

تحلیل اثرات دمای محیطی بر روی رزین پلی استر با استفاده از آزمون دمای خمش گرمایی

زهرا مسعودی^۱، عباس زارعی کردشولی^۲، کامبیز عالمپور^۳

1- فارس - خرم بید - کیلومتر 11 جاده دستجرد - کارخانه پیشتاز صنعت پارس خرم

2- فارس - خرم بید - کیلومتر 11 جاده دستجرد - کارخانه پیشتاز صنعت پارس خرم

3- شیراز - فرهنگشهر - دفتر مرکزی - شرکت پیشتاز صنعت پارس خرم

abbaszareh@gmail.com

چکیده

رزین های گرماسخت پلی استر دارای کاربرد فراوان در صنایع مختلف فایبرگلاس می باشند. رزین های گرماسخت از دو جزء اصلی تشکیل میگردند، پایه رزین که شامل اجزایی مانند عامل پخت، سخت کننده، بازدارنده و نرم کننده است و پرکننده ها و یا تقویت کننده هایی که ممکن است شیشه یا الیاف و پرکننده های معدنی، پارچه یا کاغذ باشند. در کامپوزیت ها، پایه رزین معمولاً غالب بوده که تعیین کننده ویژگی عملکردی و خواص ساختاری آن می باشد. پرکننده ها و تقویت کننده ها تا حدودی بر این خواص تاثیر دارند، اما بیشترین اثر را بر روی استحکام و چقرمگی دارند. رزین های گرماسخت شامل آلکیدیها، اپوکسی ها، فنولیک ها، پلی استرها و پلی یورتان ها می باشند. در این مقاله اثرات دمای محیطی در ساختار رزین پلی استر با استفاده از آزمونهای استاندارد HDT مورد ارزیابی قرار میگیرد. نتایج این مقاله در خصوص بکارگیری روشهای تحقیقاتی مرتبط با رزین های پلی استر و خصوصاً تغییر خواص مکانیکی این رزین ها در اثر شرایط محیطی (در زمان سخت شدن) از اهمیت زیادی برخوردار می باشد. این تحقیق در خصوص روشهای ساخت کامپوزیت ها و حذف پارامترهای محیطی اثرگذار حایز اهمیت می باشد.

واژه های کلیدی: تست HDT - رزین گرما سخت - اثرات دمایی

مقدمه:

در رزین های پلی استر دمای محیطی دارای اثرات تعیین کننده ای در ساختار مکانیکی رزین ها پس از سخت شدن می باشد. یکی از روشهای مهم در این زمینه تست HDT می باشد. دمای خمش گرمایی یا دمای اعوجاج

1- کارشناس ارشد شیمی - کارشناس آزمایشگاه شرکت پیشتاز صنعت پارس خرم

2- کارشناس ارشد پلیمر - مدیر کنترل کیفیت شرکت پیشتاز صنعت پارس خرم

3- کارشناس ارشد مکانیک - مدیر تحقیق و توسعه شرکت پیشتاز صنعت پارس خرم 09172575497

