



جمهوری اسلامی ایران

مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران

شماره استاندارد ایران

6743



تعیین مقاومت شیمیائی رزین های گرماسخت مورد استفاده در ساختارهای تقویت شده با الیاف شیشه که در محیط مایع مورد استفاده قرار می گیرند - روش آزمون

چاپ اول

آشنایی با مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران

مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران به موجب قانون، تنها مرجع رسمی کشور است که عهده دار وظیفه تعیین، تدوین و نشر استانداردهای ملی (رسمی) میباشد.

تدوین استاندارد در رشته های مختلف توسط کمیسیون های فنی مرکب از کارشناسان مؤسسه، صاحبان مراکز و مؤسسات علمی، پژوهشی، تولیدی و اقتصادی آگاه و مرتبط با موضوع صورت میگیرد. سعی بر این است که استانداردهای ملی، در جهت مطلوبیت ها و مصالح ملی و با توجه به شرایط تولیدی،

فنی و فن آوری حاصل از مشارکت آگاهانه و منصفانه صاحبان حق و نفع شامل: تولیدکنندگان، مصرف کنندگان، بازرگانان، مراکز علمی و تخصصی و نهادها و سازمانهای دولتی باشد. پیش نویس استانداردهای ملی جهت نظرخواهی برای مراجع ذینفع و اعضای کمیسیون های فنی مربوط ارسال میشود و پس از دریافت نظرات و پیشنهادهای در کمیته ملی مرتبط با آن رشته طرح و در صورت تصویب به عنوان استاندارد ملی (رسمی) چاپ و منتشر می شود.

پیش نویس استانداردهایی که توسط مؤسسات و سازمانهای علاقمند و ذیصلاح و با رعایت ضوابط تعیین شده تهیه می شود نیز پس از طرح و بررسی در کمیته ملی مربوط و در صورت تصویب، به عنوان استاندارد ملی چاپ و منتشر می گردد. بدین ترتیب استانداردهایی ملی تلقی می شود که بر اساس مفاد مندرج در استاندارد ملی شماره ((5)) تدوین و در کمیته ملی مربوط که توسط مؤسسه تشکیل میگردد به تصویب رسیده باشد.

مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران از اعضای اصلی سازمان بین المللی استاندارد میباشد که در تدوین استانداردهای ملی ضمن توجه به شرایط کلی و نیازمندیهای خاص کشور، از آخرین پیشرفتهای علمی، فنی و صنعتی جهان و استانداردهای بین المللی استفاده می نماید.

مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران می تواند با رعایت موازین پیش بینی شده در قانون به منظور 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 استانداردها را با تصویب شورای عالی استاندارد اجباری نماید. مؤسسه می تواند به منظور حفظ بازارهای بین المللی برای محصولات کشور، اجرای استاندارد کالاهای صادراتی و درجه بندی آنرا اجباری نماید.

همچنین بمنظور اطمینان بخشیدن به استفاده کنندگان از خدمات سازمانها و مؤسسات فعال در زمینه مشاوره، آموزش، بازرسی، ممیزی و گواهی کنندگان سیستم های مدیریت کیفیت و مدیریت زیست محیطی، آزمایشگاهها و کالیبره کنندگان وسایل سنجش، مؤسسه استاندارد اینگونه سازمانها و مؤسسات را بر اساس ضوابط نظام تأیید صلاحیت ایران مورد ارزیابی قرار داده و در صورت احراز شرایط لازم، گواهینامه تأیید صلاحیت به آنها اعطا نموده و بر عملکرد آنها نظارت

می نماید. ترویج سیستم بین المللی یکاها ، کالیبراسیون وسایل سنجش تعیین عیار فلزات گرانبها و انجام تحقیقات کاربردی برای ارتقای سطح استانداردهای ملی از دیگر وظایف این مؤسسه می باشد.

کمیسیون استاندارد " تعیین مقاومت شیمیائی رزینهای گرماسخت مورد استفاده در ساختارهای تقویت شده با الیاف شیشه که در محیط های مایع مورد استفاده قرار می گیرند -روش آزمون"

رئیس	سمت یا نمایندگی
میر محمد صادقی ، مجید ( دکترای شیمی آلی )	دانشگاه اصفهان
اعضاء	
صادقیان ، رضا ( لیسانس مهندسی شیمی )	شرکت پلیمر ایران
جوادی ، زهرا ( لیسانس شیمی )	شرکت ریف ایران
خزدوز ، لیللا ( فوق لیسانس شیمی آلی )	شرکت اسپادان رزین
رحیم زاده ، علیرضا ( لیسانس زبان انگلیسی )	شرکت اصفهان سامر
طلوعی ، شهره ( لیسانس مهندسی پلیمر )	موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران
جانی قربان ، محترم ( فوق لیسانس شیمی فیزیک )	موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران
سلطانی ، بهزاد ( فوق لیسانس شیمی تجزیه )	موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران
مهرورزان ، رسول ( فوق لیسانس نساجی )	موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران
دبیر	
نصراصفهانی ، مجتبی ( فوق لیسانس شیمی معدنی )	موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران

