱

۱-۲-۸ دستگاه شامل یک پیکنومتر هوا است که امکان قرائت لحظه‌ای اختلاف بین فشار داخلی و فشار اتمسفری را فراهم می‌کند. نمودار شماتیک وسایل در شکل ۳ نشان داده شده است. این نمودار اساساً از موارد زیر تشکیل شده است:

الف- محفظه آزمون A شامل یک محفظه اندازه‌گیری قابل جداشدن D با حجم تقریبی 50 cm^3 است، که از طریق یک وسیله مکانیکی مناسب، یک صافی F و یک اتصال مدور هوابند G به بخش اصلی محفظه A وصل می‌شودتا از نفوذناپذیری و تجدیدپذیری حجم هندسی این بخش از محفظه آزمونه اطمینان حاصل شود.

ب- محفظه B برای ایجاد فشار کاهش یافته.



راهنمای:

مانومترهای تفاضلی	M_1, M_2	محفظه آزمون	A
نقاط انتهایی جابه‌جایی پیستون‌ها	E_A, E_B	آزمونه	H
پیستون‌ها	P_A, P_B	محفظه فشار کاهش یافته	B
شیرها	$T_1 \text{ to } T_5$	نشانگر	I
صافی	F	میل لنگ‌ها	C_A, C_B
اتصال هوابند	G	مقیاس	J
		محفظه اندازه‌گیری	D

شکل ۳- شماتیک از نمودار دستگاه برای تعیین حجم غیر قابل نفوذ V_i به روش ۱

۲-۲-۸ دو محفظه A و B به صورت موازی به وسیله لوله‌ای که به شیر T_1 و یک مانومتر تفاضلی M_1 وصل است، متصل‌اند که می‌توان آن‌ها را قطع یا وصل کرد. لوله می‌تواند به طور مستقیم به وسیله شیر T_2 به اتمسفر ارتباط پیدا کند.

هنگامی که محفظه D به وسیله اتصال هوابند G به محفظه A وصل می‌شود و شیر T_1 بسته است حجم V_A محفظه‌های ترکیبی (شامل حجم آزاد محفظه‌ها و لوله متصل به مانومتر M_1 و شیر T_1) را می‌توان با حرکت دادن پیستون P_A به وسیله میل لنگ C_A اصلاح نمود.

نشانگر I جابه‌جایی پیستون P_A ، قرائت مستقیم بر روی مقیاس J را با دقت $\pm 0.25\%$ امکان‌پذیر می‌سازد. مقدار l که توسط سازنده برای یک تغییر متناظر δV_A از پیش کالیبره شده است، از یک مقدار مرجع اولیه V_0 شروع می‌شود.

یادآوری - رابطه بین l و δV_A به وسیله یک ثابت تناسب K ($l = K\delta V_A$) تعریف می‌شود، که در آن این ثابت توسط سازنده دستگاه یا به وسیله کالیبراسیون با حجم‌های استاندارد فراهم می‌شود. مقدار صحیح برای K فقط در صورتی به دست می‌آید که قرائت صفر بر روی مقیاس J قبل از هین تنظیم پیکنومتر هوا مطابق با دستوالعمل‌های سازنده تنظیم شده باشد. مقدار K برای یک پیکنومتر هوای تجاری در دسترس $\pm 0.20\%$ است.

۳-۲-۸ محفظه B را می‌توان به طور مستقیم به وسیله شیر T_3 به هوا متصل کرد. علاوه‌براین به وسیله لوله و شیر T_4 به یک مانومتر تفاضلی M_2 متصل است که نشان‌دهنده کاهش فشار است که می‌تواند در هر زمان به حجم داخلی محفظه B با توجه به اتمسفر محیط اعمال شود. فشار سنج M_2 باید قرائت کاهش فشار تا $\pm 0.25\%$ را امکان‌پذیر سازد (یعنی کاهش فشار p_e برابر H_2O mm $\pm 0.25\%$ باید تا 200 mm H_2O برابر باشد).

فشار در محفظه B (وقتی که شیرهای T_1 و T_3 بسته‌اند) با حرکت دادن پیستون P_B به وسیله میل لنگ C_B قابل تنظیم است. تفاوت p_e (منفی در روش ۱) بین فشار p_B در محفظه B و فشار اتمسفری P_{amb} بر روی مانومتر M_2 وقتی که شیر T_4 باز است برابطه ۳ نشان داده شده است:

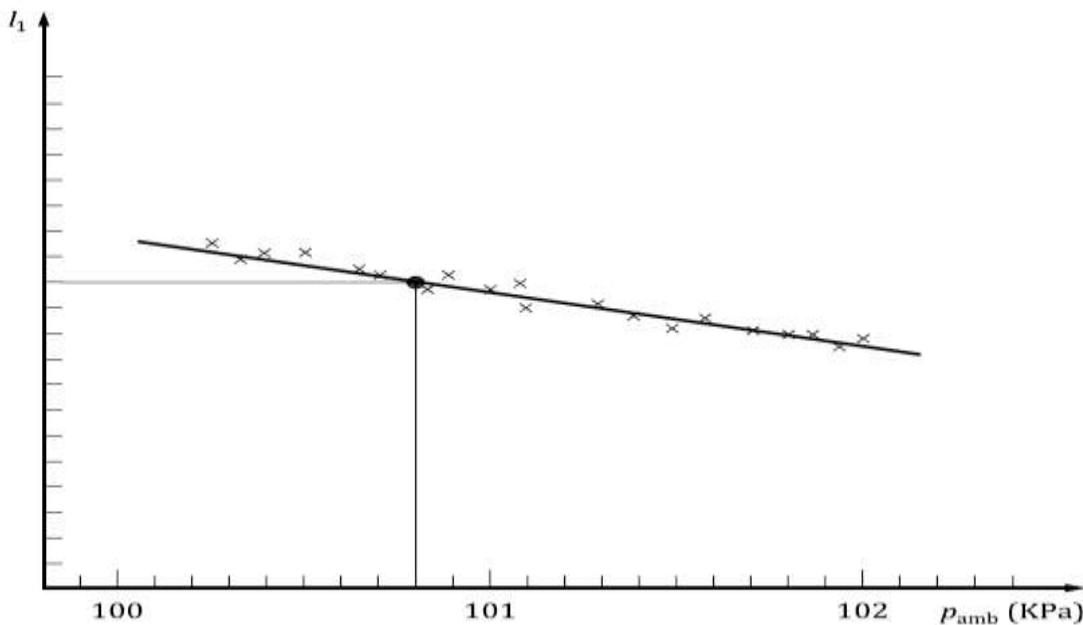
$$p_e = P_B - P_{amb} \quad (3)$$

۳-۸ کالیبراسیون دستگاه پیکنومتر

مطابق روش آزمون مشخص شده در زیربند ۴-۸ و برای فشار اتمسفری p_{amb} غالب در لحظه آزمون، قرائت l_1 متناظر با تغییر فشار p_e برابر H_2O mm ± 0.200 را نسبت به P_{amb} تعیین کنید.

