



جمهوری اسلامی ایران
Islamic Republic of Iran

سازمان ملی استاندارد ایران

Iranian National Standardization Organization



استاندارد ملی ایران

۷۰۹۰-۱

تجدید نظر اول

۱۳۹۳

INSO

7090-1

1st. Revision

2015

پلاستیک ها - روش های تعیین چگالی

پلاستیک های غیراسفنجی -

قسمت اول : روش غوطه وری، روش پیکنومتر

مایع و روش تیتراسیون

**Plastics - Methods for determining the
density of non-Cellular plastics -
Part 1 : Immersion method , liquid
pycnometer method and titration method**

ICS : 83.080.01

به نام خدا

آشنایی با سازمان ملی استاندارد 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.

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 حوزه های مختلف در کمیسیون های فنی مرکب از کارشناسان سازمان، 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 پیشنهادات 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 ذی صلاح 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 شوند که بر اساس مفاد نوشته شده در استاندارد ملی ایران شماره ۵ تدوین و در کمیته ملی استاندارد مربوط که سازمان ملی استاندارد ایران تشکیل می دهد به تصویب رسیده باشد.

سازمان ملی استاندارد 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 پیشرفت های علمی، فنی و صنعتی جهان و استانداردهای بین المللی بهره گیری می شود.

سازمان ملی استاندارد 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. سازمان می تواند به منظور حفظ بازارهای بین المللی برای محصولات کشور، اجرای استانداردهای کالاهای صادراتی و درجه بندی آن را اجباری نماید. همچنین برای اطمینان بخشیدن به استفاده کنندگان از خدمات سازمان ها 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، سازمان ملی استاندارد ایران 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 آن ها 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 سازمان است.

1- International Organization for Standardization

2 - International Electrotechnical Commission

3- International Organization of Legal Metrology (Organisation Internationale de Metrologie Legale)

4 - Contact point

5 - Codex Alimentarius Commission

کمیسیون فنی تدوین استاندارد

" پلاستیک ها - روش های تعیین چگالی پلاستیک های غیراسفنجی -
قسمت اول : روش غوطه وری، روش پیکنومتر مایع و روش تیتراسیون "
(تجدید نظر اول)

رئیس:

جوادپور، سیروس
(دکترای مواد)

سمت و/یا نمایندگی

استاد دانشکده مهندسی دانشگاه شیراز

دبیر:

منصوری، نادر
(لیسانس مهندسی مکانیک)

اداره کل استاندارد فارس

اعضا: (اسامی به ترتیب حروف الفبا)

شرکت کولر هوایی آبان

افزا، عباس
(فوق لیسانس شیمی)

شرکت رزین سازان فارس

پذیرایی، محمد هادی
(فوق لیسانس شیمی)

شرکت ایمن تهویه کاژه

جلالی، پدرام
(لیسانس مهندسی مکانیک)

شرکت سماء پلاست پرشین

دیداری، کورش
(لیسانس شیمی)

شرکت سپیدپارس شیراز

زارع، مسعود
(فوق لیسانس مهندسی پلیمر)

آزمایشگاه همکار پارس پلیمر

طلعتی، سیامک
(لیسانس شیمی)

اداره کل استاندارد فارس

مصلایی، مهرداد
(فوق لیسانس شیمی)

آزمایشگاه همکار شیراز جم گستر

نجیمی، مهدی
(لیسانس شیمی)

فهرست مندرجات

| صفحه | عنوان |
|------|---|
| ج | آشنایی با سازمان ملی استاندارد |
| د | کمیسیون فنی تدوین استاندارد |
| ز | پیش گفتار |
| ۱ | ۱ هدف و دامنه کاربرد |
| ۱ | ۲ مراجع الزامی |
| ۲ | ۳ اصطلاحات و تعاریف |
| ۳ | ۴ تثبیت |
| ۳ | ۵ روش های آزمون |
| ۳ | ۱-۵ روش الف - روش غوطه وری |
| ۵ | ۲-۵ روش ب - روش پیکنومتر مایع |
| ۷ | ۳-۵ روش پ - روش تیتراسیون |
| ۸ | ۶ تصحیح برای غوطه وری در هوا |
| ۹ | ۷ گزارش آزمون |
| ۱۰ | پیوست الف (اطلاعاتی) - سیستم های مناسب مایعات برای استفاده در روش پ |
| ۱۱ | پیوست ب (اطلاعاتی) - تصحیح غوطه وری در هوا |
| ۱۲ | پیوست پ (اطلاعاتی) - کتابنامه |