## پیشگفتار

استاندارد “روش تعیین مقاومت شیمیائی رزینهای گرماسخت مورد استفاده در ساختارهای تقویت شده با الیاف شیشه که در محیط مایع مورد استفاده قرار می گیرند- روش آزمون ” توسط کمیسیونهای مربوط تهیه و تدوین شده است و در دویست و شصت و چهارمین جلسه کمیته ملی استاندارد شیمیائی مورخ 1382/3/12 مورد تأیید قرار گرفته است ، اینک به استناد بند یک ماده 3 قانون اصلاح قوانین و مقررات موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران مصوب بهمن ماه 1371 بعنوان استاندارد ملی ایران منتشر می شود.

برای حفظ همگامی و هماهنگی با تحولات و پیشرفتهای ملی و جهانی در زمینه صنایع ، علوم و خدمات ، استاندارد های ملی ایران در مواقع لزوم تجدید نظر خواهد شد و هر گونه پیشنهادی که برای اصلاح یا تکمیل این استانداردها ارائه شود ، در هنگام تجدید نظر در کمیسیون فنی مربوط مورد توجه قرار خواهد گرفت . بنا بر این برای مراجعه به استاندارد های ایران باید همواره از آخرین تجدید نظر آنها استفاده کرد .

در تهیه و تدوین این استاندارد سعی شده است که ضمن توجه به شرایط موجود و نیازهای جامعه ، در حد امکان بین این استاندارد و استاندارد ملی کشور های صنعتی و پیشرفته هماهنگی ایجاد شود .

لذا با بررسی امکانات و مهارتهای موجود و اجرای آزمایشهای لازم این استاندارد با استفاده از منابع زیر تهیه گردیده است :

1-ASTM C 581- 1994 : Determining Chemical Resistance of Thermosetting Resins Used in Glass-Fiber-Reinforced Structures Intended for Liquid Service

2- ASTM D 2563 – 1994 : Practice for Classifying Visual Defects in Glass-Reinforced Plastic Laminate Parts

تعیین مقاومت شیمیائی رزینهای گرماسخت مورد استفاده در ساختارهای تقویت شده با الیاف شیشه که در محیط مایع مورد استفاده قرار می گیرند-روش آزمون

1- هدف و دامنه کاربرد

این استاندارد جهت ارزیابی مقاومت شیمیایی رزینهای گرماسخت که در ساختار پلاستیک های تقویت شده گرماسخت (RTP<sup>1</sup>) بکار می روند در شرایط بدون تنش طرح ریزی شده است. این استاندارد روشی برای تعیین تغییرات در خواص آزمونه ها و واکنشگرهای آزمون پس از اینکه آزمونه در معرض واکنشگر قرار گرفت مهیا می سازد این خواص عبارتند از : سختی آزمونه ، تغییرات وزن و ضخامت آزمونه ، ظاهر آزمونه ، ظاهر محیط غوطه وری، استحکام خمشی و مدول خمشی. یادآوری - هرگز نمی توان در عمل کلیه عواملی که ممکن است در دوام یک ساختار RTP در محیط های شیمیایی موثرند را با یکدیگر ترکیب ساخت.

## 2 مراجع الزامی

مدارک زیر حاوی مقرراتی است که در متن این استاندارد به آنها ارجاع داده شده است. بدین ترتیب آن مقررات جزئی از این استاندارد محسوب می شود. در مورد مراجع دارای تاریخ چاپ و /یا تجدید نظر، اصلاحیه ها و تجدید نظرهای بعدی این مدارک مورد نظر نیست. معهذاً بهتر است کاربران ذینفع این استاندارد امکان آخرین اصلاحیه ها و تجدید نظرهای مدارک الزامی زیر مورد بررسی قرار دهند. در مورد مراجع بدون تاریخ چاپ و /یا تجدید نظر، آخرین چاپ و / یا تجدید نظر آن مدارک الزامی ارجاع داده شده است.

استفاده از مراجع زیر برای کاربرد این استاندارد الزامی است:

1- استاندارد ملی 4069 : سال 1376 روش آزمون اندازه گیری میزان رزین و الیاف و جرم در واحد سطح منسوجات تهیه شده از الیاف شیشه آغشته شده به رزین

2- ASTM: D 790 1995 – Flexural Properties of Unreinforced and Reinforced Plastics and Electrical Insulating Materials

3- ASTM: D 2583 1995 – Indentation Hardness of Rigid Plastics by Means of a Barcol Impressor

## 3 تعاریف و اصطلاحات

در این استاندارد اصطلاحات و یا واژه ها با تعاریف زیر بکار می رود:

1-3 ورق

ورق تهیه شده از رزین مایعی که با عامل سخت کننده آمیخته سپس با الیاف شیشه بصورت لایه لایه پر و سخت شده باشد.