یادآوری ۱ - به منظور رفع نیاز برای تعیین l_1 ، هر زمانی که فشار بارومتری تغییر کرد، مطلوب است منحنی کالیبراسیون ($f(p_{amb}) = l_1$) را برای یک مقدار معین p_e به دست آورید. این کار را می‌توان مطابق شکل ۴ با تکرار روش کالیبراسیون در یک دوره چند روزه که p_{amb} تغییر می‌کند، انجام داد.

یادآوری ۲- اگر مطلوب باشد، برای برخی مواد سلولی، برای تعیین حجم غیرقابل نفوذ آزمونهای در کاهش فشار دیگری p_e ، برای مثال $300 \text{ mm H}_2\text{O}$ لازم است یک منحنی کالیبراسیون برای p_e رسم شود.



شکل ۴- نمودار کالیبراسیون برای روش ۱ ($P_e = -300 \text{ mm H}_2\text{O}$)

راهنمای:

قرائت مقیاس	l_1
فشار اتمسفری	p_{amb} (KPa)

۴-۸ دستورالعمل اجرایی برای روش ۱

۱-۴-۸ قبل از آزمون، پیستون‌های P_A و P_B را در طول کل فاصله در دسترس برای تغییر کامل هوا در محفظه‌های A و B و لوله حرکت دهید. برای این کار، همه شیرها باید باز باشند. توصیه می‌شود بهمنظور بهدستآوردن همگنی بیشتر بین محیط‌های داخلی و خارجی، چندین بار این عمل را تکرار کنید.

فشار اتمسفری p_{amb} را با تقریب 10 Pa^1 تعیین کنید.

۲-۴-۸ قرائتهای صفر مانومتر M_1 و M_2 را تایید کنید.

۳-۴-۸ محفظه D را (حاوی آزمونه، چنان‌چه قابل انجام باشد) در محل خود قرار دهید.

1- $10 \text{ Pa} \approx 1 \text{ mm H}_2\text{O}$

۴-۴-۸ با حرکت دادن پیستون‌های P_A و P_B به روش مناسب، هوا را در وسایل دوباره تغییر دهید.

۵-۴-۸ پیستون A را طوری تنظیم کنید که قرائت $l = 0$ بر روی مقیاس ز به دست آید. موقعیت پیستون B را طوری قرار دهید تا کاهش فشار دلخواه به دست آید.

۶-۴-۸ شیرهای T_3 ، T_2 و سپس T_1 را بیندید. چند ثانیه منتظر بمانید. توصیه می‌شود هر دو مانومتر M_1 و M_2 صفر را نشان دهند. اگر چنین نبود، شیرهای T_1 ، T_3 و T_2 را دوباره باز کنید، عملیات مشخص شده در زیربند ۴-۴-۸ را تکرار کنید و سپس مطابق با زیربند ۵-۴-۸ عمل کنید. اگر مانومترها همچنان ناپایداری را نشان می‌دهند، اندازه‌گیری‌ها به دلیل موارد غیرعادی بحث شده در پیوست الف غیرممکن است (به بندهای الف-۴، الف-۵ و الف-۶ مراجعه شود).

۷-۴-۸ هنگامی که مانومترهای تفاضلی پایدار هستند، در حالی که کاهش فشار را روی مانومتر M_2 مشاهده می‌کنید فشار داخلی را به وسیله حرکت پیش‌رونده پیستون B و تقریباً همزمان پیستون A پایین بیاورید تا نشانگر مانومتر M_1 نزدیک صفر باقی بماند.

هرگز در طول این عملیات، پیستون P_A را به عقب حرکت ندهید.

۸-۴-۸ مطابق زیربند ۷-۴-۸ عمل کنید تا کاهش فشار $Pe = -200 \text{ mm H}_2\text{O}$ به دست آید. تعادل باید پایدار باشد. اگر چنین نبود مورد غیرعادی است که در پیوست الف بحث شده است (به بندهای الف-۴، الف-۵ و الف-۶ مراجعه شود)، این موارد شامل گسیختگی دیوارهای سلول، تغییر شکل آزمونه یا تغییر سریع p_{amb} می‌شود.

در مورد آزمونهای انواع جدید مواد سلولی، اندازه‌گیری‌های اولیه باید با استفاده از مقادیر متعدد کاهش فشار Pe ، که با تصادع حسابی (برای مثال $100 \text{ mm H}_2\text{O}$ ، $200 \text{ mm H}_2\text{O}$ ، $300 \text{ mm H}_2\text{O}$ و غیره) انتخاب شده، انجام شود. در طول آزمون، باید بیشترین مقدار کاهش فشار مورد استفاده قرار گیرد.

که l همچنان به طور مستقیم با Pe تغییر کند و امکان تعادل پایدار فراهم شود. وسایل باید مطابق با زیربند ۳-۸ و با استفاده از مقدار Pe دوبار کالیبره شوند.

۹-۴-۸ مقدار l_1 یا l_2 مربوط به کاهش فشار Pe را یادداشت کنید. سپس شیر T_1 را باز کنید و دستگاه پیکنومتر را به وسیله پیستون B و در صورت لزوم پیستون A به طور تدریجی به فشار اتمسفر برسانید. هنگامی که قرائت روی مانومتر M_2 برابر صفر شد، همه شیرها را باز کنید. هرگز به طور بسیار ناگهانی شیر فشار اتمسفری را باز نکنید.

۱۰-۴-۸ عملیات موضوع زیر بندهای ۸-۴-۵ تا ۸-۴-۹ را دو بار تکرار کنید. به طور کلی، دو مقدار اول l_2 یا (l_1) به طور قابل توجهی با هم متفاوت خواهد بود. فرض کنید که مقدار دوم کمتر از اولی است. اگر مقدار سوم به دست آمده بین مقادیر دو تا قرائت اول قرار گیرد و اختلافش با دومی از درستی در قرائت l_1 بیشتر نباشد، l_2 (یا l_1) را به صورت میانگین دو قرائت آخر محاسبه کنید.

اگر این دو شرایط برآورده نشود و به خصوص اگر قرائت سوم هنوز کمتر از قرائت دوم باشد، اندازه‌گیری‌های جدید را مانند بالا انجام دهید، تا این که دو اندازه‌گیری بیش از خطای «قرائت» اختلاف نداشته باشند.

۵-۸ محاسبه برای روش ۱

حجم غیر قابل نفوذ V_i را با استفاده از رابطه ۴ محاسبه کنید:

$$V_i = \frac{l_1 - l_2}{-Kp_e} p_B \quad (4)$$

که در آن:

l_1 مقدار مربوط به فشار هوای غالب p_{amb} ، در زمان آزمون است.

$p_B = (p_{amb} + Pe)$ بر حسب میلی‌متر آب بیان می‌شود.

۹ تعیین حجم غیر قابل نفوذ V_i از طریق روش ۲: انبساط حجم

۱-۹ اصول آزمون روش ۲

طبق قانون بویل-ماریوت، افزایش حجم یک گاز محدود منجر به کاهش متناسبی در فشار می‌شود. اگر اندازه یک محفظه به طور مساوی با آزمونه در آن و بدون آزمونه در محفظه افزایش یابد، افت فشار برای محفظه خالی کمتر خواهد بود. در این روش، افت فشار نسبی، که قبلاً با حجم‌های استاندارد در جه‌بندی شده است، از تفاوت در قرائت‌های مقیاس یک لوله مانومتر که به فشار هوا باز است، تعیین می‌شود.

