



جمهوری اسلامی ایران  
Islamic Republic of Iran

سازمان ملی استاندارد ایران

Iranian National Standardization Organization



استاندارد ملی ایران

۱۸۰۱۴-۲

چاپ اول

۱۳۹۲

INSO

18014-2

1st.Edition

2014

پلاستیک‌ها - رزین‌های پلی استر اشباع  
نشده (UP-R) - قسمت ۲: تهیه آزمون‌ها و  
اندازه‌گیری خواص

**Plastics- Unsaturated-polyester resins  
(UP-R) - Part 2: preparation of test  
specimens and determination of properties**

ICS: 83.080.10

## 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 پیشنهادهای 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)<sup>۱</sup>، کمیسیون بین المللی الکتروتکنیک (IEC)<sup>۲</sup> و سازمان بین المللی اندازه شناسی قانونی (OIML)<sup>۳</sup> است و به عنوان تنها رابط<sup>۴</sup> کمیسیون کدکس غذایی (CAC)<sup>۵</sup> 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 استاندارد 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) و 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) و 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

«پلاستیک‌ها-رزین‌های پلی استر اشباع نشده(UP-R) - قسمت ۲: تهیه آزمون‌ها و اندازه‌گیری خواص»

### رئیس:

مهدوی‌فر، ذبیح‌اله  
(دکترای شیمی)

### سمت و/یا نمایندگی

عضو هیئت علمی دانشگاه شهید چمران اهواز

### دبیر:

حاتمی، امیر  
(فوق لیسانس شیمی)

مدیر عامل شرکت پرشیا پژوهش شریف

### اعضاء: (اسامی به ترتیب حروف الفبا)

بهروزی، سحر  
(لیسانس شیمی)

شرکت جهاد زمزم

دایی، مینا  
(فوق لیسانس شیمی)

کارشناس اداره کل استاندارد استان خوزستان

دوستی‌خواه، سمیرا  
(لیسانس شیمی)

کارشناس

حقیقی‌زاده، مریم  
(لیسانس شیمی)

کارشناس شرکت پترو فناوری آسه

چرم‌زاده، مهرناز  
(فوق لیسانس شیمی)

کارشناس

گیلاسی، فهیمه  
(لیسانس شیمی)

کارشناس

عباسی نورآبادی، مهسا  
(فوق لیسانس مهندسی عمران)

پیشگام پلاست اهواز

محمودی، اکرم  
(لیسانس شیمی)

کارشناس شرکت پتروفنآوری آسه

## فهرست مندرجات

| صفحه | عنوان                          |
|------|--------------------------------|
| ب    | آشنایی با سازمان ملی استاندارد |
| ج    | کمیسیون فنی تدوین استاندارد    |
| ه    | پیش گفتار                      |
| و    | مقدمه                          |
| ۱    | ۱ هدف و دامنه کاربرد           |
| ۱    | ۲ مراجع الزامی                 |
| ۳    | ۳ تهیه آزمون‌ها                |
| ۶    | ۴ تثبیت شرایط آزمون‌ها         |
| ۷    | ۵ تعیین خواص                   |

## پیش گفتار

استاندارد "پلاستیک‌ها-رزین‌های پلی استر اشباع نشده (UP-R)- قسمت ۲: تهیه آزمون‌ها و اندازه‌گیری خواص" که پیش نویس آن در کمیسیون‌های مربوط توسط پرشیا پژوهش شریف تهیه و تدوین شده و در یک‌هزار و صد و هشتاد و دومین اجلاس کمیته ملی استاندارد صنایع شیمیایی و پلیمر مورخ ۹۲/۱۱/۱۹ مورد تصویب قرار گرفته است، 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 پیشرفت‌های 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:

ISO 3672-2:2000, Plastics- Unsaturated-polyester resins (UP-R)—part2: preparation of test specimens and determination of properties

هدف از تدوین این بخش از این استاندارد، مشخص کردن روش‌هایی برای تعیین خواص ذاتی رزین‌های پلی‌استر اشباع نشده (UP)<sup>1</sup> می‌باشد. این استاندارد روش‌ها و شرایط برای آماده‌سازی آزمون‌های رزین‌های پلی‌استر اشباع نشده در یک حالت مشخص و روش‌هایی برای اندازه‌گیری خواص آن‌ها، تعیین می‌کند. این خواص و روش‌های آزمون که برای توصیف رزین‌های پلی‌استر اشباع نشده مناسب و ضروری هستند، فهرست شده‌اند. به دلیل اختصاصی بودن رزین‌های گرماسخت مانند رزین‌های پلی‌استر اشباع نشده، در مقابل با دیگر محصولات پلاستیکی، بین ارائه خواص پیش از اتصال عرضی (مشخصه‌هایی که برای فرآورده مفید هستند) و بعد از اتصال عرضی (مشخصه‌های ذاتی) وجود دارد.

