



جمهوری اسلامی ایران
Islamic Republic of Iran

سازمان ملی استاندارد ایران

Iranian National Standardization Organization



استاندارد ملی ایران

۱۱۵۸۹-۴

تجدید نظر اول

۱۳۹۴

INSO

11589-4

1st.Revision

2015

پلاستیک‌های تقویت شده با الیاف -
روش‌های تولید صفحات آزمون -
قسمت ۴:
قالب‌گیری پیش‌آغشته‌ها

**Fibre-reinforced plastics -Methods of
producing test plates
Part 4:
Moulding of prepregs**

ICS:83.120

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 ۱۳۹۰/۶/۲۹ به سازمان ملی استاندارد ایران تغییر یافته و طی نامه شماره ۲۰۶/۳۵۸۳۸ مورخ ۱۳۹۰/۷/۲۴ 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)^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 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) 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
«پلاستیک‌های تقویت شده با الیاف- روش‌های تولید صفحات آزمون -
قسمت ۴: قالب گیری پیش آغشته‌ها»
(تجدید نظر اول)

رئیس:

ذاکر حمیدی، محمدصادق
(دکتری شیمی فیزیک)

دبیر:

نجار، رضا
(دکتری شیمی)

سمت و / یا نمایندگی

پژوهشکده فیزیک کاربردی دانشگاه تبریز

شرکت کیفیت آفرینان آذر

اعضاء: (اسامی به ترتیب حروف الفبا)

اخیری، شهاب
(کارشناس ارشد شیمی)

اداره کل استاندارد آذربایجان شرقی

ایامی، سمیه
(کارشناس ارشد شیمی)

پارک علمی فن‌آوری آذربایجان شرقی

حاجی محمدپور، سمیه
(کارشناس شیمی)

شرکت پلی اتیلن کوثر

قاسمیان خجسته، محسن
(کارشناس ارشد شیمی)

شرکت تدبیر نوین سازان

قدیمی کلجاهی، فریده
(کارشناس ارشد شیمی)

اداره کل استاندارد آذربایجان شرقی

کبیری، رویا
(دکتری شیمی)

دانشکده شیمی دانشگاه تبریز

کوهی، آیدا
(کارشناس شیمی)

شرکت آذر لوله

شرکت کیمیاگستر نوین آزمایش تبریز

گوگانیان، امیرمحمد
(دکتری شیمی آلی)

کارشناس استاندارد

نامی، راضیه
(کارشناس مهندسی شیمی)

itechpolymer.com

فهرست مندرجات

صفحه	عنوان
ب	آشنایی با سازمان ملی استاندارد ایران
ج	کمیسیون فنی تدوین استاندارد
و	پیش‌گفتار
۱	۱ هدف و دامنه کاربرد
۱	۲ مراجع الزامی
۲	۳ ایمنی و سلامتی
۲	۴ اصول آزمون
۲	۵ دستگاه
۵	۶ روش آزمون
۱۱	۷ تعیین کیفیت صفحات آزمون
۱۱	۸ دقت
۱۱	۹ گزارش تهیه صفحه آزمون
۱۳	پیوست الف (الزامی) سیستم شناسه گذاری انباشتگی
۱۷	پیوست ب (اطلاعاتی) دقت
۱۸	پیوست ب (اطلاعاتی) کتابنامه

پیش گفتار

استاندارد «پلاستیک‌های تقویت شده با الیاف-روش‌های تولید صفحات آزمون-قسمت ۴: قالب‌گیری پیش‌آغشته‌ها» نخستین بار در سال ۱۳۹۰ تدوین شد. این استاندارد بر اساس پیشنهادهای رسیده و بررسی توسط شرکت کیفیت آفرینان و تایید کمیسیون‌های مربوط برای اولین بار مورد تجدید نظر قرار گرفت و در یک هزار و چهارصد و هشتمین اجلاس کمیته ملی استاندارد شیمیایی و پلیمر مورخ ۱۳۹۴/۰۹/۲۳ تصویب شد. اینک به استناد بند یک ماده ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات سازمان 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 موقع لزوم تجدید نظر خواهد شد و هرگونه پیشنهادی که برای اصلاح یا تکمیل این استاندارد ها ارائه شود، هنگام تجدید نظر در کمیسیون فنی مربوطه مورد توجه قرار خواهد گرفت. بنابراین، باید همواره از آخرین تجدید نظر استانداردهای ملی استفاده کرد.

این استاندارد جایگزین استاندارد ملی ایران شماره ۴-۱۱۵۸۹: سال ۱۳۹۰ است.

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

ISO 1268-4: 2005/Amd.1 :2010(E), Fibre-reinforced plastics —Methods of producing test plates
— Part 4: Moulding of prepregs

پلاستیک‌های تقویت شده با الیاف - روش‌های تولید صفحات آزمون -

قسمت ۴: قالب‌گیری پیش‌آغشته‌ها

۱ هدف و دامنه کاربرد

هدف از تدوین این استاندارد، تعیین روش تهیه صفحات آزمون از لایه‌های تک سویه پیش‌آغشته از الیاف یا پارچه (پیش‌آغشته‌ها) تحت فشار و دما در انواع مختلف تجهیزات (برای مثال، اتوکلاو، دستگاه پرس یا کیسه تحت فشار برای شکل دادن حین پخت^۱، دستگاه فشار هیدرولیک یا تجهیزات کیسه خلاء) است. این استاندارد برای تمام تقویت‌کننده‌ها و رزین‌ها کاربرد دارد.

این روش برای تقویت‌کننده‌های پیش‌آغشته دارای رزین گرماسخت کمی پخت شده، یا دارای رزین گرمانرم باشند، کاربرد دارد. صفحه آزمون با انباشته شدن لایه‌های ماده پیش‌آغشته با ترتیب و آرایش یافتگی مورد نیاز تشکیل می‌شود، سپس در دمای بالاتر از دمای محیط، تحت فشار/خلاء فشرده و محکم می‌شوند. سپس صفحات آزمون به نمونه‌های مورد نیاز ماشین‌کاری می‌شوند. صفحات استاندارد تهیه شده با این روش، ممکن است برای ارزیابی اجزاء به عنوان مثال تقویت‌کننده، صفحه تکمیل شده، رزین و غیره، یا برای تایید کیفیت کلی محصول نهایی به کار روند.