الیاف شیشه نمدی<sup>1</sup>

منظور الیاف شیشه ای ریز و سوزنی شکلی است که توسط حداقل 7% نگهدارنده به شکل نمدی و دارای وزن واحد سطح 30 تا 90 گرم بر متر مربع باشد.

الیاف شیشه ای سوزنی<sup>2</sup>

منظور الیاف شیشه ای سوزنی شکلی است که توسط حداقل 3/5% نگهدارنده با توزیعی یکنواخت کنار هم قرار گرفته و دارای وزن واحد سطح 350 تا 1000 گرم بر متر مربع باشد.

وسایل لازم

1-4 دستگاه آزمون سختی

این دستگاه باید مطابق با استاندارد ملی ایران به شماره ...<sup>3</sup> باشد.

دستگاه آزمون خواص خمشی

این دستگاه باید مطابق با استاندارد ملی ایران به شماره ...<sup>4</sup> باشد.

ضخامت سنج

ضخامت با ریزسنج با دقت 0/025 میلی متر باید اندازه گیری شود.

ظروف آزمایشگاهی

ظروف باید ظرفیت ، اندازه و ثبات لازم جهت غوطه وری کامل آزمون های پلاستیک گرماسخت تقویت شده را در محلول خورنده داشته باشند. این ظروف باید در صورت لزوم قادر به ثابت نگه داشتن سطح محلولها یا حلالهای فرار باشند. این کار با استفاده از یک مبرد برگشتی انجام می گیرد.

دستگاههای حرارتی

---

1-Surfacing Mat (Veil)

2-Chopped Strand Mat

۳- تا تدوین استاندارد ملی از ASTM D 2583 استفاده شود.

۴- تا تدوین استاندارد ملی از ASTM D 790 استفاده شود.

یک اون با درجه حرارت ثابت ، سبب حرارتی و یا حمام آب که قادر به ثابت نگاه داشتن دما در دامنه  $\pm 2$  درجه سلسیوس باشند. اگر از محلولهای خورنده آتشگیر استفاده شود باید احتیاط های لازم انجام گیرد.

ترازوی آزمایشگاهی

از ترازویی با دقت یک میلی گرم استفاده کنید.

5 واکنشگر ها

واکنشگر های این استاندارد شامل مایعات و یا محلولهایی است که ورق های RTP در معرض آنها قرار می گیرند.

6 آزمون های آزمون

1-6 ورق های استاندارد

ورق های استاندارد تقویت شده را بگونه ای تهیه کنید که تقویت شدگی یکنواختی در ورق فراهم شود. ورق باید با مواد زیر ساخته شود:

1-1-6 الیاف شیشه نمدی

از یک لایه نمد نازک الیاف ریز جهت ایجاد یک سطح رزین دار صاف روی پلاستیک تقویت شده استفاده می شود. این لایه ترکهای کوچک را کاهش داده و مقاومت شیمیائی لازم را فراهم می سازد. این لایه سطحی باید با رزین سازگار باشد و با توزیع یکنواختی باشد. هر لایه خشک باید حداقل  $0/25$  میلی متر ضخامت داشته باشد و باید برای هر لایه  $0/25$  میلی متری از لایه خشک یک لایه سیر شده از رزین  $0/25$  تا  $0/38$  میلی متری ایجاد کنید. برای حذف عامل لایه سطحی بعنوان یک متغیر در آزمونهای خوردگی هر ورق از یک گروه آزمون را با لایه سطحی یکسان تهیه کنید.

2-1-6 الیاف شیشه ای سوزنی

از الیاف شیشه نوع E با ابعاد و چسبندگی سازگار با رزین استفاده شود. از انواع دیگر پشم شیشه نیز می توان استفاده نمود ولی در آن صورت باید نوع الیاف شیشه را بعنوان متغیری برای مقایسات این استاندارد در نظر گرفت.

3-1-6 رزین

رزین مطابق با سفارشات سازنده آن با کاتالیزور مخلوط و آماده مصرف می شود.

یادآوری - پرکننده هائی مثل آنتیموان تری اکسید برای افزایش نقطه اشتعال و یا عوامل تیکسوتروپ جهت کنترل گرانیروی به رزین می تواند افزوده شود البته باید توجه داشت که این کار ممکن است از مقاومت در برابر خوردگی ورق بکاهد.

#### 2-6 ابعاد و خواص عمومی

ورق باید با ابعاد لازم و خواص عمومی 2-6 مطابقت داشته و مطابق با 3-6 ساخته شود.

#### 1-2-6 ابعاد ورق

ابعاد مناسب یک ورق بعد از شکل گرفتن  $838 \times 660$  میلی متر می باشد. ابعاد ورق هیچ محدودیتی نداشته و از ابعاد دیگری نیز می توان استفاده کرد.