پیش گفتار

استاندارد "پلاستیک ها-روش های تعیین چگالی پلاستیک های غیراسفنجی- قسمت اول : روش غوطه وری، روش پیکنومتر مایع و روش تیتراسیون" نخستین بار در سال ۱۳۸۷ تدوین شد. این استاندارد بر اساس پیشنهادهای رسیده و بررسی توسط سازمان ملی استاندارد ایران و تایید کمیسیون های مربوط برای اولین بار مورد تجدید نظر قرار گرفت و در یک هزار و سیصد و بیست و هشتمین اجلاس کمیته ملی استاندارد شیمیایی و پلیمر مورخ ۹۳/۱۲/۱۹ تصویب شد. اینک به استناد بند یک ماده ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران ، مصوب بهمن ماه ۱۳۷۱ ، به عنوان استاندارد ملی ایران منتشر می شود .

برای حفظ همگامی و هماهنگی با تحولات و پیشرفت های ملی و جهانی در زمینه صنایع ، علوم و خدمات ، استانداردهای ملی ایران درمواقع 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 تجدید نظر استاندارد های ملی استفاده کرد .

این استاندارد جایگزین استاندارد ملی ایران شماره ۱-۷۰۹۰ : سال ۱۳۸۷ می شود.

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

ISO 1183-1: 2012 , Plastics - Methods for determining the density of non-cellular plastics -
Part 1 : Immersion method , liquid pycnometer method and titration method

پلاستیک ها - روش های تعیین چگالی پلاستیک های غیراسفنجی - قسمت اول : روش غوطه وری، روش پیکنومتر مایع و روش تیتراسیون

۱ هدف و دامنه کاربرد

هدف از تدوین این استاندارد، ارائه سه روش برای تعیین چگالی پلاستیک های غیر اسفنجی به شکل قطعات قالب گیری شده یا روزن رانی شده بدون حباب و همچنین پودرها، پولک ها و گرانول ها است .

- روش الف : روش غوطه وری، برای پلاستیک های جامد (به جز پودرها) در حالت بدون حباب.

- روش ب : روش پیکنومتر مایع، برای ذرات، پودرها، پولک ها، گرانول ها یا نمونه های کوچک از قطعات ساخته شده.

- روش پ : روش تیتراسیون، برای پلاستیک ها در هر حالت بدون حباب.

یادآوری - این استاندارد برای مواد به شکل دانه های^۱ بدون حباب به شرطی که بدون حباب باشند کاربرد دارد. اغلب از کمیت چگالی برای دنبال کردن تغییرات در ساختار فیزیکی یا ترکیب بندی مواد پلاستیکی استفاده می شود. همچنین ممکن است چگالی در تعیین یکنواختی نمونه ها مفید باشد. چگالی مواد پلاستیکی اغلب بستگی به انتخاب روش آماده سازی نمونه دارد. در این صورت، جزئیات دقیق روش آماده سازی نمونه در ویژگی های ماده مربوطه خواهد آمد. این یادآوری برای هر سه روش کاربرد دارد .

۲ مراجع الزامی

مدارک الزامی زیر حاوی مقرراتی است که در متن این استاندارد به آن ها ارجاع داده شده است. بدین ترتیب آن مقررات جزئی از این استاندارد ملی ایران محسوب می شود .
در صورتی که به مدرکی با ذکر تاریخ انتشار ارجاع داده شده باشد ، اصلاحیه ها و تجدیدنظرهای بعدی آن مورد نظر این استاندارد ملی ایران نیست . در مورد مدارکی که بدون ذکر تاریخ انتشار به آن ها ارجاع داده شده است ، همواره آخرین تجدیدنظر و اصلاحیه های بعدی آن ها مورد نظر است .
استفاده از مراجع زیر برای این استاندارد الزامی است :

۱-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۲۱۱۷ ، پلاستیک ها - شرایط محیطی استاندارد برای رسیدن به شرایط تثبیت و آزمون

2-2 ISO 472 : Plastics – Vocabulary

۳ اصطلاحات و تعاریف

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

۱-۳

جرم m

مقدار ماده تشکیل دهنده جسم .

یادآوری - جرم بر حسب گرم (g) یا کیلوگرم (Kg) بیان می شود .