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 تجدید نظرهای 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 تجدید نظر و اصلاحیه‌های بعدی آن مورد نظر است. استفاده از مراجع زیر برای کاربرد استاندارد الزامی است:

۱-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۷۰۹۰ (تمام قسمت‌ها)، پلاستیک‌ها - تعیین چگالی پلاستیک‌های غیر اسفنجی

۲-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۱-۱۱۵۸۹: سال ۱۳۹۰، پلاستیک‌های تقویت شده با الیاف - روش‌های تولید صفحات آزمون - قسمت ۱: شرایط عمومی

۳-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۱۲۳۱۵: سال ۱۳۸۸، کامپوزیت‌های تقویت شده با الیاف کربن - تعیین مقدار رزین-الیاف و فضای خالی

2-4 ISO 1172, Textile-glass-reinforced plastics — Prepregs, moulding compounds and laminates — Determination of the textile-glass and mineral-filler content — Calcination methods

2-5 ISO 2818, Plastics — Preparation of test specimens by machining

2-6 ISO 7822, Textile glass reinforced plastics — Determination of void content — Loss on ignition, mechanical disintegration and statistical counting methods

۳ ایمنی و سلامتی

در قسمت‌های مختلف این استاندارد، روش‌های تهیه صفحه آزمون توصیف می‌شود. شرایط کار با مواد استفاده شده باید مطابق قوانین ملی هر کشور بوده و کارکنان از خطرات مرتبط آگاه باشند و احتیاط‌های لازم باید انجام گیرد.

۴ اصول آزمون

صفحات استاندارد مد نظر برای تهیه آزمون‌ها، با بریدن پیش‌آغشته‌های تقویت شده با الیاف در اندازه و تعداد لازم، و انباشته کردن آن‌ها با ترتیب و آرایش یافتگی مورد نیاز تولید می‌شوند. توده پیش‌آغشته در ابتدا یکنواخت شده و هوای محبوس شده با استفاده از فشردن مکانیکی یا اعمال خلاء خارج می‌شود. توده سرهم شده معمولاً در یک کیسه خالی^۱ درزگیری شده و سپس با استفاده از یکی از چند روش ممکن ترکیب حرارت و فشار، بسته به تجهیزات مورد استفاده و دستورالعمل فرایند ارایه شده توسط تامین کننده مواد، یکنواخت می‌شود. مسیر فرایند مناسب شامل استفاده از اتوکلاو، پرس کلاو و اعمال خلاء تنها یا پرس هیدرولیک است.

به جز مواردی که اثر پرداخت سطح مورد مطالعه قرار می‌گیرد، صفحات با سطوح تخت تولید می‌شوند. آن‌ها باید اندازه مناسبی داشته باشند تا حداکثر اندازه آزمون مورد نیاز در آزمون بعدی را پوشش دهند.

۵ دستگاه

۱-۵ تجهیزات فرایند

۱-۱-۵ ماشین پرس، از هر نوعی، با اجزای مشخص شده در بندهای ۱-۱-۵ تا ۴-۱-۵

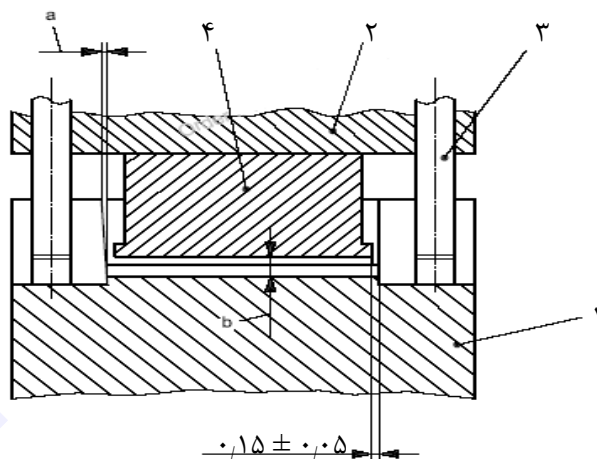
۱-۱-۵-۱ ماشین پرس (به شکل ۱ مراجعه کنید)، شامل چهارچوب، پیستون^۲ و پایه. ارتفاع چهارچوب باید به اندازه کافی بلند باشد تا یک محفظه قالب‌گیری را فراهم کند که قالب شامل توده پیش‌آغشته بتواند در یک عملیات در آن قرار داده شود. با استفاده از میله‌های راهنما^۳ که به طور مناسب ساخته شده‌اند، از وجود یک فاصله حداقل ۰٫۲ میلی‌متری بین پیستون و چهارچوب باید اطمینان حاصل شود.

1- Evacuated vacuum bag

2-Ram

3-Guides

ابعاد بر حسب میلی‌متر



راهنما:

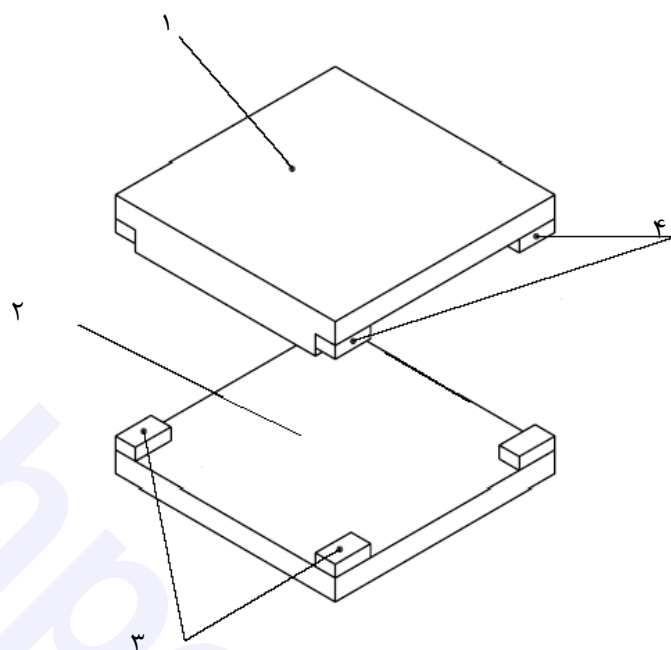
- ۱ پایه
 - ۲ چهارچوب بالایی
 - ۳ ستون‌ها
 - ۴ پیستون
- a سطح گرد با ۱ درجه انحراف
b گیره‌ای که دورتادور را گرفته است

شکل ۱- دستگاه پرس قالب‌گیری

۵-۱-۱-۲ قالب با کناره- باز (به شکل ۲ مراجعه کنید)، شامل دو صفحه فلزی مسطح (یک صفحه پایه و یک صفحه پوشاننده) با فاصله گذارهایی در چهار گوشه برای کنترل ضخامت صفحه قالب‌گیری شده است. ابعاد صفحات باید طوری باشد که بتوان نمونه‌هایی را با اندازه مورد نیاز از صفحات تولید شده با قالب برش داد. سطوح صفحات قالب باید در حد 0.105 mm مسطح بوده و باید پرداخت شده یا با کروم سخت پوشش داده شده باشد. ضخامت مناسب صفحه قالب برای فولاد 5 mm و برای آلایژ آلومینیوم 6 mm است.

یادآوری ۱- یک صفحه آزمون با ضخامت معین می‌تواند با قرار دادن فاصله‌گذارها بین صفحات قالب در گوشه‌های قالب، به دست آید.