## پلاستیک‌ها- رزین‌های پلی‌استر اشباع نشده (UP-R)<sup>۱</sup> - قسمت ۲: تهیه آزمون‌ها و اندازه‌گیری خواص

هشدار- افرادی که از این استاندارد ملی استفاده می‌کنند بهتر است، با طرز کار معمول آزمایشگاه آشنا باشند. در این استاندارد به تمام موارد ایمنی مرتبط با کاربرد آن اشاره نشده است. در صورت وجود چنین مواردی مسئولیت برقراری ایمنی، سلامتی و تعیین حدود قوانین کاربری قبل از استفاده به عهده کاربر می‌باشد.

### ۱ هدف و دامنه کاربرد

هدف از تدوین این استاندارد تعیین روش‌هایی برای تهیه آزمون‌ها و روش‌های آزمون در اندازه‌گیری خواص رزین‌های پلی‌استر اشباع نشده است.

الزاماتی برای کار با مواد آزمون و تثبیت شرایط، برای مواد آزمون پیش از قالب‌گیری و آزمون‌ها پیش از آزمون ارائه شده است.

خواص رزین‌های پلی‌استر اشباع نشده با اتصال عرضی از روش‌های آزمون عمومی از استاندارد ISO 10350-1 انتخاب شده‌اند. همچنین دیگر روش‌های آزمون با کاربرد ویژه برای رزین‌های پلی‌استر اشباع نشده (به طور ویژه خواص مفید برای فرآیند رزین‌های فاقد اتصال عرضی) در این قسمت از این استاندارد وجود دارند.

به منظور به دست آوردن نتایج آزمون تجدیدپذیر و قابل مقایسه، لازم است روش‌های آزمون، آماده‌سازی نمونه و روش‌های تثبیت شرایط استفاده شود، و ابعاد آزمون تعیین شوند. مقادیر تعیین شده، لزوماً با مقادیر حاصل از استفاده از آزمون‌های با ابعاد مختلف یا تهیه شده با استفاده از روش‌های مختلف، یکسان نخواهند بود.

استانداردهای دیگر در مورد اندازه‌گیری خواص و آماده‌سازی آزمون‌ها برای محصولات پایه‌ای پلی‌استر اشباع نشده وجود دارد، که در صورت لزوم به آن‌ها ارجاع داده خواهد شد.

این استاندارد برای رزین‌های اشباع نشده 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 مرجع زیر برای این استاندارد الزامی است :

۱-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۳۵۷، پلاستیک‌ها- تعیین خواص خمشی

۲-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۹۱۱، پلاستیک‌ها- اندازه‌گیری جذب آب

- ۳-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۲۱۱۷، پلاستیک‌ها- شرایط محیطی استاندارد برای رسیدن به شرایط تثبیت و آزمون
- ۴-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۲۶۶۱، ویژگی‌های روغن‌های عایق معدنی کار نکرده برای ترنسفورماتورها و کلیدهای قطع و وصل
- ۵-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۳۲۶۳، پلاستیک‌ها، رزین‌های پلی استر اشباع نشده-بخش ۱: کدگذاری سیستم
- ۶-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۴۶۴۵، فرکانس‌های قدرت، شنوایی و رادیویی تا طول موج‌های متری-تعیین پذیرندگی و ضریب تلفات دی‌الکتریک
- ۷-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۱-۵۰۷۲، مواد عایق جامد-روش‌های آزمون استقامت الکتریکی- قسمت ۱: آزمون در فرکانس‌های قدرت
- ۸-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۶۰۸۶، پلاستیک‌ها- پلیمرها و رزین‌ها در حالت مایه یا به شکل امولسیون و یا دیسپرسیون- اندازه‌گیری ویسکوزیته با استفاده از ویسکومتر چرخشی با نرخ برشی تعریف شده
- ۹-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۶۲۳۶، رنگ‌ها و جلاها- محلول‌های مورد مصرف- رنگ‌سنجی مایعات شفاف توسط مقیاس گاردنر
- ۱۰-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۱-۶۶۲۱، پلاستیک‌ها- تعیین خواص کششی- بخش ۱: اصول کلی
- ۱۱-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۲-۶۶۲۱، پلاستیک‌ها- تعیین خواص کششی- بخش ۲: شرایط آزمون برای قالب-گیری و شکل دادن پلاستیک‌ها
- ۱۲-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۲-۶۸۴۵، پلاستیک‌ها- تعیین دمای خمشی زیر بار- بخش ۲: پلاستیک‌ها و آبنیت
- ۱۳-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۷۰۸۸، پلاستیک‌ها- مواد قالب‌گیری گرما سخت- تعیین میزان جمع‌شدگی
- ۱۴-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۷۰۹۵، پلاستیک‌ها- رزین‌های پلی استر اشباع نشده و اپوکسی- تعیین جمع-شدگی حجم کل
- ۱۵-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۷۰۹۶، پلاستیک‌ها- رزین‌های پلی استر اشباع نشده و اپوکسی- تعیین میزان کلر کل
- ۱۶-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۷۴۷۸، پلاستیک‌ها- رزین‌های پلی استر، رنگ‌ها و جلاها- اندازه‌گیری ارزش اسیدی جزئی و کلی
- ۱۷-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۱-۹۲۷۷، پلاستیک‌ها- تعیین مقاومت ضربه‌ای به روش چارپی- بخش ۱: آزمون ضربه با دستگاه تجهیز نشده
- ۱۸-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۱۰۹۱۹، پلاستیک‌ها- تعیین مقاومت کششی- ضربه‌ای