حجم غیر قابل نفوذ V_i به وسیله محفظه به صورت حجم استاندارد ظاهری کوچک‌تری دیده می‌شود، چون درصد سلول‌های باز افزایش می‌یابد.

۲-۹ شرح دستگاه برای روش ۲

۱-۲-۹ دستگاه شامل یک مجموعه مانومتر لوله‌ای شیشه‌ای است که مطابق با شکل ۵ نشان داده شده است. محفظه آزمونه K با یک درپوش از جنس شیشه‌ساب داده شده L مجهز شده است به طوری که با استفاده از گریس خلا در اتصال یک درزگیر گازدار می‌توان به دست آورد. محفظه K از طریق حباب انبساط N به یک مانومتر M_3 متصل می‌شود که با آب دارای چند قطره مواد فعال سطحی و مواد رنگی پرشده است. سطح مایع در مانومتر با استفاده از مخزن O تنظیم می‌شود. (می‌توان آن را با استفاده از یک سرنگ کنترل نمود). گاز در محفظه K به وسیله شیر T_5 به فشار هوای غالب در زمان آزمایش رسانده می‌شود. مقیاس Q که به میلی‌متر درجه‌بندی شده است، به بازوی باز مانومتر M_3 متصل است.

۲-۲-۹ به منظور اجتناب از اشتباهات ناشی از نوسانات دمای محیط، کل وسایل باید در یک جعبه هوابند R محصور شوند که به یک پنل جلویی شفاف و یک دریچه S مجهز شده، که از طریق آن می‌توان آزمونه‌ها را به محفظه K وارد کرد.

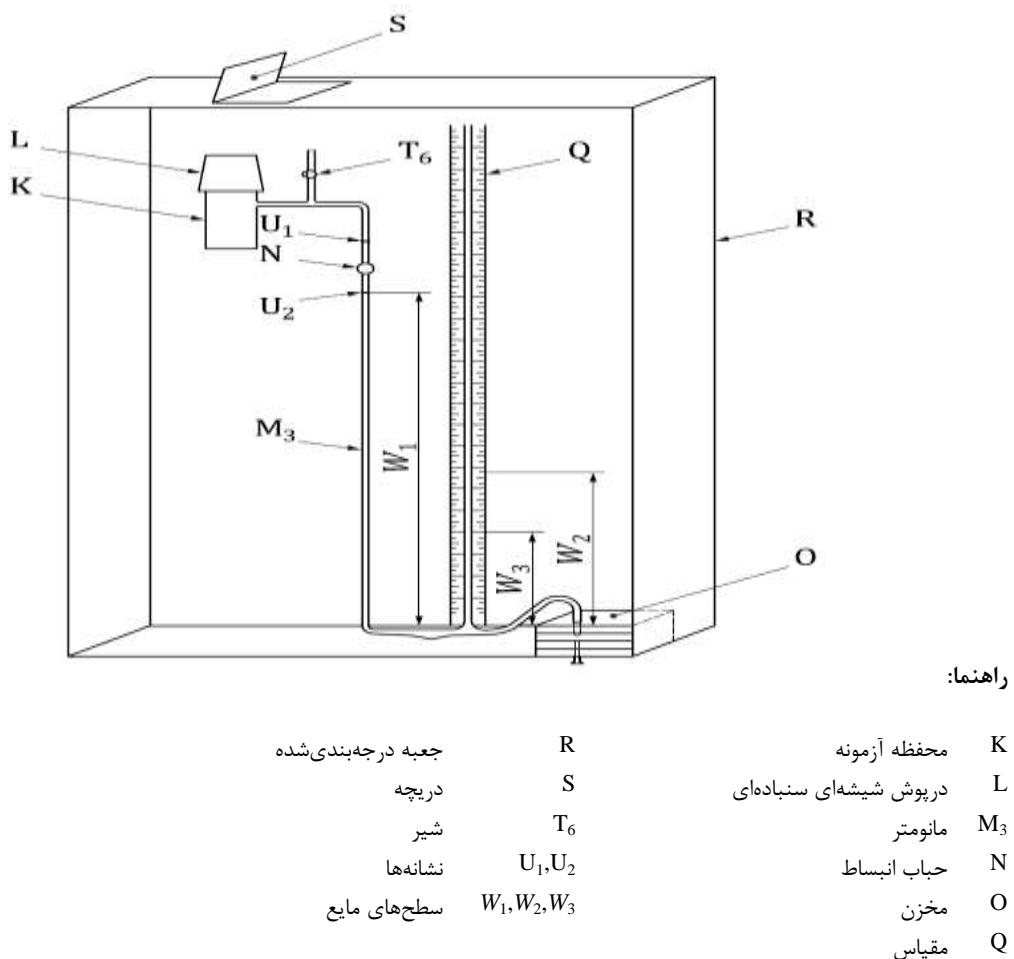
یادآوری - چندین مدل از چنین وسایلی با رعایت پارامترهای زیر ساخته و با موفقیت استفاده شده است:

- حجم V_K محفظه K و لوله شیشه‌ای با نشانه U_1 برابر 310 cm^3 ؛

- حجم V_N با حباب انبساط بین نشانه‌های U_1 و U_2 برابر 10.5 cm^3 ؛

- ارتفاع نشانه U_2 در بالای قسمت انتهایی مانومتر برابر حداقل 650 mm ؛

- حداقل قطر داخلی لوله شیشه‌ای برابر 10 mm .



شکل ۵- شمایی از نمودار دستگاه برای تعیین حجم غیر قابل نفوذ V_1 به روش ۲ الف

۳-۹ کالیبراسیون وسایل برای روش ۲ الف

۱-۳-۹ شش نمونه استاندارد کالیبره شده (برای مثال استوانه‌های برنجی) مورد نیاز است که حجم تا 150 cm^3 داشته و با درستی برابر با 150 cm^3 مشخص شده باشد.

۲-۳-۹ با باز بودن شیر T_6 , سطح مایع را در مانومتر M_3 تا نشانه U_2 تنظیم کنید و نزدیک‌ترین میلی‌متر سطح متناظر با سطح W_1 را روی بازوی باز مانومتر یادداشت کنید.

۳-۳-۹ سطح مایع را تا نشانه U_1 بالا ببرید. شیر T_6 را ببندید. بگذارید حجم محفظه K (شامل بالا رفتن سطح مایع تا U_1) و فشار هوای غالب در آن لحظه P_{amb} باشد.

۴-۳-۹ هر دو سطح مایع را با بیرون کشیدن مایع پایین بیاورید تا اینکه سطح در بازوی بسته به نشانه U_2 ، که متناظر با انبساط δV_K است، برسد. این عمل را به آهستگی انجام دهید، سرعت را کنترل کنید آن چنان که در $s (6 \pm 1)$ سطح مایع عبوری از نشانه U_1 به U_2 برسد. مدت $s (30 \pm 3)$ صبر کنید تا اجازه داده شود مایع روی دیوار حباب انبساط N به مایع مانومتر دوباره ملحق شود، به طوری که سطح مایع در نشانه U_2 ثابت بماند. در انتهای این زمان، سطح مایع W_2 را در بازوی باز مانومتر قرائت کرده با تقریب میلی‌متر گرد کنید. سپس به آهستگی شیر T_6 را باز کنید. مایع را در نشانه U_1 تنظیم کنید و عملیات قبلی را تکرار کنید تا این که دو قرائت متوالی یکسان گردشده با تقریب میلی‌متر، به دست آید.