۲-۳

جرم ظاهری m_{APP}

جرم به دست آمده جسم با اندازه گیری وزن با استفاده از ترازوی کالیبره شده مناسب .

یادآوری - جرم ظاهری بر حسب گرم (g) یا کیلوگرم (Kg) بیان می شود .

۳-۳

چگالی ρ

نسبت جرم m یک نمونه به حجم V آن (در دمای t) .

یادآوری ۱ - چگالی بر حسب kg/m^3 ، $\text{kg}/\text{dm}^3(\text{g}/\text{cm}^3)$ یا $\text{kg}/\text{l}(\text{g}/\text{ml})$ بیان می شود .

یادآوری ۲ - اصطلاحات موجود در جدول شماره ۱ بر اساس استاندارد ملی ایران شماره ۹۸۱۹-۴ در این جا برای توضیح اضافی آمده است .

جدول ۱ - اصطلاحات چگالی

| واحد | رابطه | نماد | اصطلاح |
|---|----------------|--------|----------|
| kg/m^3 $\text{kg}/\text{dm}^3(\text{g}/\text{cm}^3)$ $\text{kg}/\text{l}(\text{g}/\text{ml})$ | m/V | ρ | چگالی |
| m^3/kg $\text{dm}^3/\text{kg}(\text{cm}^3/\text{g})$ $\text{l}/\text{kg}(\text{ml}/\text{g})$ | $V/m(=1/\rho)$ | ν | حجم ویژه |

۴ آماده سازی

شرایط محیطی آزمون باید مطابق استاندارد ملی شماره ۲۱۱۷ باشد. به طور کلی به تثبیت دمای آزمون ها در دمای ثابت نیازی نمی باشد زیرا آزمون ها خود در طی آزمون به دمای ثابت می رسند. آزمون هایی که در طی آزمون چگالی شان بیشتر از دقت مورد نیاز تغییر می کند باید قبل از آزمون برابر ویژگی های ماده آماده سازی شوند. وقتی که هدف اصلی از اندازه گیری ها، تغییر چگالی با زمان یا شرایط محیطی باشد، آزمون ها باید به نحوی که در مشخصات ماده شرح داده شده آماده سازی شوند و در صورت در دسترس نبودن مشخصات ماده، باید روش آماده سازی بین طرفین ذینفع توافق شود.

هشدار - به دلیل امکان وجود تجهیزات، عملیات و یا مواد خطرناک در هنگام استفاده از این استاندارد، کاربران باید اصول مناسبی را در انجام آزمون جهت حفظ سلامت و ایمنی به کار برند.

۵ روش های آزمون

۱-۵ روش الف - روش غوطه وری

۱-۱-۵ وسایل

- ۱-۱-۱-۵ ترازوی دقیق یا دستگاه طراحی شده مخصوص اندازه گیری چگالی، با دقت 0.1 میلی گرم. از یک وسیله خودکار می توان استفاده کرد. محاسبات چگالی را می توان با یک رایانه انجام داد.
- ۲-۱-۱-۵ ظرف غوطه وری، لیوان یا ظرف دهانه گشاد با اندازه مناسب برای نگهداری مایع غوطه وری.
- ۳-۱-۱-۵ تکیه گاه ثابت، یک صفحه گرد پهن برای نگه داشتن ظرف غوطه وری بالای صفحه ترازو.
- ۴-۱-۱-۵ دماسنج، درجه بندی شده با دقت 0.1°C با گستره اندازه گیری 0°C الی 30°C .
- ۵-۱-۱-۵ سیم (در صورت نیاز)، مقاوم در برابر خوردگی با ضخامت کمتر از 0.5 mm برای معلق نمودن آزمون در مایع غوطه وری.
- ۶-۱-۱-۵ وزنه شناور کننده، با جرم مناسب برای اطمینان از غوطه وری کامل آزمون، هنگامی که چگالی آزمون کمتر از چگالی مایع غوطه وری باشد.
- ۷-۱-۱-۵ پیکنومتر، با یک لوله موئینه سرریز در کنار برای تعیین چگالی مایع غوطه وری هنگامی که از آب به عنوان مایع غوطه وری استفاده نشود. پیکنومتر باید به یک دماسنج با دقت 0.1°C با گستره اندازه گیری 0°C الی 30°C مجهز باشد.
- ۸-۱-۱-۵ حمام مایع، با قابلیت کنترل دمایی (ترموستاتیکی) دما با دقت $0.5^{\circ}\text{C} \pm$ برای استفاده در تعیین چگالی مایع غوطه وری.