گرمایی (HDT) دمایی است که در آن یک نمونه پلیمری یا پلاستیکی تحت یک بار مشخص، تغییر شکل می‌دهد. این ویژگی مواد پلاستیکی در بسیاری از وجوه طراحی محصول، مهندسی و تولید محصولات با اجزای گرما سخت به کار می‌رود. در ترموست‌ها زنجیرهای مولکولی توسط پیوندهای عرضی به هم متصل هستند و در نتیجه شبکه ای از پیوند های سه بعدی به وجود می‌آورند. چنین پیوند هایی در اثر انجام عملیات پخت ایجاد می‌شوند. این پلیمرها در اثر اعمال حرارت سخت می‌شوند اما پس از ایجاد شبکه، امکان ذوب شدن و تغییر شکل مجدد را ندارند مگر این که حرارت باعث سوختن و تجزیه حرارتی آن‌ها در دماهای بالا گردد. عملیات پخت معمولاً یک واکنش شیمیایی است که باعث تردی و شکننده شدن ماده می‌شود و چقرمگی پلیمر را از بین می‌برد. بر اساس نوع کاتالیزور انتخابی، امکان شبکه‌ای شدن این رزین‌ها حتی در دمای اتاق نیز وجود دارد و زمان گیرش آن‌ها از چند دقیقه تا چند ساعت متغیر است. مواد گرما سخت به شکل مایع و یا اجزای نیمه واکنش شده به سازنده عرضه می‌شوند. گرماسخت‌ها بطور معمول توسط کاتالیزور و با حرارت به شکل قطعه مورد نظر تبدیل می‌شوند. در بسیاری از حالات، واکنش‌های مواد گرما سخت، گرمازا است، یعنی تولید حرارت در حین واکنش می‌نماید. در این مواد، باید حرارت در داخل قالب و قبل از خروج قطعه از قالب از قطعه گرفته شود. بعضی گرماسخت‌ها مانند آمیزه قالبگیری ورقه‌ای (SMC) دارای "عمر انبارش" بود و باید در دمای پایین نگهداری شوند تا عمر استفاده از آنها افزایش یابد. این مواد در حین فرایند، واکنش داده و تشکیل ساختار شبکه‌ای (با اتصالات جانبی) می‌دهند که نمی‌توانند دوباره ذوب و فرایند پذیر شوند. گرماسخت‌های ضایعاتی یا خرد شده باید دور ریخت شوند و یا به عنوان پُرکننده در دیگر محصولات استفاده شوند. تاکنون روشهای مختلفی در زمینه تعمیرات صنعت نفت و گاز پیشنهاد گردیده و این روشها به جهات مختلف دارای مزایا و معایب خاص خود می‌باشند.

شرایط کلی و روش آزمون:

این آزمون میزان دمای مناسب برای تغییر شکل 0.25mm نمونه‌های مستطیل شکل که بر طبق استاندارد آماده سازی شده اند را در برابر اعمال نیروی یک میله و وزنه‌ی مناسب در روغنی که دمای آن در حال افزایش است را اندازه گیری می‌کند.

دستگاه انجام دهنده این آزمون انواع مختلفی را دارا می‌باشد:

1- تک ایستگاه

2- دو ایستگاه

3- سه ایستگاه

این دستگاه ها قابلیت انجام هر دو آزمون را فقط با تعویض کردن محل قرارگیری نمونه و میله اعمال کننده فشار بر آن را دارا می باشد. امکان قرار دادن چندین نمونه به طور همزمان در ایستگاه های این دستگاه امکان مقایسه ی بهتر و دستیابی به نتایج با سرعت بیشتر را فراهم می نماید. گرمای مورد نیاز برای ایجاد این تغییر شکل توسط روغن سیلیکونی که در مخزن دستگاه قرار دارد تامین میگردد. روغن سیلیکون یک سیال هادی گرمایی خوبی می باشد که توسط سیستم گرمایشی دستگاه گرم می شود. دمای آن افزایش می یابد تا زمانی که دستگاه مقدار 0.25 mm تغییر شکل را برای آزمون HDT نشان دهد. گرمای تولید شده در تمامی نقاط باید یکسان باشد این کار توسط همزنی که در مخزن دستگاه می باشد انجام می گیرد. همزن با چرخش خود سیال را در تمامی نقاط مخزن پراکنده می کند و سبب ایجاد دمای یکنواخت در تمامی ایستگاه ها می شود.

دستگاه ها و ابزارهای مورد استفاده :

1- حمام روغن : این حمام باید شامل یک همزن ، دماسنج و گرمکن باشد . از همزن برای ایجاد دمای یکنواخت در تمامی نقاط استفاده می شود . نمونه باید تا 35 mm در نمونه فرو برود.

2- روغن : می تواند شامل روغن سیلیکون ، گلیسرین ، اتیلن گلیکول و ... باشد.

3- نگهدارنده نمونه : برای نگه داشتن نمونه در حمام روغن مورد استفاده قرار می گیرد.

4- وزنه : دو نوع وزنه برای ایجاد این آزمون استفاده می شود $N10$ و $N50$ ، که مجموع وزن نیدل و وزنه ی روی هم این مقادیر را تشکیل می دهند.