۵-۳-۹ در پوش L را بردارید، در محفظه آزمون K یک نمونه استاندارد کالیبره شده با حجم مشخص V_C قرار دهید و در پوش را دوباره بگذارید.

یادآوری - برای رسیدن به شرایط پایداری موردنیاز برای V_K (به بند الف-۱ مراجعه شود)، ضرورت دارد که در پوش L همیشه در همان وضعیت بر روی محفظه K قرار داده شود زیرا حتی یک تغییر کوچک در وضعیت در پوش روی محفظه می‌تواند تغییر مهمی را در حجم اولیه ایجاد کند.

عملیات مشخص شده در زیربندهای ۳-۳-۹ و ۴-۳-۹ را تکرار کنید و سطح W_3 را روی بازوی باز مانومتر با تقریب میلی‌متر ثبت کنید.

۶-۳-۹ نسبت را محاسبه کنید:

$$\frac{W_2 - W_3}{W_1 - W_3} \quad (5)$$

که در آن:

$$\text{قرائت سطح اولیه;} \quad W_1$$

W_2 و W_3 به ترتیب قرائت‌های مانومتر بعد از انبساط برای محفظه آزمون K با نمونه استاندارد کالیبره شده و بدون نمونه استاندارد کالیبره شده.

در این صورت خواهیم داشت:

$$\frac{W_2 - W_3}{W_1 - W_3} (V_k + \delta V_k) = V_C \quad (6)$$

۷-۳-۹ عملیات مشخص شده در زیربندهای ۲-۳-۹ و ۵-۳-۹ را با استفاده از دیگر استانداردهای کالیبره شده دارای حجم های V_C' , V_C'' و غیره تکرار کنید.

برای V_C' , قرائت ها W_1' , W_2' , W_3' خواهد بود و

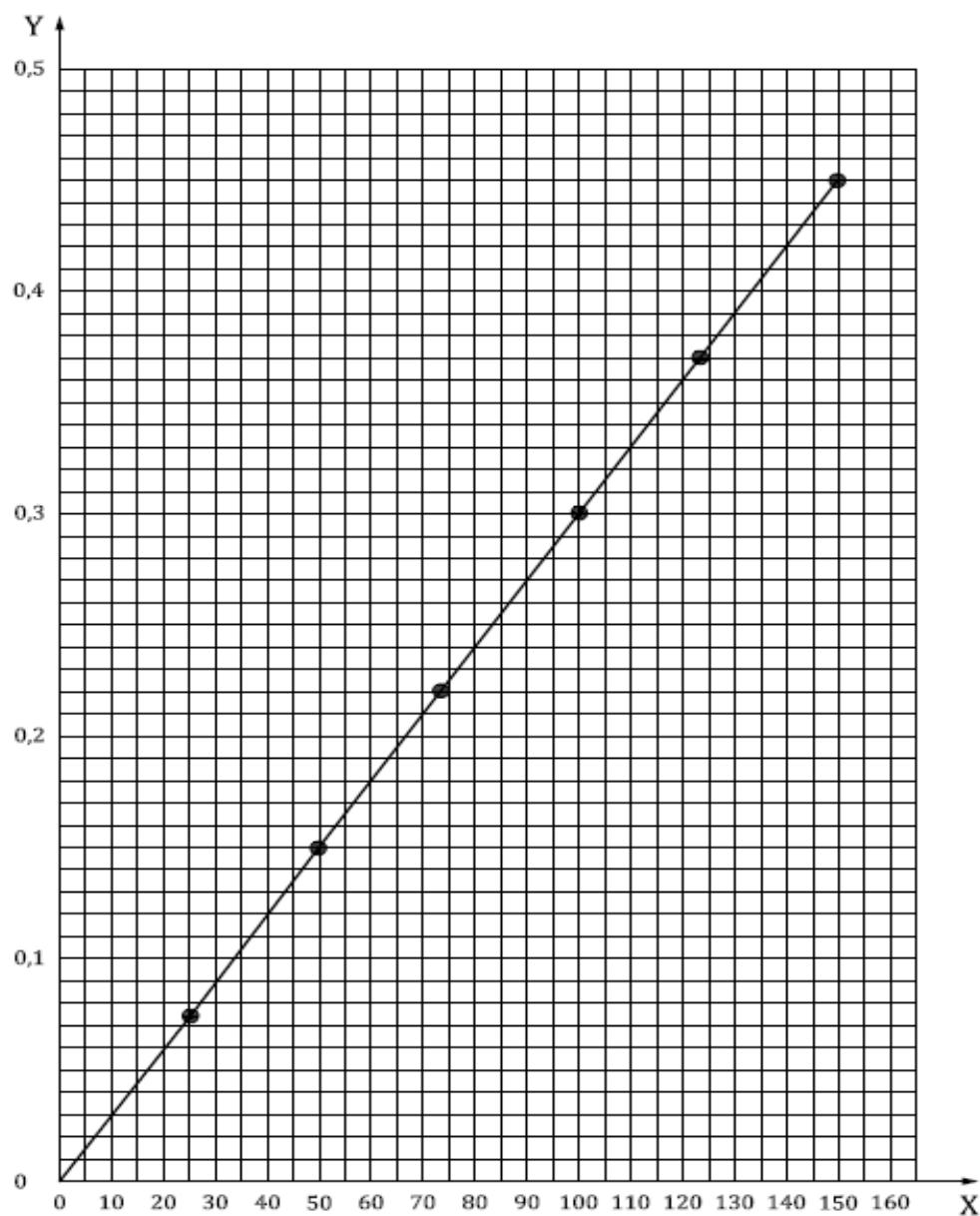
$$\frac{W_2' - W_3'}{W_1' - W_3'} (V_k + \delta V_k) = V_C \quad (7)$$

این نتایج را بر روی نموداری رسم کنید که محور افقی آن مقادیر V_c' , V_c و غیره و محور قائم آن متناظر با مقادیر رابطه ۸ است:

$$\frac{W_2 - W_3}{W_1 - W_3} \quad (8)$$

توصیه می شود که نمودار یک خط مستقیم باشد که از مبدا مختصات عبور می کند.

این نمودار (به شکل ۶ مراجعه شود) برای تعیین حجم غیرقابل نفوذ V_i آزمونه ها استفاده خواهد شد.



راهنمای:

حجم استاندارد کالیبره V_c (cm³) X
 $(W_2 - W_3)/(W_1 - W_3)$ Y

شکل ۶- نمودار کالیبراسیون برای روش ۲

۴-۹ دستورالعمل اجرایی و کالیبراسیون برای روش ۲ الف

۱-۴-۹ با استفاده از یک آزمونه بهجای نمونه استاندارد حجم کالیبره شده، همان روش اجرایی را برای کالیبراسیون (به زیربند ۳-۹ مراجعه شود) دنبال کنید.