۲-۱-۵ مایع غوطه وری

از آب تازه تقطیر شده یا یون زدایی شده یا مایع مناسب دیگر استفاده شود به نحوی که مقدار عامل ترکنندگی موجود در مایع، برای کمک به رفع حباب های هوا، بیشتر از 0.1% نباشد. مایع یا محلول در

تماس با آزمون نباید در طی آزمون بر روی آن اثری داشته باشد. نیازی به تعیین چگالی مایعات غوطه وری غیر از آب مقطر نیست به شرطی که از یک مرجع تایید صلاحیت شده، تهیه و با گواهینامه همراه باشند.

۳-۱-۵ آزمون‌ها

غیر از مورد پودرها، آزمون‌ها می‌توانند به هر شکل بدون حباب باشند. آزمون‌ها باید دارای اندازه مناسب بوده به نحوی که فضای کافی بین نمونه و ظرف غوطه وری برقرار و مقدار جرم آنها حداقل یک گرم باشد. هنگام تهیه آن از نمونه‌های بزرگ برای اطمینان از عدم تغییر خواص آزمون، باید از تجهیزات مخصوصی برای بریدن استفاده کرد. سطح آزمون باید صاف و عاری از حفره باشد تا حبس حباب‌های هوا در هنگام غوطه وری آن در مایع به حداقل برسد زیرا در غیر این صورت خطاهایی به وجود خواهد آمد.

۴-۱-۵ روش آزمون

۱-۴-۱-۵ آزمون را در هوا در حالی که از سیمی با حداکثر قطر ۰٫۵ میلی‌متر آویزان شده وزن کنید. آزمون‌های با جرم کمتر یا مساوی ۱۰ گرم را با دقت ۰٫۱ میلی‌گرم و آزمون‌های با جرم بیشتر از ۱۰ گرم را با دقت ۱ میلی‌گرم وزن کرده و جرم آزمون را یادداشت کنید.

۲-۴-۱-۵ نمونه را در حالی که از سیم آویزان است در مایع غوطه وری (۲-۱-۵) درون ظرف غوطه وری (۲-۱-۱-۵) قرار گرفته روی تکیه‌گاه (۳-۱-۱-۵) غوطه ور کنید. دمای مایع غوطه وری باید $23^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ (یا $27^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$) باشد. حباب‌های هوای چسبیده به آزمون را با یک سیم نرم برطرف کنید. آزمون غوطه ور را با دقت ۰٫۱ میلی‌گرم وزن کنید. اگر اندازه‌گیری در یک اطاق با کنترل دما انجام می‌شود، دمای تمام دستگاه‌ها، شامل مایع غوطه وری، باید در گستره $23^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ (یا $27^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$) باشد.

۳-۴-۱-۵ در صورت نیاز، اگر مایع غوطه وری غیر از آب باشد چگالی آن را به شرح زیر تعیین کنید : پیکنومتر (۷-۱-۱-۵) خالی را وزن کرده و سپس با آب تازه تقطیر شده یا یون زدایی شده در دمای $23^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ (یا $27^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$) پر و دوباره وزن کنید. پیکنومتر را تمیز و خشک کرده، با مایع غوطه وری در دمای $23^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ (یا $27^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$) پر کنید. دمای آب و مایع غوطه وری با استفاده از حمام مایع (۸-۱-۱-۵) به دمای صحیح رسانده می‌شود. چگالی مایع غوطه وری ρ_{IL} را بر حسب گرم بر سانتی‌متر مکعب در دمای 23°C (یا 27°C) با استفاده از معادله زیر محاسبه کنید :

$$\rho_{IL} = \frac{m_{IL}}{m_W} \times \rho_W \quad (1)$$

که در این معادله :

m_{IL} جرم مایع غوطه وری بر حسب گرم،

m_W جرم آب بر حسب گرم و

ρ_W چگالی آب در دمای 23°C (یا 27°C) بر حسب سانتی‌متر مکعب است.