۱۹-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۱۴۴۳۳، روش تعیین شاخص مقایسه‌ای و شاخص مقاومت در برابر مسیر جریان خزشی مواد عایقی جامد

- 2-20 ISO 604:1993, Plastics-Determination of compressive properties.
- 2-21 ISO 760:1978, Determination of water—Karl Fisher method (General method).
- 2-22 ISO 1523:1983, Paints, varnishes, petroleum and related products-Determination of flashpoint- Closed up equilibrium.
- 2-23 ISO 1675:1985, Plastics—Liquid resins-Determination of density by pycnometer method.
- 2-24 ISO 2535:1997, Plastics—Unsaturated-polyester resins—Measurement of gel time at ambient temperature.
- 2-25 ISO 2554:1997, Plastics—Unsaturated -polyester resins- Determination of hydroxyl value.
- 2-26 ISO 2719:1988, Determination of flash point—Pensky-Martens closed up method.
- 2-27 ISO 2818:1994, Plastics—Preparation of test specimens by machining.
- 2-28 ISO 3167:1993, Plastics—Multipurpose test specimens.
- 2-29 ISO 4589-2:1996, Plastics—Determination of burning behavior by oxygen index—part 2: Ambient-temperature test.
- 2-30 ISO 4901:1985, Reinforced plastics based on unsaturated polyester resins—Determination of residual styrenemonomercontent.
- 2-31 ISO 6271:1997, Clear liquids — Estimation of colour by the platinum-cobalt scale.
- 2-32 ISO 6603-2:1989, Plastics — Determination of puncture impact behaviour of rigid plastics — Part 2: Instrumented impact testing.
- 2-33 ISO 10350-1:1998, Plastics—Acquisition and presentation of comparable single-point data — Part 1: Moulding materials.
- 2-34 ISO 11357-2:1999, Plastics—Differential scanning calorimetry (DSC) — Part 2: Determination of glass transition temperature.
- 2-35 ISO 11359-2:1999, Plastics — Thermomechanical analysis (TMA) — Part 2: Determination of coefficient of linear thermal expansion and glass transition temperature.
- 2-36 ISO 14848:1998, Plastics—Unsaturated-polyester resins— Determination of reactivity at 130 °C.
- 2-37 IEC 60093:1980, Methods of test for volume resistivity and surface resistivity of solid electrical insulating materials.
- 2-38 IEC 60695-11-10:1999, Fire hazard testing—Part 11-10: Test flames — 50 W horizontal and vertical flame test methods.
- 2-39 IEC 60695-11-20:1999, Fire hazard testing—Part 11-20: Test flames — 500 W flame test methods.
- 2-40 EN 59:1977, Glass reinforced plastics—Measurement of hardness by means of a Barcol impressor.

۳ تهیه آزمون‌ها

۳-۱ کلیات

این روش آزمون باید برای تهیه آزمون‌ها به منظور اندازه‌گیری خواص رزین‌های با اتصال عرضی استفاده شود.

لازم است که نمونه‌ها همیشه با دستورکار و شرایط فرآوری یکسان تهیه شوند. نمونه‌هایی که خواص آن‌ها اندازه‌گیری می‌شوند باید از ورق‌های رزین با اتصال عرضی که با یک فرآیند ریخته‌گری تولید شده‌اند، بریده شوند. در زمینه‌های متعدد استفاده از رزین‌های پلی استر اشباع نشده، به منظور آماده‌سازی نمونه‌ها، از رزین‌هایی که حاوی هیچ ماده پرکننده یا استحکام دهنده‌ای نیستند برای به‌دست آوردن خواص ذاتی پلیمرهای با اتصال عرضی بدون مواد افزودنی ساختاری، انتخاب شدند. این روش آزمون فقط باید برای تعیین خواص رزین‌های با اتصال عرضی به‌دست آمده از رزین‌های پلی استر اشباع نشده مایع استفاده شود.