۲-۴-۹ نسبت را حساب کنید:

$$\frac{W_2 - W_3}{W_1 - W_3} \quad (9)$$

نسبت به دستآمده با آزمونه و قرائت از نمودار کالیبراسیون (به شکل ۶ مراجعه شود) مقدار متناظر حجم غیر قابل نفوذ V_i از محور افقی است.

۵-۹ شرح وسایل برای روش ۲ ب

۱-۵-۹ وسایل- در شکل ۷ شمایی از نمودار تجهیزات نشان داده شده است. تجهیزات باید دارای ویژگی‌های زیر باشند:

۱-۱-۵-۹ محفظه نمونه، با داشتن یک حجم مشخص ($V_{chamber}$) بین 30 cm^3 و 150 cm^3

۲-۱-۵-۹ محفظه انبساط، با حجمی (V_{exp}) که افت فشار قابل توجهی را تولید می‌کند.

۳-۱-۵-۹ مبدل سنجه فشار، با قابلیت اندازه‌گیری فشار 0 kPa تا 175 kPa

۴-۱-۵-۹ شیر اطمینان فشاری، برای اجتناب از فشار بیش از مبدل سنجه فشار

۵-۱-۵-۹ صافی، برای جلوگیری پودر از آلوده شدن از مبدل سنجه فشار و شیرهای انتخابی

۶-۱-۵-۹ کلید کنترل جریان ورودی و شیرهای سوزنی، یا وسایل جایگزین برای کنترل فشار بیش از حد

۷-۱-۵-۹ کلید کنترل جریان خروجی و شیرهای سوزنی، یا وسایل جایگزین برای تهویه گاز

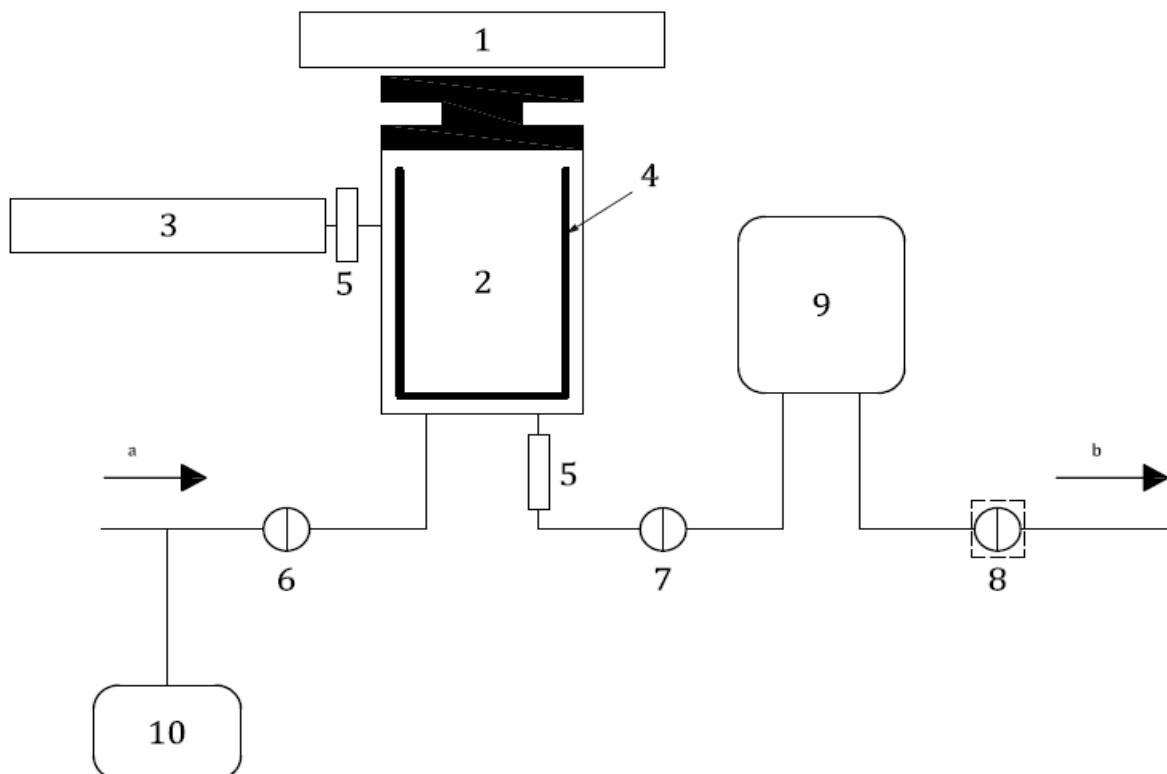
۸-۱-۵-۹ شیر انتخابی دو طرفه، برای اتصال محفظه انبساط به محفظه نمونه

۹-۱-۵-۹ استاندارد کالیبراسیون غیرمتخلخل (به عنوان مثال، یک گوی فولادی زنگنزن) با حجمی مشخص که $\frac{1}{3}$ تا $\frac{2}{3}$ محفظه نمونه را پر می‌کند.

۱۰-۱-۵-۹ متر دیجیتالی، برای قرائت فشار مبدل تا حداقل 1 kPa و 0.01 kPa

۱۱-۱-۵-۹ سرپوش محفظه نمونه

۱۲-۱-۵-۹ درپوش محفظه نمونه



راهنمای:

۱	سرپوش محفظه نمونه	۶	شیر نرخ پر کردن
۲	محفظه نمونه	۷	شیر انتخابی دو طرفه
۳		۸	شیر نرخ تهویه
۴		۹	محفظه انبساط
۵	درپوش محفظه نمونه	۱۰	شیر اطمینان فشار بالا
صفای			
a	ورودی گاز	b	خروجی گاز

شکل ۷- شمایی از نمودار وسایل برای روش ۲ ب

۶-۹ کالیبراسیون دستگاه برای روش ۲ ب

از طریق این روش کالیبراسیون، V_{chamber} و V_{exp} تعیین می‌شوند.

برای کالیبراسیون باید فشاری بین ۰ و ۱۵۲ kPa استفاده شود.

اندازه‌گیری بدون آزمونه اما با درپوش در محفظه نمونه تحت فشار آزمون معین (معمولاً ۲۰ kPa) تحقق می‌یابد. روش یکسانی را برای روش اجرای آزمون دنبال کنید (به زیربند ۹-۷ مراجعه شود). مقادیر p_1 و p_2 تعیین می‌شوند.

پس از آن، استاندارد کالیبراسیون (به زیربند ۹-۵-۱ مراجعه شود) به درپوش محفظه نمونه معرفی می‌شود. آزمودن این استاندارد کالیبراسیون در شرایط یکسان مقادیر جدیدی برای فشارهای p_1' و p_2' حاصل می‌کند.