#### 2-2-6 ضخامت

ضخامت ورق استاندارد باید بین  $3/05$  تا  $3/3$  میلی متر باشد

#### 3-2-6 میزان تقویت شدگی

میزان الیاف شیشه با نگهدارنده<sup>1</sup> آن باید  $(10 \pm 960)$  گرم بر متر مربع باشد. ( دو لایه 450 گرم بر متر مربعی از الیاف شیشه سوزنی - 900 گرم بر متر مربع دارای حداقل میزان نگهدارنده  $3/5\%$  و دو لایه  $0/25$  میلی متری از الیاف شیشه نمدی 60 گرم بر متر مربعی دارای حداقل میزان نگهدارنده  $7\%$  می باشد ). این مقدار معادل  $23/6\%$  وزنی ( $12/5\%$  حجمی ) ورق است چنانچه وزن مخصوص رزین عمل آمده  $1/15$  گرم بر سانتیمتر مکعب باشد. چنین ورقی دارای ضخامت  $3/18$  میلی متر خواهد بود. با استفاده از رزینهای دارای وزن مخصوص متفاوت درصدهای وزنی متفاوتی از الیاف شیشه مصرفی خواهیم داشت اما در صد حجمی الیاف شیشه مصرفی یکسان باقی می ماند. با استفاده از الیاف سنتزی بعنوان الیاف رویه میزان شیشه  $10 \pm 900$  گرم بر متر مربع خواهد شد. ( دو لایه الیاف شیشه سوزنی  $3/5\%$  نگهدارنده دارد )

#### 4-2-6 سختی

سختی آزمونه باید حداقل  $90\%$  سختی رزین قالب گیری شده شفاف و کاملاً پخت شده و یا مشابه آنچه توسط سازنده رزین مشخص شده است باشد. سختی مطابق 1-6 اندازه گیری می شود. باید توجه داشت با استفاده از لایه سنتزی بطور قابل

ملاحظه ای مقدار سختی کاهش می یابد. مقدار سختی با تغییر نوع رزین و تعداد لایه سنتزی تغییر می کند. سازنده رزین باید بین مقدار سختی بارکول مجاز یک ورق و یک رزین معین ارتباط برقرار کرده باشد.

#### 5-2-6 شرایط ورق

ورق باید عاری از هر گونه ضایعاتی از قبیل ورقه ورقه شدن ، جداسازی لایه ها ، ناحیه اشباع نشده از رزین ، ذرات خارجی ، حباب هوا ، جمع شدگی رزین در یک ناحیه کوچک و تقویت شدگی کم در ناحیه لبه ها و مواردی از این قبیل باشد.

#### ساخت ورق استاندارد

ورق باید طی مراحل زیر ساخته شود:

1-3-6 رزینی که به آن کاتالیزور اضافه شده و یک لایه الیاف شیشه نمدی به ضخامت 0/25 میلی متر را بر روی یک سطح صاف پوشیده شده با یک فیلم پلاستیکی و یا عوامل رهاساز قالب ، قرار داده و جهت پخش شدن رزین غلطک کنید. یادآوری - فرمول زیر را می توان بعنوان راهنمایی برای محاسبه وزن کل رزین مورد استفاده بکار برد:

وزن مخصوص رزین پخت شده \* 2/82 \* گرم الیاف = گرم رزین

گرم الیاف شیشه از 3-2-6 بدست می آید. بخاطر چسبیدن رزین به ظروف در موقع بهم زدن ، غلطک زدن و عوامل دیگر مقداری از رزین از دست می رود. یک مقدار پیشنهادی برای اضافی رزین بین 10-15% وزنی کل رزین می باشد.

2-3-6 با دو لایه الیاف شیشه سوزنی 450 گرم بر متر مربعی و رزین کار را ادامه دهید. جهت پخش شدن رزین و خیس خوردن الیاف شیشه سوزنی بعد از هر لایه غلطک بزنید. غلطک زدن مطابق با 4-3-6 با یک غلطک دندان دندانه ای (اره ای) بعد از هر لایه هوای محبوس شده را خارج می کند. وزن الیاف شیشه ای سوزنی باید 5% ± 450 گرم بر متر مربع از وزن کل قطعه 838\*660 میلی متری باشد.

یادآوری - الیاف شیشه سوزنی را باید طوری برید که 660 میلی متر در عرض رول و 838 میلی متر در راستای رول طول داشته باشد. تغییر وزن این الیاف عموماً در عرض رول رخ می دهد. اگر از رولهای عریض 1320 میلی متری یا بزرگتر استفاده شود دو لایه الیاف باید طوری در ورق قرار گیرد که مرکز برش یکی بر روی گوشه

بیرونی لایه دیگر قرار گیرد. اگر از الیاف با عرض کوچک استفاده شود لایه دوم باید 180 درجه از جهت طولی معکوس شده و روی لایه اول قرار گیرد تا تغییرات وزن به حداقل ممکن برسد.

3-3-6 با یک لایه الیاف شیشه نمدی مطابق با 1-3-6 کار را ادامه دهید.