نمونه‌های رزین‌های پلی استر اشباع نشده جامد باید مطابق دستور کارهای سازنده رزین تهیه شوند. در صورت لزوم برای آزمون‌های موجود در جدول ۲ ورق‌های رزین گرما سخت باید با ضخامت ۲ mm، ۳ mm و ۴ mm ساخته شوند. به منظور تعیین خواص مورد نیاز، باید به تعداد کافی ورق تهیه شود.

### ۲-۳ آماده‌سازی مقدماتی مواد

به طور معمول پیش از ریخته‌گری هیچ عملیاتی بر روی نمونه رزین لازم نیست. اگر پیش عملیاتی لازم باشد باید مطابق با توصیه‌های سازنده باشد. رزین باید تا زمانی که مورد استفاده قرار گیرد در ظروف مقاوم در برابر رطوبت، نگهداری شود.

### ۳-۳ تهیه ورق‌ها

#### ۱-۳-۳ وسایل

۱-۳-۳-۱ صفحات، دارای ضخامت ۶ mm و ابعاد تقریبی ۳۵۰ mm × ۳۰۰ mm

۱-۳-۳-۱-۱ دو عدد صفحه شیشه‌ای

۱-۳-۳-۱-۲ دو عدد صفحه فولاد، زنگ‌نزن جلا داده شده

یادآوری - گاهی ممکن است قالب‌ها از مواد دیگر مانند فولاد یا سیلیکون ساخته شوند.

۱-۳-۳-۲ لایه فلزی، دارای ضخامت ۲ mm، ۳ mm و ۴ mm

۱-۳-۳-۳ سیلیکون یا اتصال لاتکس، دارای قطر ۵ mm

۱-۳-۳-۴ وسیله‌ای برای بستن و نگاه‌داشتن صفحات

۱-۳-۳-۵ وسیله‌ای برای رفع حباب‌های هوا، از مخلوط واکنش (بند ۳-۳-۳)، ترجیحاً یک دستگاه سانتریفیوژ یا یک دسیکاتور خلاء که مجموعه‌ی صفحه، اتصال و لایه فلزی را تحت یک خلاء ایستا قرار دهد.

۱-۳-۳-۶ هم‌زن، برای هم‌زدن مخلوط واکنش (برای مثال میله شیشه‌ای)

۱-۳-۳-۷ بشر شیشه‌ای، با گنجایش ۵۰۰ ml

۱-۳-۳-۸ ترازوی آزمایشگاهی، با درستی ۰/۱ g

۹-۱-۳-۳ گرم‌خانه آزمایشگاهی، تنظیم در دمای انتخاب شده برای انجام آماده سازی بعدی رزین پلی استر اشباع نشده

### ۲-۳-۳ مواد و/یا واکنشگرها

۱-۲-۳-۳ عامل اتصال عرضی، ویژه رزین‌های پلی استر اشباع نشده، برای مثال محلول ۴،۲-پنتان دی اون پروکسید (استیل استون پروکسید) در یک محلول ۳۴٪ جرمی دی متیل فتالات و الکل‌های مربوطه.

۲-۲-۳-۳ تسریع کننده پلیمریزاسیون، ویژه رزین‌های پلی استر اشباع نشده برای مثال کبالت (II) ۲-اتیل هگزانات در محلول حاوی ۱٪ جرمی کبالت.

۳-۲-۳-۳ عامل رهاساز خارجی، خواص رزین پلیمرشده را تغییر نمی‌دهد.

### ۳-۳-۳ روش انجام آزمون

صفحات (بندهای ۱-۱-۱-۳-۳ یا ۲-۱-۱-۳-۳) را با لایه نازکی از عامل رهاساز (بند ۳-۲-۳-۳)، پوشانید. صفحات را تا زمانی که درخشان شوند جلا دهید تا اطمینان حاصل شود ورق رزین پخته شده تولیدی دارای کیفیت سطح بالایی است. اتصال سیلیکون یا لاتکس و لایه فلزی انتخابی (۲ mm، ۳ mm یا ۴ mm) را بین دو صفحه فلزی مطابق شکل ۱ نشان داده شد، مرتب کنید. مجموعه را با یک گیره مناسب و در موقعیت عمودی سوار کنید.