از طریق مقادیر p_1 , p_2 , p_1' و p_2' و حجم استاندارد کالیبراسیون، $V_{chamber}$ و V_{exp} به شرح زیر تعیین می‌شوند:

$$\begin{aligned} - p_1 V_{chamber} &= p_2 (V_{chamber} + V_{exp}) \\ - p_1' (V_{chamber} - V_{cal}) &= p_2' (V_{chamber} - V_{cal} + V_{exp}) \\ - V_{exp} &= V_{chamber} * (p_1 - p_2) / p_2 \\ - p_1' * (V_{chamber} - V_{cal}) &= p_2' (V_{chamber} - V_{cal}) + p_2' * V_{chamber} * (p_1 - p_2) / p_2 \\ - V_{chamber} &= V_{cal}(p_1' - p_2') / [(p_1' - p_2') - (p_1 - p_2) * p_2' / p_2] \end{aligned}$$

۷-۹ دستورالعمل اجرایی آزمون برای روش ۲ ب

۱-۷-۹ طول، ارتفاع و عرض آزمونهای را مطابق با بند ۷ اندازه‌گیری کنید. سپس آزمونهای را وزن کنید.

۲-۷-۹ با تجهیزات باز، محفظه نمونه خالی (فقط با یک در پوش محفظه نمونه در آن) و همه شیرهای باز، باید فشار صفر در مقایسه با فشار هوا تعیین شود.

۳-۷-۹ سپس شیر جریان باید بسته شود.

۴-۷-۹ پس از آن، شیر دوطرفه را طوری به کاربرید که محفظه انبساط (مرجع) را از بقیه سیستم جدا کنید.

۵-۷-۹ در نهایت شیر تهویه را باز کنید.

۶-۷-۹ آزمون را در درپوش محفظه نمونه وارد کنید و محفظه نمونه را ببندید.

۷-۷-۹ هوا و بخارات به دامافتاده در داخل منافذ توسط تخلیه طولانی، هنگامی که تمام شیرها باز می‌شوند، حذف خواهند شد. تعداد و زمان تخلیه باید ثبت شود.

توصیه می‌شود از فشاری بین ۱۵ kPa و ۲۰ kPa برای تخلیه استفاده شود.

۸-۷-۹ هنگامی که تخلیه انجام می‌شود، در حالی که جریان گاز برقرار است، تمام شیرهای سیستم باید باز شوند و فشار خوانده شده سنجه فشار باید صفر باشد.

۹-۷-۹ شیر دو طرفه و شیر تهويه را ببنديد بهطوری که دوباره محفظه انبساط (مرجع) را از بقیه سيستم جدا کند.

۱۰-۷-۹ شیر جريان را باز کنيد تا به فشار تنظيم شده برای محفظه نمونه برسد.

توصيه می شود فشار 20 kPa به عنوان فشار دستگاه در محفظه نمونه استفاده شود. در برخی موارد، برای جلوگيری از اين که فشار، آزمونه را واپيچиде^۱ کند، استفاده از فشارهای پايين تر، مطلوب است. در هر صورت، فشار آزمون باید يادداشت شود.

۱۱-۷-۹ شیر جريان را ببنديد و اجازه دهيد فشار پايدار شود. (۱۵ s زمان برای اکثر آزمونها کافي است). فشار نهايی را به عنوان p_1 ثبت کنيد.

۱۲-۷-۹ بلافضله شير انتخاب دو طرفه را طوري به کاربريد تا دوباره محفظه انبساط (مرجع) با محفظه نمونه وصل شود و اجازه دهيد فشار پايدار شود. فشار نهايی را به عنوان p_2 ثبت کنيد.

۱۳-۷-۹ در نهايیت شير تهويه را باز کرده و اجازه دهيد فشار به صفر کاهش يابد.

۱۴-۷-۹ حجم غير قابل نفوذ V_i آزمونه می تواند طبق رابطه ۱۰ محاسبه شود:

$$V_i = \left(p_2 \cdot V_{\text{chamber}} + p_2 \cdot V_{\text{exp}} - p_1 \cdot V_{\text{chamber}} \right) / (p_2 - p_1) \quad (10)$$

۸-۹ ترتيب مراحل آزمون در روش ۲ ب

سه آزمونه با ابعاد $mm (25 \times 25 \times 25)$ آمده کنيد. اين آزمونها مجموعه r_1 را تشکيل می دهند. زمانی که مطابق روش شرح داده شده در زيربندي ۷-۹ آناليز شد، اين آزمونها به دو قسمت مساوي تقسيم می شود و مجموعه r_2 را تشکيل می دهد. آناليزهای زيربندي ۷-۹ را دوباره تكرار کنيد. پس از آن، تمامی قسمتهای آزمونه دوباره به دو قسمت مساوي تقسيم می شود و مجموعه r_3 را تشکيل می دهد و مطابق زيربندي ۷-۹ آناليز می شوند.

- مجموعه ۱: از سه آزمونه با ابعاد $mm (25 \times 25 \times 25)$ تشکيل شده است. هر آزمونه به طور جداگانه آناليز می شود.

- مجموعه ۲: از شش آزمونه با ابعاد $mm (25 \times 25 \times 12.5)$ تشکيل شده است. هر دو آزمونهای که از نمونه r_1 يكسانی به دست آمده‌اند، با هم آناليز می شوند.

- مجموعه ۳: از ۱۲ آزمونه با ابعاد $25 \times 25 \times 6,25$ mm تشکیل شده است. هر چهار آزمونهای که از نمونه r_1 یکسانی به دست آمده‌اند، با هم آنالیز می‌شوند.

اندازه‌گیری مجموعه آزمونهای در این روش، برونویابی نسبت $\frac{S}{V_g}$ به سمت صفر، امکان بررسی برش در طی مراحل آمده‌سازی آزمونهای آزمونهای فراهم می‌کند.

ابعاد هر آزمونه باید جداگانه مطابق با بند ۷ تعیین شود. میانگین ابعاد هر مجموعه تشکیل شده از یک، دو یا چهار آزمونه، محاسبه می‌شود. این میانگین‌ها برای محاسبه سطوح و حجم‌های هندسی استفاده می‌شوند. آزمونهای مجموعه r_1 جداگانه وزن می‌شوند. هر گروه از دو آزمونهای که از r_2 به دست آمده‌اند و هر گروه از چهار آزمونهای که از r_3 به دست آمده‌اند، با هم وزن می‌شوند.

آزمونهای اندازه‌گیری شده و وزن شده مطابق با روش اجرایی زیربند ۷-۹ با داشتن درصد سلول‌های بسته/ باز آنالیز می‌شوند.

داده‌های به دست آمده را در زیربند ۹-۹ به کار برد.