4-3-6 حبابهای هوا را با غلطک زدن بر روی سطح بوسیله یک غلطک دندان دندان ای فلزی یا پلاستیکی خارج کنید. باید توجه داشت که با خارج نشدن هوا نسبت رزین به الیاف شیشه بالاتر از مقدار حداکثر مجاز می شود. چنانچه ضخامت ورق بین 3/05 تا 3/3 میلی متر مطابق با 2-2-6 باشد می توان فرض کرد که ورق در محدوده مجاز نسبت رزین به الیاف شیشه می باشد.

5-3-6 بعد از اینکه عمل لایه کاری تکمیل شد ورق را با یک فیلم پلاستیکی برای محافظت از هوا یا ایجاد یک سطح صاف و براق و یا به هر دو منظور بپوشانید. دقت کنید برای خروج هوای بدام افتاده سطح کاملاً صاف شود.

یادآوری - استفاده از فیلم پلاستیکی به هر روش آسانی می تواند انجام شود. بی دقتی در نحوه بکار بردن آن خروج کامل هوای بدام افتاده بین فیلم و ورق را دچار مشکل می کند. یک روش کاربردی این است که ابتدا فیلم دور یک میله فلزی پیچانیده شده و از یک طرف ورق شروع کنید به آرامی فیلم را از میله فلزی باز کنید یک قطره رزین را جلوتر از میله در حالی که ورق را طی می کنید نگاه دارید. هر حباب هوای باقیمانده ای را می توان با مالیدن یک ماله سرتاسر فیلم خارج نمود. به دقت فیلم را بکشید و به گوشه ها سفت کنید تا از چین خوردگی فیلم جلوگیری شود. قرار دادن چند گیره (گیره های نئوپرنی مناسب است) در اطراف لبه های ورق و حرکت دادن یک غلطک فلزی سنگین بر روی آن در رسیدن به یک ضخامت یکنواخت و کنترل شده برای ورق کمک می کند.

6-3-6 رزین را مطابق با سفارش سازنده آن پخت<sup>1</sup> کنید. جدول پخت رزین باید گزارش شود.

7-3-6 در صورت لزوم گوشه ها را شکل دهید

4-6 ثبت ساختار ورق استاندارد

مشخصات ورق استاندارد را بصورت زیر ثبت کنید.

#### 1-4-6 سختی

سختی بارکول را مطابق با استاندارد ملی شماره...<sup>1</sup> تعیین کنید.

#### 2-4-6 وضعیت ورق

ظاهر ورق را بررسی کنید. ورق باید مطابق با 5-2-6 باشد. در این صورت برشهای آنرا جهت تهیه نمونه های آزمون نگه دارید.

یادآوری - اصلی ترین ملاک برای پذیرفتن یک ورق ضخامت و نه درصد شیشه آن می باشد. اگر اندازه گیری میزان شیشه مورد نظر باشد 8 نمونه 25\*25 میلی متری از وسط ورق ببرید و مطابق استاندارد ملی شماره 4069 آزمون کنید.

#### 5-6 آزمونهای اختصاصی نمونه ها

1-5-6 آزمون های غوطه وری در محلولهای آزمون را تقریباً به اندازه 101/6 در 127 میلی متر از ورق استاندارد ببرید.

2-5-6 شناسائی آزمون ها باید بروش مناسبی انجام گردد.

3-5-6 اگر آزمون ها بطور معلق استفاده می شوند باید لبه های آنرا بریده و سوراخهایی در آنها ایجاد کنید سپس سائیده و با رزین پارافینی پوشانیده شوند.

4-5-6 تعداد آزمون های مورد نیاز بستگی به تعداد محلولهای آزمون بکار برده شده ، تعداد دما های متفاوتی که در آن دما ها آزمون انجام می شود و تعداد فواصل آزمون دارد. علاوه بر این حداقل دو آزمون  $101/6 * 127$  میلیمتری باید برای آزمون (4-7 را ببینید) پس از دوره پخت کامل قبل از غوطه وری در دسترس باشد.

#### 7 روش کار

#### 1-7 اندازه گیری آزمون ها

بلافاصله پس از پخت ، ضخامت آزمون ها را با دقت 0/025 میلی متر در مرکز هندسی هریک از آزمون های  $76/2 * 25/4$  میلی متری که پس از در معرض قرار گرفتن کامل آنها با محلول های آزمون جهت آزمونهای خمشی بریده خواهند شد اندازه بگیرید. وزن آزمون ها را تا دقت 0/01 گرم اندازه بگیرید. این ضخامت و وزن اندازه گیری شده همچنین جهت مقایسه با ضخامت و وزن اندازه گیری شده پس از در معرض کامل قرار گرفتن آزمون ها با محلولهای آزمون استفاده می شوند.

#### 2-7 در معرض قرارگیری آزمون ها با محلولهای آزمون

۲- تا تدوین این استاندارد ملی از روش *ASTM D 2583* استفاده شود.