۴-۴-۱-۵ چگالی آزمونه ρ_S را در دمای 23°C (یا 27°C) بر حسب گرم بر سانتی متر مکعب با استفاده از معادله زیر محاسبه کنید :

$$\rho_S = \frac{m_{S,A} \times \rho_{IL}}{m_{S,A} - m_{S,IL}} \quad (2)$$

که در این معادله :

$m_{S,A}$ جرم ظاهری آزمونه در هوا،

$m_{S,IL}$ جرم ظاهری آزمونه در مایع غوطه وری بر حسب گرم و

ρ_{IL} چگالی مایع غوطه وری در دمای 23°C (یا 27°C) بر حسب سانتی متر مکعب که توسط تامین کننده اظهار شده یا مطابق بند ۳-۴-۱-۵ تعیین شده است.

برای آزمونه هایی که چگالی آن ها از چگالی مایع غوطه وری کمتر است آزمون به طور دقیق مطابق مراحل بالا انجام می شود به استثنای مورد زیر :

یک وزنه سربی یا یک ماده چگال دیگر به سیم متصل شده چنان که وزنه و آزمونه به زیر سطح آب بروند. وزنه می تواند به عنوان بخشی از سیم در نظر گرفته شود که در این صورت به علت فشار رو به بالای اعمال شده بر وزنه، باید برای محاسبه چگالی نمونه، به جای معادله ۲ از معادله زیر استفاده کرد :

$$\rho_S = \frac{m_{S,A} \times \rho_{IL}}{m_{S,A} + m_{K,IL} - m_{S+K,IL}} \quad (3)$$

که در این معادله :

$m_{K,IL}$ جرم ظاهری وزنه در مایع غوطه وری بر حسب گرم و

$m_{S+K,IL}$ جرم ظاهری آزمونه و وزنه در مایع غوطه وری بر حسب گرم است.

غوطه وری سیم در هوا قابل چشم پوشی بوده اما برای تصحیح غوطه وری هوا به بند ۶ رجوع کنید.

۵-۴-۱-۵ آزمون را بر روی حداقل سه آزمونه انجام داده و میانگین نتایج را تا سه رقم اعشار محاسبه کنید.

۲-۵ روش ب - روش پیکنومتر مایع

۱-۲-۵ وسایل

۱-۱-۲-۵ ترازو، با دقت ۰٫۱ میلی گرم.

۲-۱-۲-۵ تکیه گاه ثابت، (به بند ۳-۱-۱-۵ رجوع کنید).

۳-۱-۲-۵ پیکنومتر، (به بند ۱۷-۱-۵ رجوع کنید).

۴-۱-۲-۵ حمام مایع، (به بند ۸-۱-۱-۵ رجوع کنید).

۵-۱-۲-۵ دسیکاتور، متصل به یک سیستم خلاء.

۲-۲-۵ مایع غوطه وری

به نحوی که در بند ۲-۱-۵ شرح داده شده است.

۳-۲-۵ آزمون‌ها

نمونه‌های پودری، گرانول‌ها یا پولک‌ها باید به همان شکل دریافت شده آزمون شوند. جرم آزمون باید بین ۱ گرم الی ۵ گرم باشد.

۴-۲-۵ روش آزمون

۱-۴-۲-۵ پیکنومتر خالی و خشک را وزن کنید. مقدار مناسبی از ماده پلاستیکی را درون پیکنومتر وزن کنید. آزمون را با مایع غوطه‌وری (۲-۲-۵) پوشانده و تمام حباب‌های هوا را با گذاشتن پیکنومتر درون دسیکاتور (۵-۱-۲-۵) و اعمال خلاء از بین ببرید. خلاء را برطرف کرده و پیکنومتر را به طور کامل با مایع غوطه‌وری پر و آن را در دمای ثابت $23^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ (یا $27^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$) درون حمام مایع (۱-۴-۲-۵) قرار داده سپس پیکنومتر را با دقت تا حد ظرفیت آن به طور کامل پر و سطح خارجی آن را خشک کرده، همراه با آزمون و مایع غوطه‌وری وزن کنید.

۲-۴-۲-۵ پیکنومتر را خالی و تمیز کنید. آن را با آب مقطر یا یون زدایی شده پر کرده و تمام حباب‌های هوای موجود را به روش ذکر شده در بند قبلی برطرف کرده و وزن پیکنومتر و محتویات آن را در دمای آزمون اندازه‌گیری کنید.

۳-۴-۲-۵ اگر از مایع غوطه‌وری غیر از آب استفاده شود مراحل بالا را تکرار کرده و چگالی آن را مطابق بند ۳-۴-۱-۵ تعیین کنید.