۹-۹ محاسبات و بیان نتایج برای روش ۲ ب

$$1-9-9 \quad \text{حجم هندسی، } V_g \text{ بر حسب cm}^3$$

$$r_1 \quad V_g = (A \times B \times C)$$

$$r_2 \quad V_g = 2 \times [(A_1 + A_2)/2 \times (B_1 + B_2)/2 \times (C_1 + C_2)/2]$$

$$r_3 \quad \text{برای}$$

$$V_g = 4 \times [(A_1 + A_2 + A_3 + A_4)/4 \times (B_1 + B_2 + B_3 + B_4)/4 \times (C_1 + C_2 + C_3 + C_4)/4]$$

$$2-9-9 \quad \text{مساحت سطح، } S \text{ بر حسب cm}^2$$

$$r_1 \quad S = 2(A \times B + A \times C + B \times C)$$

$$r_2 \quad \text{برای}$$

$$r_3 \quad S = 4 \left\{ [(A_1 + A_2)/2] \times [(B_1 + B_2)/2] + [(A_1 + A_2)/2] \times [(C_1 + C_2)/2] + [(B_1 + B_2)/2] \times [(C_1 + C_2)/2] \right\}$$

$$S = 8 \{ [(A_1 + A_2 + A_3 + A_4) / 4] \times [(B_1 + B_2 + B_3 + B_4) / 4] + [(A_1 + A_2 + A_3 + A_4) / 4] \times [(C_1 + C_2 + C_3 + C_4) / 4] + [(B_1 + B_2 + B_3 + B_4) / 4] \times [(C_1 + C_2 + C_3 + C_4) / 4] \}$$

۳-۹-۹ درصد حجم ظاهری سلول‌های باز، ω_r

$$\omega_r = [(V_g - V_i) / V_g] \times 100 \quad (11)$$

۴-۹-۹ درصد حجم دیواره‌های سلول‌های باز و بسته، Ψ_r :

$$\Psi_r = 100 - \omega_r \quad (12)$$

۱۰ تصحیح سلول‌های سطحی بازشده آزمونه طی آماده‌سازی آزمونه

۱-۱۰ برای روش اختلاف فشار (به بند ۸ مراجعه شود).

بعد از آن که V_i برای هر (حداقل) سه آزمونه تعیین شد، هر آزمونه را سه بار در طول صفحات مرکزی دو بخش کنید تا ۸ مکعب به دست آید. حجم غیر قابل نفوذ هر مجموعه ۸ مکعبی را مطابق با زیر بندهای ۸-۴-۵ و ۸-۴-۶ تعیین کنید و حجم میانگین را به صورت V_d گزارش کنید.

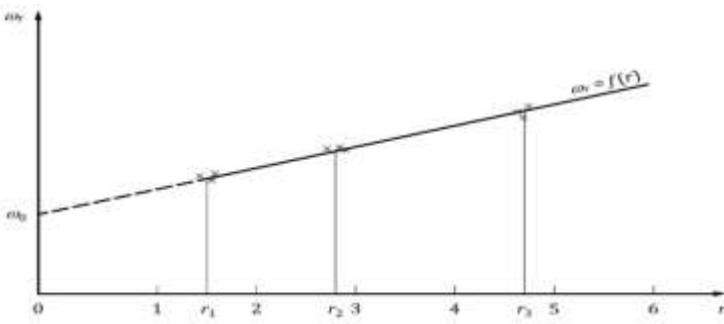
۲-۱۰ برای روش انبساط حجم (به بند ۹ مراجعه شود)

درصد حجم ظاهری سلول‌های باز آزمونه‌ها، ω_r ، مربوط به مقادیر متفاوت $\frac{S}{V_g} r$ را تعیین کنید.

حداقل سه آزمونه برای هر سه مقدار r (شامل یک مکعب مستطیل برای r_1 و دو مکعب مستطیل برای r_2 و چهار مکعب مستطیل برای r_3) استفاده کنید. این مقادیر برای رسم خط مستقیم $\omega_r = f(r)$ و برآوری آن به $r = 0$ که ω_0 موردنظر را به دست می‌دهد، استفاده خواهد شد.

الگوی برش برای مقادیر متفاوت r در شکل ۱ نشان داده شده است. مثالی از خط مستقیم $\omega_r = f(r)$ در شکل ۸ نشان داده شده است.

یادآوری - درصورتی که این خط مستقیم محور عمودی را زیر میدا مختصات قطع کند، یا وسایل درست کار نمی‌کند یا روش اجرای آزمون به درستی دنبال نشده است.



شکل ۸- نمودار برای تعیین فاکتور تصحیح برای سلول‌های بازشده طی آماده‌سازی آزمونه

راهنمای:

- ω_r درصد حجم ظاهری سلول‌های باز
- r نسبت سطح هندسی به حجم

۱۱ بیان نتایج

۱-۱۱ درصد حجم ظاهری سلول‌های باز

درصد حجم ظاهری سلول‌های باز، ω_r ، آزمونه‌ها را با استفاده از رابطه ۱۳ محاسبه کنید.

$$\omega_r = \frac{V_g - V_i}{V_g} \times 100 \quad (13)$$

که در آن:

V_g حجم هندسی آزمونه‌ها بر حسب سانتی‌متر مکعب مطابق با زیر بند ۷-۲؛

V_i حجم غیر قابل نفوذ آزمونه‌ها بر حسب سانتی‌متر مکعب مطابق با روش ۱ (به زیر بند ۵-۸ مراجعه شود)، روش ۲ الف (به زیر بند ۴-۹ ۲-۴ مراجعه شود) یا روش ۲ ب (به زیر بند ۱۴-۷-۹ مراجعه شود).

۲-۱۱ درصد حجم تصحیح شده سلول‌های باز

۱-۲-۱۱ برای روش اختلاف فشار (به بند ۸ مراجعه شود).

$$\omega_0 = \frac{V_g - 2V_i + V_d}{V_g} \times 100 \quad (14)$$

۲-۲-۱۱ برای روش انبساط حجم (به بند ۹ مراجعه شود).

منحنی $\omega_r = f(r)$ را رسم کنید و به وسیله برون‌یابی به $r = 0$ ، درصد حجم تصحیح شده سلول‌های باز ω_0 را تعیین کنید.

۳-۲-۱۱ درصد حجم تصحیح شده سلول های بسته

درصد حجم تصحیح شده سلول های بسته، Ψ_0 ، آزمونه ها را با استفاده از رابطه ۱۵ محاسبه کنید.

$$\Psi_0 = 100 - \omega_0 \quad (15)$$

۱۲ دقت

۱-۱۲ دقت روش اختلاف فشار (روش ۱) در جدول ۱ ارائه شده است. اطلاعات از آزمون های نوبت گردشی^۱ در سال ۱۹۸۱ به دست آمد. آزمون ها در پنج آزمایشگاه انجام شده بود. هر نتیجه آزمون، میانگین پنج آزمونه بود. هر آزمایشگاه یک نتیجه برای هر ماده را گزارش داد.

جدول ۱- درصد سلول های باز شامل تصحیح سلول های سطحی باز شده طی آماده سازی آزمونه- روش تغییر فشار (روش ۱)

I _R %	I _r %	S _L %	S _r %	میانگین %	ماده
۳,۳۹	۱,۵۳	۱,۰۷	۰,۵۴	۰,۷۱	Ext PS
۱,۸۹	۱,۰۸	۰,۵۵	۰,۳۸	۱,۹۷	Ext PS (NBS GM53)
۴,۰۹	۱,۱۳	۱,۳۹	۰,۴۰	۲,۵۴	Trimer PUR (NBS GM43)
۲,۵۲	۱,۴۲	۱,۱۴	۰,۵۰	۴,۴۳	PUR
۱,۷۰	۱,۱۹	۰,۴۳	۰,۴۲	۷,۹۹	Exp PS

راهنمایی:

انحراف معیار بین آزمایشگاهی؛ s_r

ریشه دوم واریانس بین آزمایشگاهی؛ s_L

(به تکرار پذیری نگاه کنید) $I_{r=2.83sr}$

(به تجدیدپذیری نگاه کنید) $Ir = 2.83\sqrt{(sr^2 + sL^2)}$

- تکرار پذیری، در مقایسه دو میانگین (هر پنج آزمونه) برای مواد یکسان، که توسط یک آزمایشگر با استفاده از تجهیزات یکسان در یک روز به دست می آید، توصیه می شود میانگین ها در صورتی که بیش از I_r اختلاف داشته باشند یکسان تلقی نشوند.