یادآوری ۲- برای کمک به تشخیص جهت درجه صفر صفحه آزمون، می‌توان یک پیکان^۱ در سطح صفحه پایه حکاکی کرد. با این وجود ضروری است دقت شود که پیکان در هر صفحه آزمون، خواص آزمونه تهیه شده از صفحه را تحت تاثیر قرار ندهد. به طور جایگزین، می‌توان صفحات آزمون غیرمربع (به عنوان مثال: طول 350 mm و عرض 300 mm) را با جهت درجه صفر، موازی با جهت طولی تر صفحه قالب‌گیری کرد.



راهنما:

۱ صفحه پوشاننده

۲ صفحه پایه

۳ قطعات راهنما

۴ فاصله گذارهای با ضخامت مناسب

شکل ۲- قالب

۳-۱-۱-۵ وسیله اعمال فشار مورد نیاز قالب‌گیری، اجرای پروفایل نیرو-زمان مورد نیاز، با درستی ۵ درصد در دوره زمانی مورد نیاز.

۴-۱-۱-۵ تجهیزات اندازه‌گیری و کنترل دما، با قابلیت افزایش آهنگ دما با آهنگ حداقل $3\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{min}$ و نگهداری دمای پخت مورد نیاز بین محدوده معین، یا اجرای پروفایل مورد نیاز دما-زمان.

۲-۱-۵ اتوکلاو، از نوع حرارت خشک، مطابق با الزامات بندهای ۳-۱-۱-۵ و ۴-۱-۱-۵.

۳-۱-۵ آون تهویه‌دار، مطابق با الزامات بند ۴-۱-۱-۵.

۴-۱-۵ خط‌کش، برای اندازه‌گیری طول و پهنای صفحه آزمون با دقت 0.5 mm .

۵-۱-۵ میکرومتر پیچی^۱، برای اندازه‌گیری ضخامت صفحه آزمون با دقت 0.01 mm .

۶-۱-۵ ترازو، با قابلیت اندازه‌گیری با دقت 0.01 g .

۷-۱-۵ وسیله برش، مانند چاقو، با تیغه تیز.

۸-۱-۵ پمپ خلاء، با توانایی تولید خلاء 0.08 MPa یا بهتر.

۹-۱-۵ وسیله تامین هوای فشرده، قادر به اعمال فشار 0.7 MPa با رواداری $\pm 2\%$ درصد.

۲-۵ دستگاه‌ها و مواد کمکی ، در صورت لزوم

۱-۲-۵ درزگیرهای لاستیکی (واشرها)، در شکل و اندازه‌ای که بتوان آنها را درون قالب اطراف صفحه آزمون قرار داد، و در برابر دمای حداقل 20°C بیشتر از دمای پخت مقاوم باشند.

۲-۲-۵ فیلم رهایش از قالب، مقاوم در برابر دمای حداقل 20°C بیشتر از دمای پخت، ساخته شده از موادی نظیر پلی وینیل فلورید (PVF)، پلی تترافلوئورواتیلن (PTFE) یا پارچه پوشش داده شده با پلی تترافلوئورواتیلن (PTFE).

۳-۲-۵ فیلم منفذدار رهایش از قالب، مقاوم در برابر دمای حداقل 20°C بیشتر از دمای پخت، ساخته شده از موادی نظیر پلی وینیل فلورید (PVF)، پلی تترافلوئورواتیلن (PTFE) یا پارچه پوشش داده شده با پلی تترافلوئورواتیلن (PTFE).

۴-۲-۵ پوشش فشاری انعطاف‌پذیر، مقاوم در برابر محصولات حاصل از پلیمر شدن و مقاوم در برابر دمای حداقل 20°C بیشتر از دمای پخت، ساخته شده از موادی نظیر پلی وینیل فلورید (PVF)، پلی تترافلوئورواتیلن (PTFE) یا پارچه پوشش داده شده با پلی تترافلوئورواتیلن (PTFE).

۵-۲-۵ ماده منفذدار (برای آزاد کردن فشار) ، مانند تور آلومینیوم یا پارچه از الیاف شیشه.

۶-۲-۵ ماده جاذب، برای جذب رزین مازاد، مانند پارچه منسوج از الیاف شیشه.

یادآوری- پارچه‌های منسوج از الیاف شیشه که جرم در واحد سطح آنها برابر 100 g/m^2 و 300 g/m^2 است، به ترتیب قادر به جذب تقریباً 60 g و 115 g رزین در هر متر مربع هستند. پارچه با الیاف پلی‌آمید که جرم در واحد سطح آن برابر 60 g/m^2 است، قادر به جذب تقریباً 40 g رزین در هر متر مربع است.

۷-۲-۵ نوارهای لبه فلزی، با طول مناسب و پهنای 15 mm ، برای قرار دادن در اطراف صفحه آزمون در قالب. ضخامت نوارها به ضخامت صفحه آزمون تولید شده بستگی دارد.

۸-۲-۵ نوار درزبندی، مقاوم در برابر دمای حداقل 20°C بیشتر از دمای پخت.

۶ روش آزمون

۱-۶ مواد مورد استفاده برای تهیه صفحات آزمون شامل ماده پیش‌آغشته را به مدت حداقل ۲ ساعت در دمای $(23 \pm 2)^{\circ}\text{C}$ و رطوبت نسبی $(50 \pm 5)\%$ قرار دهید. آماده‌سازی بعدی توده چند لایه را (به بند ۶-۴ مراجعه کنید) در همان اتمسفر انجام دهید.

۲-۶ اگر ماده در دمای کم‌تر از دمای شرایط تثبیت نگهداری شده است، به منظور جلوگیری از جذب رطوبت آن را در یک کیسه غیر قابل نفوذ به هوا نگه دارید تا به دمای شرایط تثبیت برسد.

۳-۶ پس از قرار دادن در شرایط تثبیت، ماده بر پایه گرما سخت را طی ۶ ساعت پخت کنید، مگر مواردی که طور دیگری معین شده باشد.

۴-۶ از ماده پیش‌آغشته تثبیت شده، چند لایه برای تولید یک صفحه پخت شده با طول، پهنای و ضخامت لازم ببرید، هر لایه را با قرارگیری مورد نیاز با ترتیب لایه‌گذاری مطلوب ارائه شده در ویژگی‌ها یا روش‌های آزمون

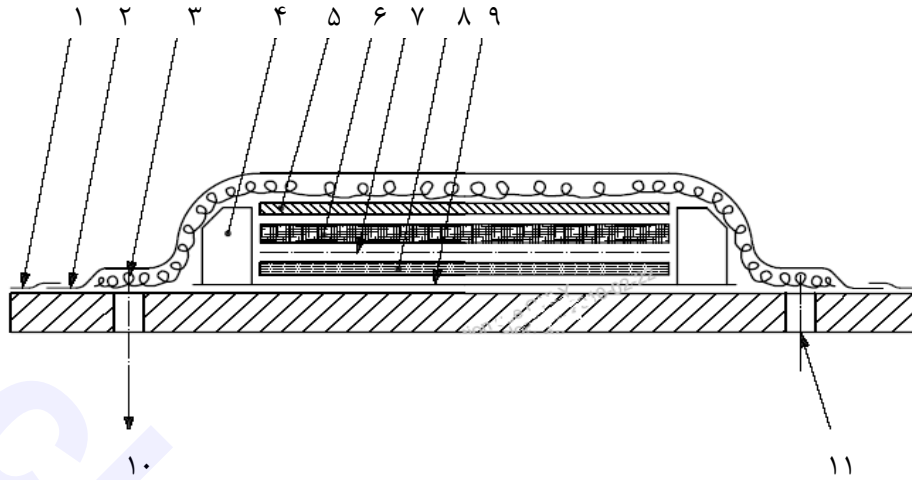
ببرید (به پیوست الف مراجعه کنید). لایه‌های بریده شده پیش‌آغشته را روی صفحه پایه قالب با ترتیب لازم قرار دهید.