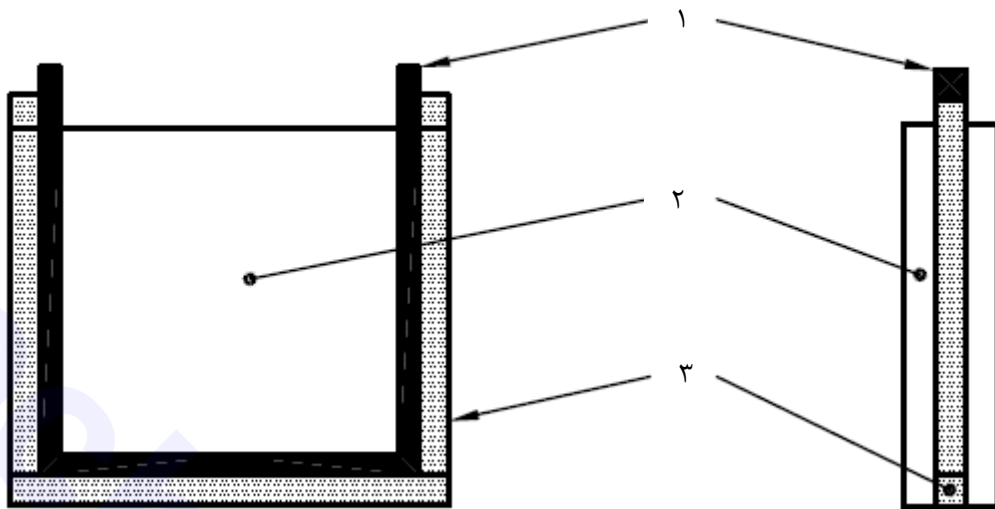
با استفاده از ترازوی آزمایشگاهی (بند ۳-۱-۳-۳)، ۲۰۰ g رزین پلی استر اشباع نشده را درون بشر شیشه‌ای (بند ۳-۱-۳-۳) وزن کنید. ۲ g محلول تسریع کننده پلیمریزاسیون (بند ۲-۲-۳-۳) به آن اضافه کنید. با همزن (بند ۳-۱-۳-۳) تا زمانی که همگن شود، مخلوط کنید. از ورود حباب‌های هوا تا حد امکان جلوگیری کنید.

یادآوری ۱- اگر قبلاً از عامل تسریع کننده رزین پلی استر اشباع نشده استفاده شده است دیگر هیچ نیازی به اضافه کردن تسریع کننده وجود ندارد.

سپس ۳ g محلول پروکسید (بند ۳-۲-۳-۳) را به بشر شیشه‌ای اضافه کنید. تا زمانی که همگن شوند با همزن مخلوط کنید. از ورود حباب‌های اولیه هوا تا حد امکان جلوگیری شود. مطلوب است محلول پروکسید را در دمای پایین (C ۵) مثلاً در یخچال نگه‌داری کنید. در این مورد، محلول باید قبل از استفاده ۶ ساعت در دمای اتاق بماند. هشدار- تحت هیچ شرایطی نباید محلول‌های استیل استون پروکسید و کبالت اکتوات که تشکیل یک مخلوط انفجاری می‌دهند، با یکدیگر مخلوط شوند. هر کدام را به طور جداگانه در رزین پلی استر مخلوط کنید.

یادآوری ۲- نوع و ابعاد تسریع کننده و آغازگر داده شده در این استاندارد، شرایط مرجع هستند. در موارد خاص، شرایط دیگری ممکن است مورد توافق طرفین ذی‌نفع واقع شود.

حباب‌های هوا را با استفاده از سانتریفیوژ یا دسیکاتور خلاء (بند ۳-۱-۳-۳) از مخلوط واکنش از بین ببرید، سپس با دقت آن را درون ظرفی که از مجموعه صفحه/اتصال / لایه فلزی تشکیل شده بود، بدون این که حباب‌های هوا در رزین محبوس شوند، بریزید. مجموعه را در غیاب سانتریفیوژ با مخلوط واکنش‌دهنده‌ها که به صورت عمودی در دسیکاتور خلاء (بند ۳-۱-۳-۳) قرار گرفته، پر شود و یک خلاء ایستا در زمان مورد نیاز برای از بین بردن همه حباب‌های هوا به کار ببرید. مجموعه را به مدت ۲۴ ساعت در موقعیت عمودی قرار دهید تا اتصال عرضی ایجاد شود. سپس قالب را باز کرده و ورق را خارج کنید.



راهنما:

۱ اتصال

۲ صفحات شیشه‌ای یا فولادی

۳ لایه‌های فلزی

#### شکل ۱- وسایل برای تهیه ورق‌ها

به منظور تعیین خواص ذاتی رزین پلی استر اشباع نشده یک عملیات گرمایی تکمیلی انجام می‌شود (پس از پخت). در شرایط محیطی (قالب بدون تنظیم دمایی و/یا بدون حرارتی) این عملیات تکمیلی را به صورت زیر انجام دهید:

- ورق پلی استر اشباع نشده را بین دو صفحه فولادی زنگ نزن جلا داده شده، قرار دهید (بند ۳-۳-۱-۱-۲)،
- اجازه دهید به مدت ۲۴ ساعت در دمای محیط بماند. سپس به مدت ۱۶ ساعت در دمای  $C \square 40$  در گرم-خانه آزمایشگاهی (بند ۳-۳-۱-۹) حرارت دهید.