- تجدیدپذیری، در مقایسه دو میانگین (هر یک از پنج آزمونه) برای مواد یکسان، که توسط آزمونگرهای مختلف با استفاده از تجهیزات مختلف در روزهای مختلف به دست می‌آید، توصیه می‌شود میانگین‌ها در صورتی که بیش از I_r اختلاف داشته باشند یکسان تلقی نشوند.

چون مواد مرجع مشخصی برای تعیین این خاصیت وجود ندارد، درستی این روش را نمی‌توان بیان کرد.

۲-۱۲ دقیقت روش ۲ الف و ۲ ب مشخص نشده است و توصیه می‌شود داده‌های به دست آمده در رفع اختلاف‌نظر بین عرضه‌کننده و مصرف‌کننده استفاده نشود.

۱۳ گزارش آزمون

گزارش آزمون باید شامل اطلاعات زیر باشد:

- ارجاع به این استاندارد ملی؛

- همه جزیيات لازم برای شناسایی کامل مواد سلولی آزمون شده؛

- روش کار مورد استفاده برای تعیین حجم غیر قابل نفوذ V_i یعنی روش ۱ (پیکنومتر) یا روش ۲ الف یا ۲ ب (انبساط حجمی)؛

- نتایج منفرد و مقادیر میانگین درصد حجم تصحیح شده سلول های باز ω_0 و سلول های بسته ψ_0 ؛

- بزرگترین بعد A آزمونه (به شکل ۱ مراجعه شود) در ارتباط با جهت آنیزوتروپی مواد، هنگامی که قابل کاربرد باشد؛

- هرگونه انحرافی از روش مشخص شده؛

- تاریخ آزمون؛

- همه جزیيات لازم برای معرفی وسایل آزمون.

پیوست الف

(الزامی)

یادآوری‌هایی در مورد روش اجرای آزمون

الف-۱ پایداری حجم مرجع

ضروری است که حجم مرجع محفوظه آزمون ثابت باشد، این حجم بر δV_{A1} و δV_{A2} (روش ۱) و $V_K + \delta V_K$ (روش ۲) اثر می‌گذارد.

در صورتی که مقدار مرجع با آزمونه و در غیاب آزمونه یکسان نباشد خطا در تعیین V_i اهمیت پیدا می‌کند.

الف-۲ اثر فشار اتمسفری

بهتر است فشار اتمسفری p_{amb} به طور معمول بیشتر از 100 Pa طی دوره آزمون با آزمونه و در غیاب آزمونه تغییر نکند.

در مورد روش ۱، استفاده از نمودار کالیبراسیون ($f(p_{amb}) = l_1$ (به شکل ۴ مراجعه شود) امکان تصحیح چنین تغییری را در p_{amb} ، در صورت وجود، فراهم می‌آورد.

بر عکس، روش ۲ نیاز به تصدیق پایداری p_{amb} در طول دوره کامل آزمون دارد.

الف-۳ انتخاب مقدار p_e (روش ۱) یا δV_K (روش ۲)

دقت روش آزمون با افزایش p_e (یا δV_K) افزایش می‌یابد.

از طرف دیگر، لازم است از مقادیر p_e (یا δV_K) به اندازه کافی کم استفاده شود تا V_i در طول آزمون ثابت نگه داشته شده و از گسیختگی دیوارهای سلول به علت تغییرات فشار جلوگیری شود.

مناسب‌ترین مقادیر به ماهیت مواد سلولی مربوط بستگی دارد. برای روش ۱، مشخص شده است که $200 \text{ mm H}_2\text{O}$ مقدار رضایت‌بخشی برای بیشتر پلاستیک‌های سلولی است.

الف-۴ اثر دما

چون قانون بویل-ماریوت دما را ثابت فرض می‌کند، لازم است آزمونهای در یک اتاق با کنترل دمایی انجام شود. اگر مانومتر تفاضلی مایع مورد استفاده قرار گیرد، از همین الزام استفاده می‌شود.

وسایل و آزمونهای باید قبل از آزمون در اتاق با دمای کنترل شده برای یک دوره کافی برای دست‌یابی به تعادل، تثبیت شرایط شوند.

به علت تغییر ناگهانی فشار محفظه آزمون حالت کاهش یافته به فشار اتمسفری لازم است از هر گونه حرارت دادن یا سرد کردن محفظه آزمون بین دو اندازه‌گیری اجتناب شود.

الف-۵ اثر رطوبت

توصیه می‌شود در شرایط رطوبت کنترل شده و متوسط (برای مثال رطوبت نسبی٪ (50 ± 5)) کار کنید. اثر تغییرات رطوبت می‌تواند در طول اندازه‌گیری‌ها آشکار شود (هنگام ناپایداری تعادل در شرایط اولیه p_e یا δV_K یا عدم تکرارپذیری بین دو اندازه‌گیری متوالی). وجود رطوبت در آزمونهای با رفتاری مشابه با آنچه در الف-۶ توصیف شده است، نشان داده می‌شود.

الف-۶ اثر گاز محبوس در آزمونهای

آزمونهایی که در سلول‌هایی دارای گازهای غیر از هوا معمولی در فشار هوا هستند، در طول چرخه تغییر فشار مانند حجم غیر قابل نفوذ آن‌ها که با زمان تغییر می‌کند، رفتار می‌کنند. در روش ۱، این می‌تواند، به عنوان مثال، باعث ناپایداری δV_{A2} در p_e معین شود.

نفوذ گازهای عامل پفدهنده^۱، ورود هوا با نفوذ از میان دیوارهای سلولی یا وجود رطوبت می‌تواند باعث این مشکل شود.

این امر را معمولاً می‌توان با اندازه‌گیری قبل از شروع آزمون مشخص کرد. تعادل اولیه می‌تواند با جدا کردن محفظه آزمون از محیط حفظ شود.

اگر جایه‌جایی یا ناپایداری ایجاد شود، در برخی موارد می‌توان آن‌ها را با بریدن آزمونهای حداقل یک هفته قبل از انجام اندازه‌گیری‌ها، جایه‌جایی یا ناپایداری را تصحیح کرد. در سایر موارد در جایی که نرخ نفوذ آهسته‌تر است، تصحیح را می‌توان به وسیله تعیین V_i در زمان‌های مختلف برای هر آزمونه با رسم V_i در برابر ریشه دوم زمان سپری شده انجام داد، و نتایج را به صورت خط مستقیم برگشتی به زمان صفر برونویابی نمود. V_i در زمان صفر، بدون اثر گازهای محبوس شده در سلول‌ها خواهد بود.