۴-۴-۲-۵ چگالی آزمون را در دمای 23°C (یا 27°C) بر حسب گرم بر سانتی مترمکعب با استفاده از معادله زیر محاسبه کنید :

$$\rho_s = \frac{m_s \times \rho_{IL}}{m_1 - m_2} \quad (4)$$

که در این معادله :

m_s جرم ظاهری آزمون بر حسب گرم،

m_1 جرم ظاهری مایع مورد نیاز برای پر کردن پیکنومتر خالی،

m_2 جرم ظاهری مایع مورد نیاز برای پر کردن پیکنومتر شامل آزمون و

ρ_{IL} چگالی مایع غوطه‌وری در دمای 23°C (یا 27°C) بر حسب گرم بر سانتی متر مکعب که یا توسط تامین کننده اظهار شده یا مطابق بند ۳-۴-۱-۵ اندازه‌گیری شده است.

۵-۴-۲-۵ آزمون را حداقل بر روی سه آزمون انجام داده و میانگین نتایج را تا سه رقم اعشار محاسبه کنید.

۳-۵ روش پ - روش تیتراسیون

۱-۳-۵ وسایل

۱-۱-۳-۵ حمام مایع ، (به بند ۸-۱-۱-۵ رجوع کنید).

۲-۱-۳-۵ سیلندر شیشه‌ای، با گنجایش ۲۵۰ میلی لیتر.

۳-۱-۳-۵ دماسنج، با دقت 0.1°C با گستره مناسب برای اندازه‌گیری دمای آزمون.

۵-۳-۱-۴ بالن ژوژه، با گنجایش ۱۰۰ میلی لیتر.

۵-۲-۱-۵ همزن شیشه ای

۵-۳-۱-۶ بورت، با گنجایش ۲۵ میلی لیتر چنان که بتوان آن را درون حمام مایع (۵-۳-۱-۱) نگه داشت و توانایی توزیع مایع را در قسمت های ۰/۱ میلی لیتری داشته باشد.

۵-۳-۲ مایعات غوطه وری

به دو مایع مخلوط شدنی با چگالی های مختلف نیاز است که چگالی یکی از مایعات کمی کمتر از چگالی آزمونه و چگالی دیگری بیشتر از چگالی آزمونه باشد. چگالی مایعات مختلف در پیوست الف جهت راهنمایی ارائه شده است. در صورت نیاز یک آزمون مقدماتی سریع با چند میلی لیتر از مایع انجام دهید. مایع مورد استفاده هنگام تماس با آزمونه نباید بر روی آن اثری داشته باشد.

۵-۳-۳ آزمونه ها

آزمونه ها باید در حالت مناسب بدون حباب باشند.

۵-۳-۴ روش آزمون

۵-۳-۴-۱ با استفاده از بالن ژوژه (۵-۳-۱-۴) به طور دقیق ۱۰۰ میلی لیتر از مایع غوطه وری (۵-۳-۲) با چگالی کمتر از اندازه گیری کرده به داخل سیلندر شیشه ای (۵-۳-۱-۲) تمیز و خشک بریزید. سیلندر را درون حمام مایع (۵-۳-۱-۱) که در دمای $23^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ (یا $27^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$) کنترل می شود بگذارید. ۵-۳-۴-۲ قطعات آزمونه را درون سیلندر قرار دهید. آنها باید به ته سیلندر فرو رفته و عاری از حباب هوا باشند. اجازه دهید که سیلندر و محتویات آن در دمای حمام تثبیت شوند در حالی که در فواصل زمانی محتویات را هم می زنید.

توصیه می شود دماسنج (۵-۳-۱-۳) به طور دائمی در مایع قرار گیرد. با این عمل از رسیدن به تعادل گرمایی در زمان اندازه گیری شده و به خصوص از هم دمایی کل محلول، اطمینان حاصل می شود.