پس از طی دوره پخت آزمونه ها مطابق 6-3-6 ، قبل از غوطه وری ، شرح مختصری از رنگ ، سطح ظاهری آزمونه ها و رنگ و شفافیت محلول آزمون را ثبت کنید. در صورتیکه آزمونه ها با یکدیگر و یا با ظرف تماس نداشته باشند هیچ محدودیتی در مورد تعداد آزمونه ها در یک ظرف وجود ندارد. آزمونه ها باید بطور کامل غوطه ور باشند. آزمونه ها باید بصورت عمودی و موازی و با حداقل فاصله 6/35 میلی متر کنار یکدیگر قرار گیرند. باید بین لبه های آزمونه و ظرف یا سطح مایع حداقل 12/7 میلی متر فاصله باشد. ظروف در بسته را در یک آون با دمای ثابت و قابل تنظیم و یا در یک حمام مایع با دمای قابل تنظیم قرار دهید. آزمونه ها را پس از 30 ، 90 و 180 روز و حتی یکسال پس از غوطه وری و یا حتی فواصل زمانی مورد نیاز دیگر جهت تعیین سرعت خوردگی بررسی کنید

7-2-1 اغلب برای حفظ ترکیب و غلظت اولیه لازم است محلول آزمون را دور بریزید و با محلول تازه ای جایگزین نمایید. حداقل ، محلولهایی با پایداری معلوم باید در پایان هر دوره آزمون عوض شوند.

7-3 تمیز کاری و بررسی بعد از در معرض قرارگیری آزمونه ها با محلولهای آزمون

آزمونه را تمیز و سپس با دستمال کاغذی خشک کنید. معمولاً آب سرد جهت تمیز کردن آزمونه ها استفاده می شود. اگر از دیگر عوامل شوینده استفاده شود باید بی اثر بودن آنها در حمله به رزین بررسی شده باشد.

7-3-1 هر نشانه ای از حمله سطحی روی آزمونه ها، بدرنگ شدن محلول آزمون و تشکیل هر گونه رسوبی را یادداشت کنید.

7-3-2 بلافاصله پس از خشک کردن نهائی ضخامت آزمونه را با دقت 0/025 میلی متر در مرکز هندسی هر کدام (  $76/2 * 25$  ) اندازه گیری کنید. هر آزمونه را با دقت 0/01 گرم وزن کنید. سپس می توان سختی بارکول را چک کرد ، متوسط 10 قرائت سختی بارکول را با رعایت حداقل 12/7 میلی متر فاصله از لبه ها روی هر آزمونه بگیرید.

7-3-3 پس از شستن و اندازه گیری ضخامت ، وزن و سختی بارکول ، آزمونه ها را در یک جعبه پلی اتیلنی بدون منفذ مطابق با 7-4-1 به منظور نگهداری و یا حمل و نقل قرار دهید.

## آزمون خمشی

استحکام خمشی و مدول خمشی را برای دو حالت زیر اندازه بگیرید:

الف) دو دسته سه آزمونه ای بلافاصله پس از پایان دوره پخت

ب) یک دسته سه آزمونه ای پس از هر بازرسی برای هر محلول و هر دمای آزمون در محاسبه استحکام خمشی و مدول خمشی بعد از در معرض محلول قرار گیری آزمونه ها باید ضخامت آنها مطابق 7-3-2 اندازه گیری و در محاسبات در نظر گرفته شود. دو دسته آزمونه الف باید از مرکز ورق بصورتی که در 6-2-1 توصیف شده جدا شود. استحکام خمشی برای این دو دسته جهت استفاده در محاسبه استحکام خمشی بخش 8-2 میانگین گرفته می شود. مقدار مدول های خمشی نیز باید برای استفاده در 8-2 میانگین گرفته شود.