برای کنترل دمای فرایند قالب‌گیری، یک ترموکوپل در گوشه توده قرار دهید. قرارگیری توده چندلایه و مواد کمکی به طور نمونه مورد استفاده در فرایند اتوکلاو برای تهیه صفحه آزمون با سطوح تخت در شکل ۳ نشان داده شده است. اگر بررسی تاثیر تکمیل سطح مد نظر باشد، لایه بالایی فیلم منفذدار رهائش از قالب را با ماده مورد بررسی تعویض کنید. شکل ۴ حالت توده چندلایه و مواد کمکی مورد استفاده در انواع مختلف پرس کیسه-دار را نشان می‌دهد.

شکل ۵، مثالی از صفحه آزمون را برای یک قالب‌گیری فشاری نشان می‌دهد.

یادآوری ۱- تعداد لایه‌های ماده جاذب (بند ۵-۲-۶) به کار رفته برای جذب رزین مازاد به مقدار مورد نیاز رزین برای صفحه آزمون پخت شده بستگی دارد. ضخامت صفحه و مقدار رزین نیز تابعی از فشار، دما و سایر عوامل وابسته به خواص سیستم الیاف/رزین به کار رفته، می‌باشد (به یادآوری ۲ مراجعه کنید).

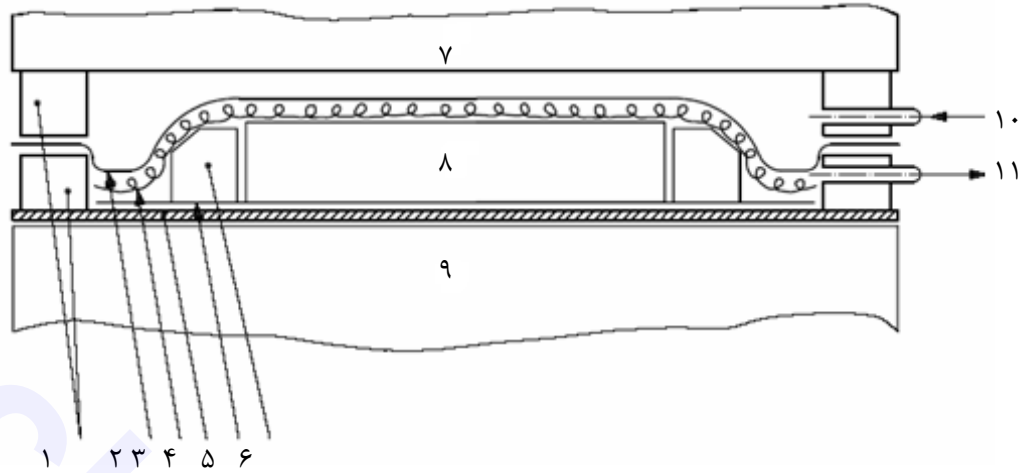
یادآوری ۲- ممکن است برای تعیین تعداد لایه‌های ماده پیش‌آغشته و تعداد لایه‌های ماده جاذب در فشار مشخص شده برای به دست آوردن صفحات پخت شده با ضخامت و مقدار الیاف مورد نیاز، انجام آزمایش‌هایی ضرورت داشته باشد. برای سیستم‌هایی با نشتی کم^۱ می‌توان از قالبی با لایه دارای ضخامت معلوم برای تعیین تعداد لایه‌های ماده پیش‌آغشته مورد نیاز استفاده کرد.



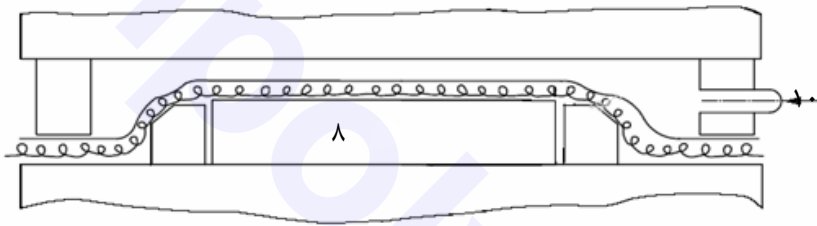
راهنما:

۱	نوار درزبندی (بند ۷-۲-۵)	۷	فیلم منفذدار رهائش از قالب (بند ۳-۲-۵)
۲	پوشش فشاری (بند ۴-۲-۵)	۸	ترتیب لایه‌های چندگانه
۳	ماده منفذدار (بند ۵-۲-۵)	۹	فیلم رهائش (بند ۲-۲-۵)
۴	نوارهای لبه فلزی (بند ۷-۲-۵)	۱۰	تهویه به اتمسفر خارج اتوکلاو
۵	صفحه پوشش دهنده قالب	۱۱	قسمت اتصال به حسگر دما و/یا فشار
۶	ماده جاذب (بند ۶-۲-۵)		

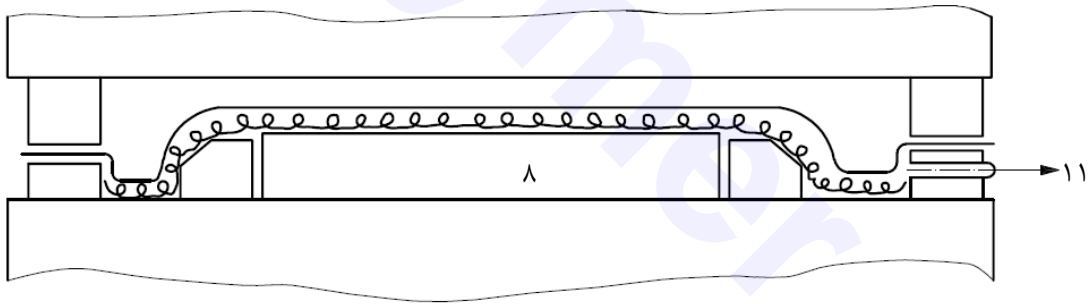
شکل ۳- نمونه آرایش بندی صفحه آزمون برای قالب‌گیری در یک اتوکلاو