آماده سازی نمونه ها جهت تست :

در این آزمون ابتدا 100gr رزین را وزن نموده و دمای آن را به $15\text{ }^\circ\text{C}$ می رسانیم و با توجه به اینکه دمای محیط نیز باید $15\text{ }^\circ\text{C}$ باشد 1.3gr کاتالیست و 0.2gr کبالت را به رزین اضافه نموده و رزین را خوب مخلوط می کنیم و در قالب استخوانی میریزیم باید توجه داشت که طول نمونه 127 mm و عرض آن 13 mm و ضخامت آن بین 3 mm تا 13 mm می باشد نمونه ها باید دارای سطح صاف و عاری از هر گونه نقص باشد. (نمونه ها در دمای $25\text{ }^\circ\text{C}$ و $35\text{ }^\circ\text{C}$ نیز به همین روش آماده می شود) . در انجام آزمون HDT پس از آماده سازی نمونه با ابعاد مناسب و نیز تعیین

وزنه مناسب جهت اعمال یکی از دو مقدار تنش ثابت 0.455Mpa یا 1.82 Mpa به نمونه ، وزنه ها بر روی میله ای که با سطح نمونه مماس شده است قرار می گیرند در این لحظه باید دقت نمود که پس از قرار دادن نمونه در داخل حمام در ابتدا 5 دقیقه به نمونه فرصت داده شود و سپس نشانگر میزان انحراف صفر گردد ، و آزمون آغاز گردد در این هنگام دمای سیال با سرعت 2°C/min شروع به بالا رفتن می کند بعد از ایجاد تغییر شکل 0.25mm دمای بدست آمده باید ثبت گردد.

نتایج آزمون :

بر اساس مواردی که توضیح آن در بخشهای قبل داده شد در سه مرحله تستهای مرتبط با رزین پلی استر در سه دمای متفاوت صورت پذیرفت . در این زمینه اطمینان از یکی بودن شرایط تست و دقت نتایج در این مرحله بسیار مهم بوده است و نتایج تستها در جدول شماره یک آمده است.

جدول 1- نتایج تست HDT در دماهای 15 °C و 25 °C و 35 °C

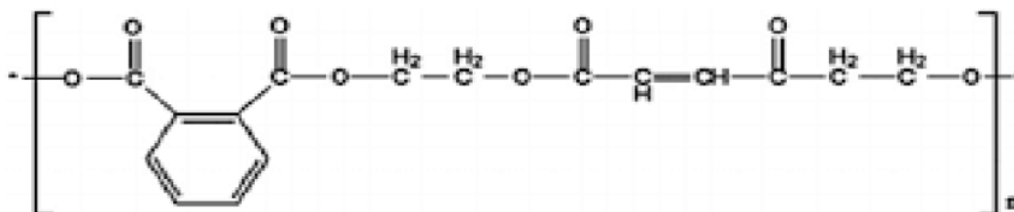
ردیف	دمای محیطی	شماره نمونه	نتیجه دمای خمش گرمایی
1	15 °C	A101	58.2° C
2	15 °C	A102	58.2° C
3	15 °C	A103	58.1° C
4	25 °C	B101	63.8 ° C
5	25 °C	B102	63.9 ° C
6	25 °C	B103	63.7 ° C
7	35 °C	C101	77.8 ° C
8	35 °C	C102	77.7 ° C
9	35 °C	C103	77.8 ° C

همانگونه که ملاحظه میشود تغییرات دمای محیطی به نحو محسوسی بر دمای خمش گرمایی رزین موثر بوده و نتایج در کلیه موارد نشان دهنده اختلاف قابل توجه دمای خمش گرمایی بر اثر دمای محیط می باشد . این نکته لزوم توجه جدی به دمای محیط را در زمان آماده سازی نمونه های تست مشخص میسازد و مجدداً بر این نکته تاکید میشود که در زمان انجام تستهای HDT کلیه موارد مرتبط با آماده سازی نمونه های تست به دقت رعایت

شود. در این زمینه رعایت دمای محیطی مناسب و خصوصاً " توجه به دمای کلی مخازن در زمان مخلوط نمودن رزین با شتاب دهنده و کبالت دارای نقشی اساسی در تثبیت وضعیت ساختار مکانیکی رزین می باشد. از نتایج این تحقیق می توان در زمینه رفتار مکانیکی رزین های دما سخت تحت تاثیر شرایط محیطی مختلف و دماهای متفاوت استفاده نمود.