۵-۳-۴-۳ هنگامی که دمای مایع برابر $23^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ (یا $27^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$) است میلی لیتر به میلی لیتر مایع غوطه وری چگال تر را به وسیله بورت (۵-۳-۱-۶) اضافه کنید. با میله شیشه ای (۵-۳-۱-۵) بعد از هر اضافه کردن، مایع را به هم زده، به صورت عمودی نگه داشته و از ایجاد حباب های هوا جلوگیری کنید. بعد از هر افزودن از مایع چگال تر و مخلوط کردن، رفتار قطعات آزمونه مشاهده شود. در ابتدا آن ها به سرعت به پایین سقوط می کنند اما با اضافه کردن تدریجی مایع چگال تر، نرخ سرعت سقوط آن ها آهسته تر می شود. در این هنگام، مایع چگال تر را در مقادیر ۰/۱ میلی لیتری اضافه کنید. مقدار کل مایع چگال تر اضافه شده را هنگامی که سبک ترین قطعه از آزمونه درون مایع به حالت غوطه وری درمی آید، به صورتی که به مدت یک دقیقه به سمت بالا یا پایین حرکت نکند، یادداشت کنید. در این نقطه از تیتراسیون مقدار مایع چگال تر مورد نیاز را یادداشت کنید.

مقدار بیشتری از مایع چگال تر را اضافه کنید تا هنگامی که سنگین ترین قطعه از آزمونه در یک تراز ثابت در مایع به مدت یک دقیقه باقی بماند. مقدار مایع چگال تر مورد نیاز را یادداشت کنید. برای هر کدام از

مایعات، معادله بین مقدار مایع چگال تر اضافه شده و چگالی مخلوط به دست آمده را مشخص کرده و معادله را به صورت یک نمودار رسم کنید. چگالی مخلوط مایع در هر نقطه روی نمودار را می توان با روش پیکنومتر تعیین کرد.

۶ تصحیح برای غوطه وری در هوا

هنگام اندازه گیری وزن در هوا، مقدار "جرم های ظاهری" به دست آمده باید تصحیح شوند تا اثر غوطه وری هوا بر روی نمونه و هر وزنه استفاده شده دیگر جبران شود. این برای حالتی است که دقت نتایج بین ۰٫۲٪ و ۰٫۵٪ باشد.

$$m_T = m_{APP} \times \left(1 + \frac{\rho_{Air}}{\rho_S} - \frac{\rho_{Air}}{\rho_L} \right) \quad (5)$$

که در این معادله :

m_{APP} جرم ظاهری بر حسب گرم،

ρ_{Air} چگالی هوا بر حسب گرم بر سانتی متر مکعب (تقریباً برابر ۰٫۰۰۱۲ گرم بر سانتی متر مکعب در $23^\circ C$ (یا $27^\circ C$))،

ρ_S چگالی آزمونه بر حسب گرم بر سانتی متر مکعب در $23^\circ C$ (یا $27^\circ C$) و

ρ_L چگالی وزنه های استفاده شده بر حسب گرم بر سانتی متر مکعب است.

به پیوست ب برای استخراج معادله ۵ رجوع کنید.

برای بهبود دقت، وابستگی چگالی هوا به فشار باید در نظر گرفته شود. چگالی هوا را می توان با استفاده از معادله های ۶ یا ۷ محاسبه کرد :

برای شرایط مناطق گرمسیری (دما 23 و رطوبت نسبی 50%)

$$\rho_{Air} = (p - 0.5309894) \times 1.163653 \times 10^{-5} \quad (6)$$

برای شرایط مناطق غیر گرمسیری (دما 27 رطوبت نسبی 65%)

$$\rho_{Air} = (p - 0.8759881) \times 1.1606883 \times 10^{-5} \quad (6)$$

که در این معادله :

ρ_{Air} چگالی هوا در فشار p بر حسب گرم بر سانتی متر مکعب و

p فشار هوا بر حسب کیلوپاسکال است.

۷ گزارش آزمون

گزارش آزمون باید شامل موارد ذیل باشد :

۱-۷ ذکر شماره این استاندارد ملی،

۲-۷ تمام جزئیات مورد نیاز برای شناسایی کامل مواد آزمون شده شامل روش تهیه آزمونه و پیش آماده سازی در صورت اعمال،

۳-۷ روش استفاده شده (الف ، ب و یا پ)،

- ۴-۷ مایع (های) غوطه وری مورد استفاده،
- ۵-۷ دمای آزمون (۲۳ یا ۲۷)،
- ۶-۷ مقدار چگالی به دست آمده برای هر کدام از سه آزمون و میانگین آن ها،
- ۷-۷ بیان تصحیح غوطه وری اعمال شده و نوع تصحیح،
- ۸-۷ تاریخ انجام آزمون،

پیوست الف

(اطلاعاتی)

سیستم های مناسب مایعات برای استفاده در روش پ

هشدار - برخی از مواد شیمیایی زیر ممکن است خطرزا باشند .