الف- روش فشار / خلاء زیاد



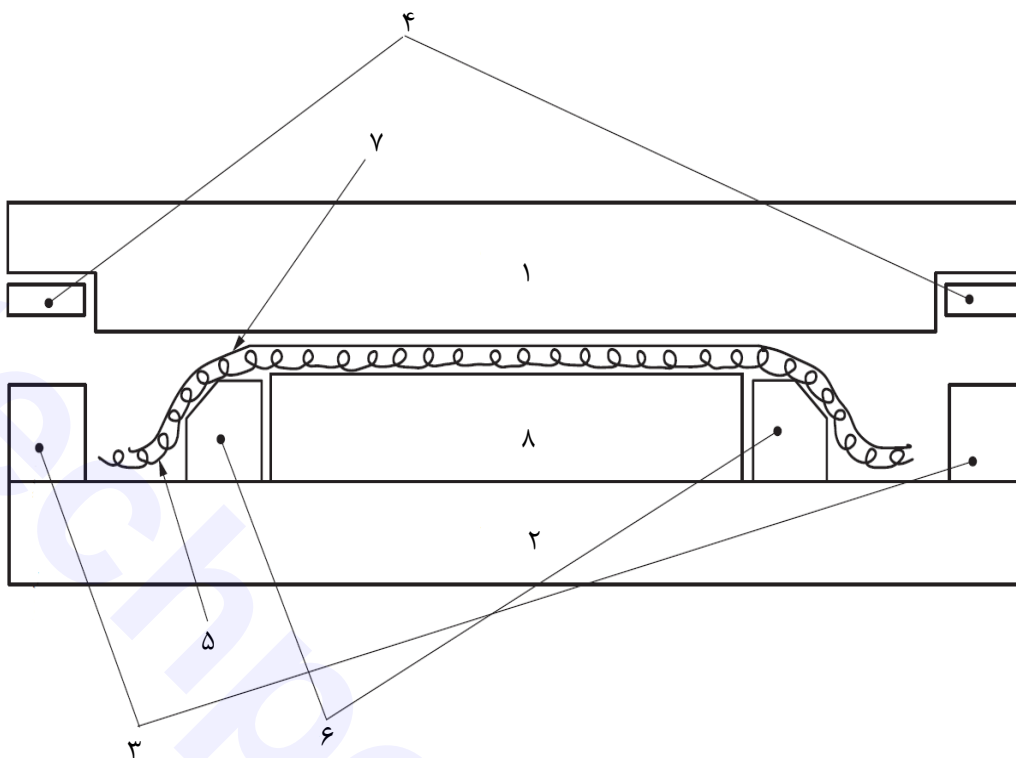
ب- روش فشار زیاد



راهنما:

- | | | | |
|---|--|----|---------------------------|
| ۱ | نوار های لبه فلزی (بند ۲-۵-۷) | ۷ | صفحه پوششی قالب |
| ۲ | پوشش فشاری (بند ۲-۵-۴) | ۸ | ترتیب لایه‌ها مطابق شکل ۳ |
| ۳ | ماده منفذدار (با عبور دادن هوا از خود) (بند ۲-۵-۵) | ۹ | صفحه پایینی دستگاه پرس |
| ۴ | صفحه پایه قالب | ۱۰ | تامین کننده هوای فشرده |
| ۵ | فیلم رهائش از قالب (بند ۲-۵-۲) | ۱۱ | به خلاء |
| ۶ | درزگیر لاستیکی | | |

شکل ۴- چند مثال طرح‌واره از قالب‌گیری در دستگاه پرس کیسه‌دار

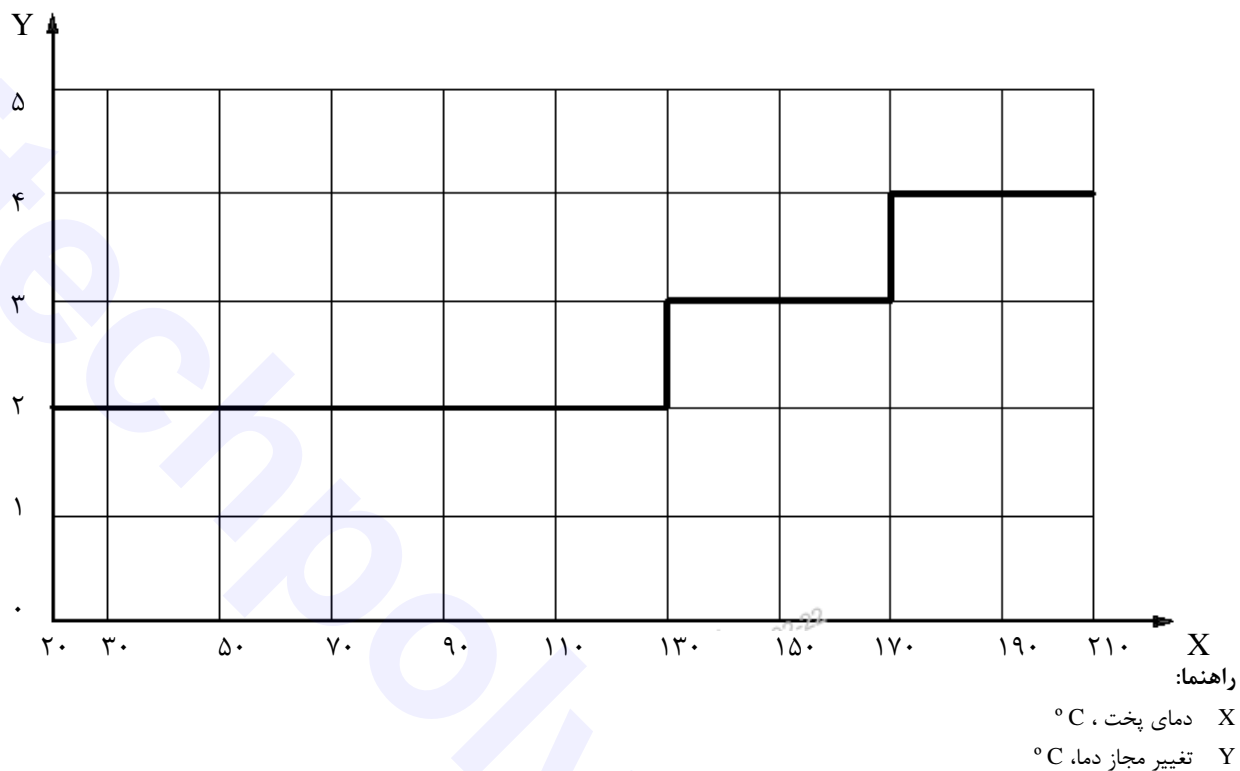


راهنما:

صفحه پوشاننده	۱	ماده جاذب (بند ۲-۵-۶)	۵
صفحه پایه	۲	نوارهای لبه فلزی (بند ۲-۵-۷)	۶
قطعات راهنما	۳	پوشش فشاری (بند ۲-۵-۴)	۷
فاصله‌گذار ضخامت مناسب	۴	ترتیب لایه‌ها	۸

شکل ۵- نوعی صفحه آزمون برای قالب‌گیری فشاری

۵-۶ دما، فشار و زمان پخت باید مطابق با برگه مشخصات ماده بوده یا با توافق طرفین ذی‌نفع تعیین شود، که به نوع رزین و عامل پخت بستگی دارد. دمای قید شده باید طی چرخه پخت حفظ شود، یعنی دمای نشان داده شده توسط تجهیزات اندازه‌گیری دما باید در گستره مورد نیاز برای سیستم رزین مورد استفاده ثابت باقی بماند (به شکل ۵ مراجعه کنید). در طول مدت قالب‌گیری، در هر نقطه از سطح صفحه آزمون دما نباید بیش از $\pm 2^\circ \text{C}$ از مقدار مشخص شده توسط تجهیزات اندازه‌گیری دما متفاوت باشد.



شکل ۶-مثالی از تغییرات مجاز در دمای پخت

۶-۶ پس از کامل شدن فرایند یکپارچگی، صفحه آزمون را از اتوکلاو یا از دستگاه پرس برداشته و در صورت لزوم آن را طوری خنک کنید که تغییر شکل، آسیب و غیره در آن اتفاق نیافتد.

۶-۷ جهت گیری نسبی الیاف نسبت به جهت طولی صفحه باید روی برچسب کاغذی حساس به فشار که روی صفحه نصب شده یا به روش‌های مناسب دیگر با توافق طرفین ذی‌نفع مشخص شود (به یادآوری بند ۲-۱-۵-۱-۱-۲ مراجعه کنید).

۶-۸ حداقل ۱۰ mm از لبه‌های صفحه آزمون را بریده و دور بریزید.

۶-۹ اگر عملیات دیگری مشخص نشده باشد، در این شرایط می‌توان صفحات را برای تولید آزمون‌ها مورد استفاده قرار داد. راهنمایی‌های دیگر برای ماشین‌کاری پلاستیک‌ها از استاندارد ISO 2818 قابل دسترسی است. اگر در استاندارد روش آزمون مرتبط، نوع آزمون برش داده شده از صفحه آزمون، اندازه آزمون‌ها و جهت گیری آنها با در نظر گرفتن جهت گیری تقویت کننده استفاده شده در صفحه معین نشده باشد، باید طی یک توافق جداگانه قید شود.

۷ تعیین کیفیت صفحات آزمون

- ۱-۷ صفحه لبه‌زدایی شده را با دقت 0.1 g وزن کنید.
- ۲-۷ با استفاده از خط‌کش (بند ۵-۱-۴) طول و پهناى صفحه لبه‌زدایی شده را در جهت عرضی هر انتها و در جهت طولی هر وجه با دقت 0.5 mm اندازه بگیرید. میانگین هر جفت اندازه‌گیری را محاسبه کرده و با دقت میلی‌متر گرد کنید.
- ۳-۷ با استفاده از اندازه‌گیر میکرومتر پیچی (بند ۵-۱-۵) ضخامت هر چهار گوشه (در فاصله دورتر از 25 mm از گوشه‌ها) و ضخامت مرکز را با دقت 0.05 mm اندازه بگیرید. میانگین پنج اندازه‌گیری را محاسبه و با دقت 0.1 mm گرد کنید.
- ۴-۷ یکنواختی تخلخل و سایر عیوب صفحه را با یک روش غیرمخرب (مانند بررسی فراصوتی^۱) با استفاده از روش توافق شده بین طرفین ذی‌نفع (در صورت لزوم) تعیین کنید.
- ۵-۷ فقط محل‌های یکنواخت و قابل قبول را برای تهیه آزمون‌ها برش دهید.
- ۶-۷ اگر اندازه‌گیری مقدار الیاف، مقدار فضای خالی^۲ و چگالی ضروری باشد، آزمون‌های به ابعاد $20 \text{ mm} \times 10 \text{ mm}$ ضخامت صفحه از هر دو گوشه‌ی مخالف قطری صفحه، بردارید.
- الف- چگالی این آزمون‌ها را با یکی از روش‌های تعیین شده در قسمت‌های مختلف استاندارد ملی ۷۰۹۰ تعیین کنید.
- ب- در هر دو آزمون، مقدار حجمی و جرمی الیاف را مطابق با استاندارد ISO 1172 برای پلاستیک‌های تقویت شده با الیاف شیشه یا دیگر الیاف بی‌اثر یا مطابق با استاندارد ملی ایران شماره ۱۲۳۱۵ برای پلاستیک‌های تقویت شده با الیاف کربن تعیین کنید. برای پلاستیک‌های تقویت شده با الیاف کربن، از روش مناسب با تقویت کننده مطابق با توافق طرفین ذی‌نفع استفاده کنید (استاندارد ملی ۱۲۳۱۵).
- پ- مقدار فضای خالی را مطابق با استاندارد ملی ایران شماره ۱۲۳۱۵ یا استاندارد ISO 7822 تعیین کنید.

۸ دقت

به پیوست ب مراجعه کنید.

۹ گزارش تهیه صفحه آزمون

گزارش تهیه صفحه آزمون باید شامل اطلاعات زیر باشد:

- ۱-۹ روش آزمون طبق این استاندارد ملی؛
- ۲-۹ محل و تاریخ تولید صفحه آزمون؛
- ۳-۹ جزئیات تعداد لایه‌ها، توالی انباشت لایه‌ها و جهت‌گیری لایه‌ها؛

1- C-scan ultrasonic inspection
2- Void content

- ۴-۹ توصیف مواد به کار رفته شامل سری ساخت و تعداد رول تقویت کننده، ماهیت و نوع رزین، ماهیت و نوع الیاف و ماهیت محصول نهایی؛
- ۵-۹ توصیف تجهیزات به کار رفته (نوع پرس، نوع اتوکلاو، نوع قالب، روش کنترل دما و فشار و غیره)؛
- ۶-۹ جزئیات روش کار (فشار قالب‌گیری یا پروفایل نیرو-زمان، پروفایل دما-زمان، زمان و دمای پس از پخت و غیره)؛
- ۷-۹ جرم صفحه بر حسب گرم؛
- ۸-۹ طول، پهنا و ضخامت صفحه (اندازه‌گیری‌های تکی و مقدار میانگین، بر حسب میلی‌متر)؛
- ۹-۹ مقدار الیاف صفحه (در صورت اندازه‌گیری) اندازه‌گیری‌های تکی و مقدار میانگین، بر حسب درصد حجمی یا درصد جرمی؛
- ۱۰-۹ مقدار فضای خالی صفحه (در صورت اندازه‌گیری) اندازه‌گیری‌های تکی و مقدار میانگین، بر حسب درصد حجمی؛
- ۱۱-۹ یکنواختی صفحه (در صورت اندازه‌گیری) همان گونه که توسط روش غیر مخرب نشان داده شده است، با ذکر روش مورد استفاده؛
- ۱۲-۹ هر گونه انحراف از این استاندارد .