برای کاربردهای با دمای بالا (با دمای بیشتر از  $C \square 60$ ) عملیات تکمیلی را به این صورت انجام دهید:

- ورق پلی استر اشباع نشده را بین دو صفحه فولادی زنگ نزن جلا داده شده، قرار دهید،
- اجازه دهید به مدت ۲۴ ساعت در دمای محیط بماند. سپس به مدت ۱۶ ساعت در دمای  $C \square 40$  و به دنبال آن به مدت ۲ ساعت در دمای  $C \square 120$  در گرم‌خانه آزمایشگاهی حرارت دهید.

#### ۳-۴ برش آزمون‌ها

آزمون‌ها را از ورق‌های تهیه شده (۲ mm، ۳ mm یا ۴ mm) مطابق استاندارد ISO 2818 برش دهید.

#### ۴ تثبیت شرایط آزمون‌ها

به جزء در مواردی که تعیین شده، شرایط آزمون‌ها را مطابق استاندارد ملی ایران شماره ۲۱۱۷ حداقل به مدت ۱۶ ساعت در دمای  $C \square (23 \pm 2)$  و رطوبت نسبی اولیه  $(50 \pm 5)\%$  به منظور تعیین خواصی که در جدول‌های ۱ و ۲ آمده است، تثبیت کنید.

## ۵ تعیین خواص

۱-۵ این خواص به صورت ۳ جدول ۱، ۲ و ۳ وابسته به اهمیت آنها، ارائه شده‌اند:

- رزین‌های بدون اتصال عرضی ( خواص مفید برای فرآوری رزین‌های پلی استر اشباع نشده ) ( این خواص در جدول ۱ فهرست شده‌اند).

- رزین‌های با اتصال عرضی ( خواص ذاتی رزین‌های پلی استر اشباع نشده ) ( این خواص در جدول‌های ۲ و ۳ فهرست شده‌اند).

۲-۵ در تعیین خواص ذاتی، باید ارائه نتایج، استانداردها، دستورکارهای تکمیلی و یادآوری‌هایی که مطابق استاندارد ISO 10350 داده شده‌اند، به کار برده شوند. همه آزمون‌ها باید در دمای  $C \pm 2$  (۲۳±۲) و رطوبت نسبی  $(\pm 5) \%$  (۵۰±۵) مطابق استاندارد ملی ایران شماره ۲۱۱۷، انجام شوند به غیر از آن چه در جدول ۲ بیان شده باشد.

جدول ۲ از استاندارد ISO 10350 برگرفته شده است و خواص فهرست شده در آن جدول متناسب یا فرآورده‌های بر پایه پلی استر اشباع نشده می‌باشند. این خواص برای مقایسه‌ی داده‌های به دست آمده برای پلاستیک‌های گرماسخت و گرمانرم مختلف، مفید به نظر می‌رسند.

جدول ۳ شامل آن خواصی است که ممکن است برای توصیف کاربردی رزین‌های پلی استر اشباع نشده سودمند باشد که به طور ویژه در جدول ۲ یافت نمی‌شوند.

جدول ۱- خواص فرآوری

| خواص                            | استانداردها                                | واحد                                   | شرایط آزمون و دستورکارهای تکمیلی  |
|---------------------------------|--|--|---|
| <b>خواص رئولوژی</b>             |  |  |   |
| ۱-۱                             | استاندارد ملی ایران شماره ۶۰۸۶             | Pa.s                                   | اندازه‌گیری شده در نرخ برش معلوم (پلی استر اشباع نشده مایع)   |
| <b>خواص فیزیکی</b>              |  |  |   |
| ۱-۲                             | ISO 1675                                   | g/ml                                   |   |
| ۲-۲                             | استاندارد ملی ایران شماره ۶۲۳۶<br>ISO 6271 | مقیاس گاردنر<br>مقیاس پلاتین-<br>کبالت | رنگ گاردنر<br>رنگ پلاتین- کبالت (Hazen)   |
| ۳-۲                             | ISO 1523<br>ISO 2719                       | □ C<br>□ C                             | قابل کاربرد برای رزین‌های با نقطه اشتعال تا<br>۶۵□C<br>قابل کاربرد برای رزین‌های با نقطه اشتعال بالای<br>۶۵□C |
| ۴-۲                             | استاندارد ملی ایران شماره ۳۹۷۶             | □ C                                    | روش حلقه و توپ (پلی‌استر اشباع نشده جامد)   |
| <b>خواص شیمیایی</b>             |  |  |   |
| ۱-۳                             | استاندارد ملی ایران شماره ۷۴۷۸<br>ISO 2554 | mg KOH/g                               | مقدار اسید<br>مقدار هیدروکسیل   |
| ۲-۳                             | با توافق افراد                             | درصد جرمی                              | مقدار ماده فرار   |
| ۳-۳                             | ISO 760                                    | درصد جرمی                              | مقدار آب  |
| ۴-۳                             | استاندارد ملی ایران شماره ۷۰۹۶             | درصد جرمی                              | مقدار هالوژن  |
| <b>خواص مرتبط با اتصال عرضی</b> |  |  |   |
| ۱-۴                             | ISO 2535<br>ISO 14848                      | min<br>□ C, min                        | زمان ژل شدن<br>فعالیت   |
| ۲-۴                             | استاندارد ملی ایران شماره ۷۰۹۵             | درصد حجمی                              | جمع شدگی<br>حجمی  |