جدول الف-۱: سیستم های مناسب مایعات برای روش پ

| سیستم | گستره چگالی g/cm ³ |
|--|----------------------------------|
| متانول / بنزیل الکل | ۰٫۷۹ الی ۱٫۰۵ |
| ایزوپروپانول / آب | ۰٫۷۹ الی ۱٫۰۰ |
| ایزوپروپانول / دی اتیلن گلیکول | ۰٫۷۹ الی ۱٫۱۱ |
| اتانول / آب | ۰٫۷۹ الی ۱٫۰۰ |
| تولون / تتراکلرید کربن | ۰٫۸۷ الی ۱٫۶۰ |
| آب / محلول رقیق برمید سدیم ^{الف} | ۱٫۰۰ الی ۱٫۴۱ |
| آب / محلول رقیق نیترات کلسیم | ۱٫۰۰ الی ۱٫۶۰ |
| اتانول / محلول رقیق کلرید روی ^ب | ۰٫۷۹ الی ۱٫۷۰ |
| تتراکلرید کربن / ۱ و ۳-دی برموپروپان | ۱٫۶۰ الی ۱٫۹۹ |
| ۱ و ۳-دی برموپروپان / برمید اتیلن | ۱٫۹۹ الی ۲٫۱۸ |
| برمید اتیلن / برموفرم | ۲٫۱۸ الی ۲٫۸۹ |
| تتراکلرید کربن / برموفرم | ۱٫۶۰ الی ۲٫۸۹ |
| ایزوپروپانول / متیل گلیکول استات | ۰٫۷۹ الی ۱٫۰۰ |

^{الف} چگالی برابر ۱٫۴۱ ، معادل درصد جرمی حدود ۴۰٪ برمید سدیم می باشد.
^ب چگالی برابر ۱٫۷۰ ، معادل درصد جرمی حدود ۶۷٪ برمید سدیم می باشد.

از موارد زیر نیز می توان در مخلوط ها استفاده کرد :

چگالی (گرم بر سانتی مترمکعب)

| | |
|------|-----------------|
| ۰٫۷۰ | n-اکتان |
| ۰٫۹۴ | دی متیل فرمامید |
| ۱٫۶۰ | تتراکلرواتان |
| ۱٫۹۳ | اتیل یدید |
| ۳٫۳۳ | متیلن یدید |

پیوست ب
(اطلاعاتی)

تصحیح غوطه وری در هوا

معادله ۵ در بند ۶ برای جرم واقعی نمونه m_T (یا هر غوطه ور شده مورد استفاده) به صورت زیر استخراج می شود:

معادله ب-۱ جرم نمونه (یا هر غوطه ور شونده مورد استفاده) و جرم وزنه های مورد نیاز در نقطه تعادل را بیان می کند:

$$m_T - \rho_{Air} \times \frac{m_{APP}}{\rho_S} = m_B - \rho_{Air} \times \frac{m_B}{\rho_L} \quad (ب-۱)$$

که در این معادله:

m_T جرم واقعی نمونه (یا هر غوطه ور شونده مورد استفاده)

m_{APP} جرم ظاهری نمونه (یا هر غوطه ور شونده مورد استفاده)

m_B جرم وزنه های تعادل

ρ_{Air} چگالی هوا

ρ_S چگالی نمونه (یا هر غوطه ور شونده مورد استفاده)

ρ_L چگالی وزنه های تعادل

با مرتب سازی معادله (ب-۱) به دست می آید:

$$m_T = m_B + m_{APP} \times \frac{\rho_{Air}}{\rho_S} - m_B \times \frac{\rho_{Air}}{\rho_L} \quad (ب-۲)$$

به دلیل تاثیر کم غوطه وری هوا می توان مقدار m_{APP} را با مقدار m_B مساوی دانست و معادله ب-۲ را می توان به صورت ساده زیر بیان کرد:

$$m_T = m_{APP} \times \left(1 + \frac{\rho_{Air}}{\rho_S} - \frac{\rho_{Air}}{\rho_L} \right) \quad (ب-۳)$$

پیوست پ

(اطلاعاتی)

کتابنامه

استاندارد ملی ایران شماره ۹۸۱۹-۴ ، کمیت ها و یکاها - قسمت چهارم : مکانیک