پیوست الف
(الزامی)
سیستم شناسه گذاری انباشتگی

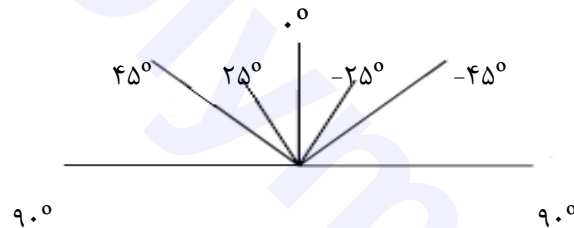
الف-۱ کلیات

هدف از سیستم شناسه گذاری انباشتگی چند لایه، فراهم کردن روشی برای توصیف ترتیب لایه گذاری چند لایه بر پایه لایه های تک سویه یا تقویت شده با الیاف است. با استفاده از این سیستم از سردرگمی و نیز از ساخت و آزمون صفحات نادرست اجتناب می شود.

الف-۲ صفحه مرجع و جهت

قبل از شناسه گذاری، یک صفحه مرجع و جهت به شرح زیر انتخاب می شوند:

- صفحه مرجع معمولاً به عنوان لایه زیرین چند لایه در نظر گرفته می شود. می توان از لایه بالایی نیز به عنوان صفحه مرجع استفاده کرد، در این صورت باید در سیستم شناسه گذاری بیان شود.
- جهت مرجع، که بعضی اوقات به عنوان جهت صفر درجه (0°) شناخته می شود، معمولاً جهت الیاف اصلی در صفحه مرجع یا جهت الیاف اصلی در کل چند لایه است. این جهت به عنوان صفر درجه ذکر می شود. وقتی از بالا به صفحه مرجع پایینی نگاه می شود، زاویه های مثبت در خلاف جهت عقربه های ساعت اندازه گیری می شوند.



شکل الف-۱- زوایای مورد استفاده در توصیف آرایش یافتگی لایه در چند لایه

الف-۳ پارامترهای سیستم شناسه گذاری

شناسه گذاری دارای شکل کلی زیر است:

$$X : [(\theta_1 m_1 b_1 / \theta_2 m_2 b_2)_n]_{sL}$$

که در آن:

X (اختیاری) تعداد کل لایه ها را مشخص می کند (به بند الف-۴ مراجعه کنید).
 زیر نویس ۱ و ۲ و غیره برای مشخص کردن لای خاص (یا مجموعه ای از لایها) با آرایش یافتگی θ ، نوع ماده b، و تعداد لایه های m به کار می روند.

θ آرایش یافتگی لای، بر حسب درجه، نسبت به جهت مرجع است، که به صورت زاویه بین $0^\circ \pm$ و $90^\circ \pm$ بیان می شود (به شکل الف-۱ مراجعه کنید). در نوارهای تک سویه، آرایش یافتگی لا در جهت الیاف است. در پارچه ها،

آرایش یافتگی لا در جهت تار منسوج است. در الیاف خاص (مانند الیاف چند محوری) آرایش یافتگی لا باید در توضیح سیستم شناسه گذاری که نشان دهنده‌ی انواع مواد به کار رفته (به b که در زیر آمده است مراجعه کنید) بیان شود. در پارچه‌ها باید از یک علامت منفی استفاده شود، عدم وجود علامت منجر به فرض نادرست زاویه مثبت خواهد شد.

m تعداد لاهای آرایش یافتگی خاص انباشته شده روی هم است.

b بیانگر نوع ماده (مانند b_x ، b_{x+1} و غیره) است، در مواردی که مواد مختلف استفاده شوند (انواع مختلف الیاف و / یا شکل‌های مختلف الیاف)، توضیحی از آن در یک یادداشت ارائه می‌شود.

n تعداد لا یا مجموعه‌ای از لاه که با همان ترتیب آرایش یافتگی، پشت سرهم انباشته شده‌اند. این چنین مجموعه‌هایی در میان پرانتز قرار می‌گیرند.

s به عنوان زیرنویس برای نشان دادن تقارن هندسی حول صفحه میانی به کار می‌رود (به عبارت دیگر، وقتی لاه در یک نیمه چندلایه به شکل تصویر آینه‌ای در نیمه دیگر تکرار می‌شوند).

f به عنوان زیرنویس برای نشان دادن یک پارچه، یا این می‌تواند با یک یادداشت نشان داده شود (به b در بالا مراجعه کنید). لاهای الیاف تک سویه این نمایه پایین را ندارند.

L راهنمایی‌های بیشتری را نشان می‌دهد که به آرایش یافتگی لا ارتباط نداشته، ولی به حالت لا مانند بالا-پایین^۱، ستاره‌ای^۲، تودرتویی^۳، لفاف پیچی^۴ و غیره ارتباط دارد. این موارد باید به طور کامل در یادداشت‌های پیوستی توضیح داده شوند.

الف-۴ گردآوری شناسه گذاری

سیستم شناسه گذاری انباشتگی به شکل زیر گردآوری می‌شود:

- آرایش یافتگی لاه در سیستم شناسه گذاری از چپ به راست فهرست می‌شود، از صفحه مرجع شروع و به سمت مخالف چندلایه پیش می‌روند؛

- بین هر لا یک علامت (/) قرار می‌گیرد (مانند ۰/۹۰/۰)؛

- مجموعه‌ای از لاهای یک نوع خاص انباشته شده با هم در داخل پرانتز قرار می‌گیرند، به دنبال آن تعداد لایه‌های این نوع (m) یا، برای ترتیب تکراری لاه، تعداد دفعاتی که این ترتیب تکرار می‌شود (n) بیان می‌شود؛

- گروه برای شناسه گذاری کامل استفاده قرار می‌شود؛

- زیرنویس "S" پس از دومین گروه اضافه می‌شود، اگر ترتیب لایه گذاری شناسه گذاری شده در جهت معکوس پس از صفحه وسطی تکرار شود (در صورتی که چندلایه حول صفحه وسطی متقارن باشد)؛

- 1-Flip-Flop
- 2- Staggered
- 3-Wrap face
- 4- Nested

- لایه مرکزی تکی که در لایه گذاری متقارن تکرار نشده است، با نمادی مشخص می‌شود که نشان دهنده آن لا یا با علامت (ا) به دنبال نماد نشان دهنده لایه است.

به طور دلخواه می‌توان تعداد کل لایه‌ها را (X) (لایه‌های تک سویه و لایه‌های پارچه هر کدام یک واحد حساب می‌شوند) را در اول سیستم شناسه گذاری نوشته و پس از آن یک ویرگول قرار داد.