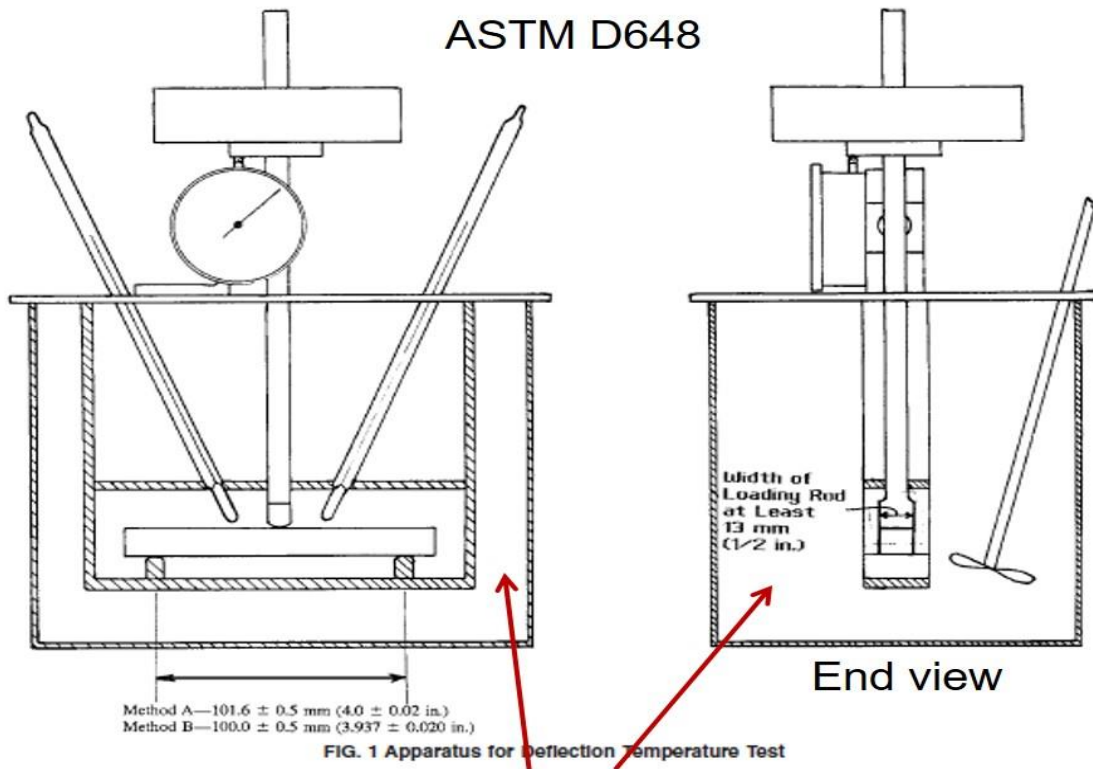
مراجع:

- 1- **Unsaturated Polyester Resins: Fundamentals, Design, Fabrication, and Applications** explains the preparation, techniques and applications relating to the use of unsaturated polyester resin / Sabu Thomas, Mahesh Hosur, Cintil Jose Chirayil Rate and review/2019
- 2- **Modern Polyesters: Chemistry and Technology of Polyesters and Copolyesters/Editor(s): John Scheirs Timothy E. Long/First published:21 June 2004**
- 3- **SACMA, Safe Handling of Advanced Composite Materials Components: Health Information, Suppliers of Advanced Composite Materials Association, Arlington, VA, 1989.**
- 4- **A.C. Marshall, Composite Basics, Third Edition, Marshall Consulting, Walnut Creek, CA, Dec 2014.**
- 5- **Heat Deflection Temperature ASTM D648, ISO 75, 2011**



Unsaturated polyester resin (UPR)

شکل 1- فرمولاسیون رزین غیر اشباع پلی استر



Temperature controlled fluid

شکل 2-نمای کلی از دستگاه HDT و نحوه عملکرد آن و وضعیت قرار گیری قطعات در حمام روغن



شکل شماره 3 - فرآیند تست HDT در آزمایشگاه مرکزی شرکت پیشتاز صنعت پارس خرم