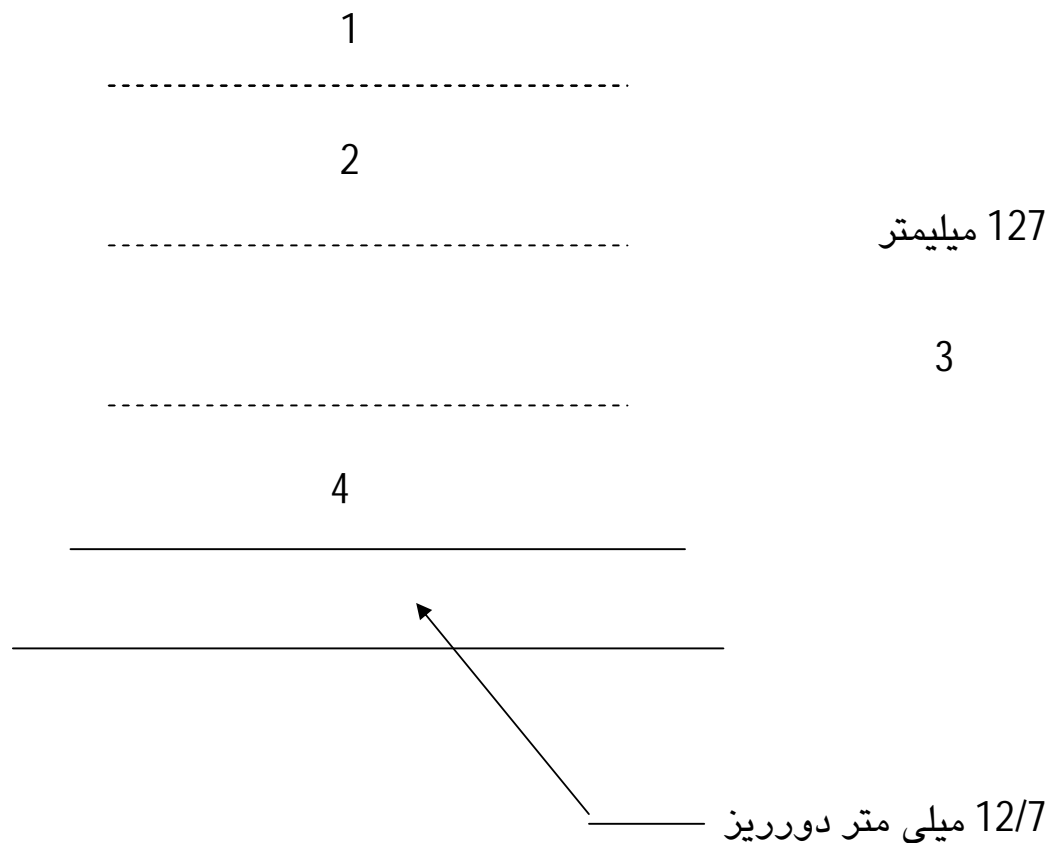
7-4-1 آزمون های خمشی بجز در موارد خاص این استاندارد باید مطابق با استاندارد ملی شماره...<sup>1</sup> انجام شود. آزمونه هایی که در معرض محلولهای آزمون قرار گرفته اند باید برای حداقل 2 ساعت ، بلافاصله پس از تمیز کردن و بازرسی توصیف شده در 7-3 در محیط قرار گیرند. آزمونه باید در طی همان روز پس از خروج آن از محیط آزمون ، آزمون گردد. جهت آزمون در مکانی دیگر باید آزمونه های خشک و تمیز را در یک محفظه بدون بخار آب جهت انتقال قرار داد.

یادآوری - در مورد در معرض قرار گیری با محلولهای فرار روشهای خاص کار با آزمونه ممکن است لازم باشد.

7-4-2 سه تکه  $76/2 * 25$  میلی متری از هر آزمونه  $102 * 127$  میلیمتری ببرید ( شکل 1 ) پس از برش لبه های آزمونه ها باید سوهان زده تا لبه بدون شکاف و بریدگی ایجاد شود. کل ضخامت آزمونه های آزمون باید در معرض محلول آزمون واقع شود.

102 میلی متر





شکل 1- راهنمای برش آزمون

8 محاسبات

1-8 تغییر سختی بارکول

جدول یا نموداری رسم کنید که قرائت های واقعی سختی آزمون هایی که در معرض محلولهای آزمون قرار گرفته اند را در یک دما و دوره آزمون داده شده بر حسب روز نشان دهد.

2-8 استحکام خمشی و مدول باقیمانده

در صد حفظ استحکام خمشی و مدول خمشی آزمون را در طول غوطه وری برای هر دوره بازرسی تا دقت 1/0% محاسبه کنید استحکام خمشی و مدول خمشی را پس از پخت کامل 100% بگیرید.

$$100 = (S_2 / S_1) * \text{درصد استحکام خمشی باقیمانده}$$

$S_1$  : استحکام خمشی آزمون بعد از دوره پخت رزین

$S_2$  : استحکام خمشی آزمون بعد از طی دوره آزمون

$$100 * (E_2 / E_1) = \text{درصد مدول خمشی باقیمانده}$$

$E_1$ : مدول خمشی آزمون بعد از دوره پخت رزین

$E_2$ : مدول خمشی آزمون بعد از طی دوره آزمون

1-2-8 استحکام خمشی و مدول خمشی را مطابق استاندارد ملی شماره...<sup>1</sup> محاسبه کنید.

2-2-8 منحنی هایی رسم کنید که متوسط درصد استحکام خمشی باقیمانده و متوسط مدول خمشی باقیمانده آزمون های شکسته شده را در هر دوره بازرسی پس از غوطه وری در یک محلول آزمون خاص در یک دمای داده شده نشان دهد درصد استحکام خمشی و درصد مدول خمشی باقیمانده را روی محور عمودی و دوره آزمون را بر حسب روز روی محور افقی قرار دهید.

3-8 تغییر درصد وزن و ضخامت

در صد تغییر وزن و ضخامت آزمون ها را با تقریب یک صدم درصد در طی غوطه وری برای هر دوره بازرسی محاسبه کنید.

4-8 تغییر در درصد وزنی و ضخامت آزمون ها را محاسبه کنید و این مقادیر را بعنوان تابعی از دوره آزمون بر حسب روز بصورت جدول یا نمودار در آورید.