الف-۵ کدهای کامپیوتری

در کدهای کامپیوتری که نمی‌توان از نمایه پایین استفاده کرد، نمایه پایین باید بعد از علامت(:) نوشته شود. نمونه‌ای از شناسه گذاری با کد کامپیوتری به صورت زیر است:

یادداشت(ها) در صورت وجود ترتیب انباشته تعداد لایه صفحه مرجع استاندارد
 پارچه بافته شده شیشه‌ای $b_1 =$: $[b_2 : (90/0) : 2b_1 : 45]$ ۷: صفحه زیری ۱۱۵۸۹-۴
 نوار شیشه‌ای تک سویه $b_2 =$
 که معادل توصیف کامل $[45_f / 45_f / 90/0/90 / 45_f / 45_f]$ است.

الف-۶ مثال‌ها

صفحه مرجع-پایینی	۰	بالا
شناسه گذاری $[0 / 90]_s$	۹۰	-S
نمایش کامل $[0 / 90 / 90 / 0]$	۹۰	پایین
کد کامپیوتری $[0 / 90]_s$	۰	
صفحه مرجع-پایینی	۰	بالا
شناسه گذاری $[0 /]_{s90}$	۹۰	-S
نمایش کامل $[0 / 90 / 0]$	۰	پایین
کد کامپیوتری $[0 / 90 \setminus]_s$		
صفحه مرجع-پایینی	۰	بالا
شناسه گذاری $[-45_f / 0 / 90 / 0]$	۹۰	-S
نمایش کامل $[-45_f / 0 / 90 / 0]$	۰	پایین
کد کامپیوتری $[-45_f / 0 / 90 / 0]$	-۴۵	پارچه
صفحه مرجع-پایینی	+۴۵	بالا
شناسه گذاری $9 : [(\pm 45)_2 / 0]_s$	-۴۵	
نمایش کامل $[45 / -45 / 45 / -45 / 0 / -45 / 45 / -45 / 45]$	+۴۵	
کد کامپیوتری $9 : [(45 / -45) / 0 \setminus]_s$	-۴۵	-S
	۰	
	-۴۵	
	+۴۵	

	-۴۵	پایین
	+۴۵	
<p>صفحه مرجع-پایینی</p> <p>شناسه گذاری $L = [۴۵ f ۶]$ ($L =$ حالت تلپ-تلوپ)</p> <p>نمایش کامل $L = [۴۵ f / ۴۵ f / ۴۵ f / ۴۵ f / ۴۵ f / ۴۵ f /]$ ($L =$ حالت تلپ-تلوپ)</p> <p>کد کامپیوتری $L = [۴۵: f ۶]$</p>	۴۵ پارچه	بالا
	۴۵ پارچه	
	۴۵ پارچه	پایین
	۴۵ پارچه	
	۴۵ پارچه	
	۴۵ پارچه	
<p>صفحه مرجع-پایینی</p> <p>شناسه گذاری $s = [۴۵ / ۰ / -۴۵ / ۹۰]$ یا $s = [۴۵ / ۰ / -۴۵ / ۹۰]$</p> <p>نمایش کامل $s = [۴۵ / ۰ / -۴۵ / ۹۰ / ۴۵ / ۰ / -۴۵ / ۹۰ / ۹۰ / -۴۵ / ۰ / ۴۵ / ۹۰ -۴۵ / ۰ / ۴۵]$</p> <p>کد کامپیوتری $s = [۴۵ / ۰ / -۴۵ / ۹۰]$: ۲ یا $s = [۴۵ / ۰ / -۴۵ / ۹۰]: ۲$</p>	۴۵	بالا
	.	
	-۴۵	
	۹۰	
	۴۵	
	.	
	-۴۵	-s
	۹۰	
	۹۰	
	-۴۵	
	.	
	۴۵	
	-۴۵	پایین
	۹۰	
.		
۴۵		

پیوست ب
(اطلاعاتی)

دقت

داده‌های دقت ارائه شده در جدول ب-۱ مربوط به محصول یک نوبت تولید پیش آغشته اپوکسی/الیاف کربن با مهاجرت کم است که به طور مستقیم به ۸ محل داده شده‌اند. در هر محل صفحات آزمون را مطابق با استاندارد EN 2565 در ۳ ضخامت با استفاده از اتوکلاو تحت شرایط زمان/فشار مشخص شده توسط سازنده تهیه کرده‌اند. آزمون‌ها ماشین‌کاری شده و با استفاده از تعدادی از روش‌های آزمون کیفیت در یک محل آزمون شده‌اند. جدول ب-۱ داده‌های دقت برای آزمون‌های گرفته شده از صفحات ساخته شده با استفاده از اتوکلاو در ۸ محل متفاوت

انحراف استاندارد متوسط R %	تجدیدپذیری R %	انحراف استاندارد متوسط r %	تکرارپذیری r %	مقدار میانگین	ضخامت صفحه	خاصیت
۴٫۴	٪۸٫۴۴	۱٫۴	٪۲٫۴۴	٪۶۹٫۳	۱ mm	جزء جرمی الیاف
۳٫۵	٪۶٫۵۴	۲٫۵	٪۵٫۴۳	٪۶۷٫۱	۲ mm	
۲٫۲	٪۴٫۳۵	۱٫۵	٪۳٫۴۱	٪۶۹٫۲	۵ mm	
۷٫۶	۲۲٫۴ MPa	۳٫۴	۱۰٫۰ MPa	۱۰۴ MPa	۲ mm	ILSS (استاندارد ISO 14130)
					۲ mm	آزمون انعطاف پذیری (استاندارد ISO 14125)
۹٫۱	۳۱٫۳ GPa	۲٫۰	۶٫۸۱ GPa	۱۲۲ GPa		E ₁₁
۸٫۵	۱٫۸۹ GPa	۲٫۶	۰٫۵۸ GPa	۷٫۹۶ GPa		E ₂₂
۶٫۴	۳۲۱ MPa	۴٫۹	۲۴۶ MPa	۱۷۸۰ MPa		S ₁₁
۱۳٫۲	۵۶٫۰ MPa	۹٫۴	۳۹٫۹ MPa	۱۵۱ MPa		S ₂₂

پوست پ

(اطلاعاتی)

کتابنامه

- [1] EN 2374, Aerospace series — Glass fibre reinforced mouldings and sandwich composites — Production of test panels
- [2] prEN 2565, Preparation of carbon fibre reinforced resin panels for test purposes
- [3] ASTM D 5687, Standard Guide for Preparation of Flat Composite Panels with Processing Guidelines for Specimen Preparation
- [4] ISO 14125, Fibre-reinforced plastic composites — Determination of flexural properties
- [5] ISO 14130, Fibre-reinforced plastic composites — Determination of apparent interlaminar shear strength by short-beam method
- [6] SIMS, G.D., Validation results from VAMAS and ISO round-robin exercises, 10th International Conference on Composite Materials, Canada, 1995