جدول ۲- خواص ذاتی و شرایط آزمون

| شرایط آزمون و دستورکارهای تکمیلی                         | واحد              | نوع آزمونه<br>(ابعاد بر حسب mm)    | استانداردها                                     | نماد                             | خواص                               |      |
|--|-------------------|------------------------------------|---|----------------------------------|------------------------------------|------|
| <b>خواص رئولوژی</b>                                      |                   |                                    |   |                                  |                                    |      |
| ثبت متوسط دو جهت گیری عمود به یکدیگر                     | درصد              | ۱۲۰×۱۲۰×۲                          | استاندارد ملی ایران<br>شماره ۷۰۸۸               | S <sub>Mo</sub>                  | جمع شدگی<br>قالبی                  | ۱-۱  |
| <b>خواص مکانیکی</b>                                      |                   |                                    |   |                                  |                                    |      |
| ۱ mm/min سرعت آزمون                                      | MPa               |                                    | استاندارد ملی ایران<br>شماره ۱-۶۶۲۱ و<br>۲-۶۶۲۱ | E <sub>t</sub>                   | ضریب کششی                          | ۱-۲  |
| ۵ mm/min سرعت آزمون                                      |                   |                                    |   | σ                                | تنش شکست                           | ۲-۲  |
| ۵ mm/min سرعت آزمون                                      | درصد              |                                    |   | ε <sub>B</sub>                   | کرنش شکست                          | ۳-۲  |
| در یک ساعت<br>در ۱۰۰۰ ساعت                               | MPa               |                                    | ISO 899-1                                       | E <sub>tc</sub> 1                | مدول خزش<br>کششی                   | ۴-۲  |
|  |                   |                                    |   | E <sub>tc</sub> 10 <sup>3</sup>  |                                    | ۵-۲  |
| ۲ mm/min سرعت آزمون                                      | MPa               | ۸۰×۱۰×۴                            | استاندارد ملی ایران<br>شماره ۳۵۷                | E <sub>f</sub>                   | مدول موجی                          | ۶-۲  |
|  |                   |                                    |   | σ <sub>fM</sub>                  | استحکام خمشی                       | ۷-۲  |
| ضربه از جهت لبه  | kJ/m <sup>2</sup> | ۸۰×۱۰×۴ برش<br>ماشین V<br>r = ۰٫۲۵ | استاندارد ملی ایران<br>شماره ۱-۹۲۷۷             | a <sub>cU</sub>                  | استحکام ضربه<br>چارپی              | ۸-۲  |
|  |                   |                                    |   | a <sub>cA</sub>                  | استحکام ضربه<br>شکاف دار چارپی     | ۹-۲  |
| سرعت ضربه زن<br>قطر ضربه زن<br>روغن کاری کردن<br>ضربه زن | N<br>J            | ۶۰×۶۰×۴                            | ISO 6603-2                                      | F <sub>M</sub><br>W <sub>P</sub> | رفتار چند<br>ضربه ای               | ۱۰-۲ |
|  |                   |                                    |   |                                  |                                    | ۱۱-۲ |
| <b>خواص حرارتی</b>                                       |                   |                                    |   |                                  |                                    |      |
| ۱۰ □ C/min استفاده کنید                                  | □ C               |                                    | ISO 11357-2                                     | T <sub>g</sub>                   | دمای انتقال<br>شیشه                | ۱-۳  |
| بیشترین سطح<br>تنشی                                      | □ C               | ۸۰×۱۰×۴                            | استاندارد ملی ایران<br>شماره ۲-۶۸۴۵             | ۱٫۸                              | دمای انحراف<br>تحت بارگذاری<br>خمش | ۲-۳  |
|  |                   |                                    |   | T <sub>f</sub><br>۰٫۴۵           |                                    | ۳-۳  |
|  |                   |                                    |   | T <sub>f</sub>                   |                                    |      |