9 تفسیر نتایج

1-9 خواص مکانیکی آزمون

بدلیل طبیعت شیمیائی انواع معینی از مواد پلاستیکی سرعت تغییر خواص مکانیکی آنها با زمان مهمتر از مقدار واقعی این خواص در یک زمان معین می باشد. یک طرح از نتایج آزمونها نشان خواهد داد که آیا برای یک آزمون خاص استحکام خمشی ، مدول خمشی و یا سختی طی زمان به یک مقدار ثابت خواهد رسیدو یا با پیشرفت زمان آزمون ، تغییرات ادامه می یابد.

2-9 ظاهر آزمون

بررسی ظاهری آزمون هایی که در معرض محلولهای آزمون قرار گرفته اند از نظر ترکهای سطحی ، کاهش براقیت ، سیاه شدن ، تاول زدن ، خوردگی ، نرم شدن ، تغییر در ضخامت یا دیگر موارد غیر عادی بسیار مهم است . این مشاهدات دلالت بر برخی آثار خوردگی در ورق توسط محیط شیمیائی دارد.

۱- تا تدوین استاندارد ملی از روش ASTM D 790 استفاده شود.

### 3-9 ظاهر محیط غوطه وری

بد رنگ شدن محلول آزمون و تشکیل رسوب می تواند عوامل پر معنی باشد. بد رنگی اولیه می تواند دلالت بر استخراج ترکیبات محلول داشته باشد.

### 4-9 وزن و ضخامت آزمون

تغییرات وزن و ضخامت می تواند معرف میزان تجزیه شیمیائی یا میزان جذب محلول آزمون باشد.

یادآوری- کلیه آزمونهای مربوط به در معرض قرار گیری آزمون ها با محلولهای آزمون باید برای زمان طولانی تری عمل شوند تا نتایج قابل اطمینان باشد. مخصوصا مشاهده نتایج برای 6 و 12 ماه به منظور تعیین اینکه آیا مشخصات در بعد از زمان آزمون ثابت هستند مهم است. نتایج زمانهای کوتاه ( کمتر از 6 ماه ) در ارزیابی رزین غیر قابل اعتماد است.

### 10 گزارش

گزارش آزمون باید حاوی اطلاعات زیر باشد:

1-10 شرکت سازنده رزین و دستور العمل ساخت ورق استاندارد

2-10 مشخصات کامل مواد آزمون شده شامل رزین ( مقدار مواد غیر فرار و افزودنیهای آن شامل تسریع کننده و کاتالیزور ) ، تقویت کننده ، الیاف نمدی و پرکننده از قبیل افزودنی های ضد آتش و مواد تیکسوتروپ.

3-10 چرخه پخت آزمون ها شامل زمان ژل شدن در دمای اتاق، زمان باقی ماندن در دمای اتاق قبل از آزمون و یا زمان باقی ماندن در دمای اتاق قبل از پخت نهائی چنانچه لازم باشد و زمان و دمای پخت نهائی. هر نوع روش پخت نهائی مثل پخت در آب جوش و یا بخار آب جهت کاربردهایی از نوع داروئی-غذائی باید گزارش شود.

4-10 میزان شیشه ورق استاندارد

5-10 سختی و استحکام خمشی آزمون های مرجع

6-10 رنگ و سطح ظاهری آزمون قبل از آزمون

7-10 شرایط آزمون شامل محیط غوطه وری دما و از این قبیل موارد

8-10 کل دوره آزمون و دوره های بازرسی آزمون ها بر حسب روز . برای هر دوره بازرسی آزمون ها ثبت داده های 1-8-10 تا 6-8-10 ضروری است.

1-8-10 شرایط نمونه ها قبل از آزمون ( اگر نسبت به استاندارد متفاوت باشند).

- 2-8-10 ظاهر آزمون‌ها پس از غوطه‌وری (ترکهای سطحی، کاهش براقیت ، سیاه‌شدگی، سوراخ‌شدن ، نرم‌شدن و چیزهایی دیگر از این قبیل )
- 3-8-10 ظاهر محیط غوطه‌وری (بدرنگ‌شدگی ، رسوب و مشابه آن ... )
- 4-8-10 سختی بارکول آزمون‌ها قبل و بعد از قرار گرفتن در معرض محلولهای آزمون.
- 5-8-10 وزن و ضخامت قبل و بعد از قرار گرفتن در معرض محلولهای آزمون.
- 6-8-10 استحکام خمشی و مدول خمشی آزمون‌ها، در صد استحکام خمشی باقیمانده و درصد مدول خمشی باقیمانده.
- 9-10 منحنی نشان‌دهنده در صد های استحکام خمشی و مدول خمشی باقیمانده بر حسب دوره آزمون



ISLAMIC REPUBLIC OF IRAN

Institute of Standards and Industrial Research of Iran

ISIRI NUMBER

6743\_



Determining Chemical Resistance  
of Thermosetting Resins Used  
in Glass-Fiber-Reinforced Structures  
Intended for Liquid Service

—

1st. Revision