ادامه جدول ۲- خواص ذاتی و شرایط آزمون

|   |                   |   |  |                          |                           |     |
|---|-------------------|---|--|--------------------------|---------------------------|-----|
| ثابت مقدار دقیق دمای بالایی در گستره<br>□C تا ۲۳ □C تا ۵۵ □C  | □C-1              |   | ISO 11359-2                            | $\alpha_p$<br>$\alpha_n$ | ضریب-<br>انبساط-<br>خطی   | ۴-۳ |
| ثابت یکی از طبقه‌بندی‌های: V-۰،<br>V-۱، V-۲، HB، یا هیچ‌کدام  |                   | ۱۲۵×۱۳×۳  | IEC 60695-11-10                        | B۵۰/۳                    | رفتار<br>سوختن            | ۵-۳ |
|   |                   | $\geq 150 \times \geq 150 \times 3$                       | IEC 60695-11-20                        | B۵۰۰/۳                   |                           | ۶-۳ |
| استفاده از روش آزمون A: احتراق سطح<br>بالا  |                   | ۸۰×۱۰×۴   | ISO 4589-2                             |                          | شاخص<br>اکسیژن            | ۷-۳ |
| <b>خواص الکتریکی</b>  |                   |   |  |                          |                           | ۴   |
| تصحیح برای اثرات لبه<br>الکتروود  | ۱۰۰ Hz<br>۱ MHz   |   | استاندارد ملی<br>ایران شماره<br>۴۶۴۵   | $\epsilon_r 100$         | گذردهی                    | ۱-۴ |
|   | ۱۰۰ Hz<br>۱ MHz   |   |  | $\epsilon_r 1M$          | نسبی                      | ۲-۴ |
|   |                   |   |  | $\tan \delta 100$        | ضریب                      | ۳-۴ |
|   |                   |   |  | $\tan \delta 1M$         | اتلاف                     | ۴-۴ |
|   | $\Omega \cdot m$  | $\geq 60 \times \geq 60 \times 2$                         | IEC 60093                              | $\rho_e$                 | مقاومت<br>ویژه حجمی       | ۵-۴ |
|   | $\Omega$          |   |  | $\sigma_e$               | مقاومت<br>ویژه<br>سطحی    | ۶-۴ |
| استفاده از الکتروودهای کروی با قطر mm<br>۲۰ در روغن مبدل مطابق با استاندارد ملی<br>ایران شماره ۲۶۶۱ غوطه‌ور شود. استفاده از<br>نرخ کاربردی ولتاژ ۲ kV/s | kV/mm             |   | استاندارد ملی<br>ایران شماره<br>۵۰۷۲-۱ | $E_B$                    | استحکام-<br>الکتریکی      | ۷-۴ |
| استفاده از محلول A  |                   | $\geq 15 \times \geq 15 \times 4$<br>تهیه شده از ISO 3167 | استاندارد ملی<br>ایران شماره<br>۱۴۴۳۳  | CTI                      | شاخص<br>مقایسه‌ای<br>نسبی | ۸-۴ |
| <b>خواص دیگر</b>  |                   |   |  |                          |                           | ۵   |
| مقدار اشباع شدگی در آب در دمای □C<br>۲۳<br>مقدار اشباع شدگی در دمای □C ۲۳،<br>رطوبت نسبی % ۵۰   | درصد              | $\geq 1$ ضخامت  | استاندارد ملی<br>ایران شماره ۹۱۱       | $w_w$                    | جذب آب                    | ۱-۵ |
|   |                   |   |  | $w_h$                    |                           | ۲-۵ |
| چهار روش ویژه در استاندارد ISO 1183   | Kg/m <sup>3</sup> | صفحه با ضخامت ۴mm   | ISO 1183                               | $\rho$                   | دانسیته                   | ۳-۵ |



جدول ۳- خواص افزودنی (غیر استاندارد) و شرایط آزمون

| شرایط آزمون و دستور کارهای تکمیلی | واحد             | نوع آزمون<br>(ابعاد بر حسب<br>mm) | استانداردها | نماد           | خواص                                 |     |
|-----------------------------------|------------------|-----------------------------------|-------------|----------------|--------------------------------------|-----|
| خواص رئولوژی و فرآوری             |                  |                                   |             |                |                                      | ۱   |
|                                   | واحدهای<br>بارکل |                                   | EN 59       |                | سختی بارکل                           | ۱-۱ |
| خواص مکانیکی                      |                  |                                   |             |                |                                      | ۲   |
|                                   | MPa              |                                   | ISO 604     |                | استحکام<br>تراکمی                    | ۱-۲ |
|                                   | GPa              |                                   | ISO 604     | E <sub>Q</sub> | ضریب تراکمی                          | ۲-۲ |
| خواص دیگر                         |                  |                                   |             |                |                                      | ۳   |
| روش CPG                           | درصد جرمی        |                                   | ISO 4901    |                | مقدار منومر<br>استایرن باقی<br>مانده | ۱-۳ |