

تحلیل مقایسه ای تغییرات رفتار مکانیکی یک نمونه رزین ونیل استر با درصدهای تعریف شده از افزودنیهای مقاوم به آتش و ضد اشعه فرا بنفش

عباس زارعی کردشولی^۱، جواد نیکوبخت^۲

۱- صفاشهر - جاده دستجرد - کارخانه شرکت پیشتاز صنعت پارس خرم
۲- صفاشهر - جاده دستجرد - کارخانه شرکت پیشتاز صنعت پارس خرم

abbaszareh@gmail.com

چکیده

با توجه به نیازهای اجرایی در پروژه های صنعتی با افزودن تینووین (Tinuvin 326) به رزین بکار رفته در لوله های کامپوزیتی از اثرات مخرب تابش نور مستقیم و خصوصا اشعه فرا بنفش به این لوله ها به مقدار قابل ملاحظه ای کاسته میشود. همچنین در برخی تولیدات صنعتی و بنا به نیازهای عملیاتی به رزین های به کار رفته در تولید لوله های کامپوزیتی موادی اضافه میشود تا در جریان حریق و قرار گرفتن در معرض آتش با تاخیر بیشتری بسوزند که اصطلاحاً "ایجاد کننده تاخیر در فرایند آتش (fire retardant) نامیده میشوند. در این مقاله اثرات تغییرات رفتار مکانیکی یک نمونه رزین ونیل استر یک پروژه صنعتی با اضافه شدن تینووین (Tinuvin 326) و هم چنین تری اکسید آنتی مووان (Antimony Trioxide) با درصد های ترکیبی متفاوت مورد تحلیل و ارزیابی قرار گرفته است. نتایج این تستها در خصوص ترکیب این مواد در خصوص تولید لوله های ضد حریق نصب شده در محوطه های باز حایز اهمیت می باشد. در این پژوهش درصد ترکیبی مواد افزودنی در حالت های مختلف برای رزین ونیل استر صورت گرفته است و این مسئله در خصوص درک مفاهیم مهندسی تغییر رفتار مکانیکی رزین قابل بررسی می باشد.

واژه های کلیدی: رزین ونیل استر - تینووین - تری اکسید آنتی مووان - خواص مکانیکی

مقدمه

لوله های فایبرگلاس در سالهای اخیر به نحو گسترده ای در صنایع مختلف مورد استفاده قرار میگیرند (شکل ۱). این لوله ها بسته به نوع طراحی و موارد مرتبط با طراحی صنایع در بخشهای متفاوت به کار گرفته میشوند. بخش زیادی از لوله های فایبرگلاس در سالهای اخیر در بخشهای مهم صنایع نفت و گاز و پتروشیمی نیز مورد استفاده قرار میگیرند [1]. لازمه استفاده از لوله های فایبرگلاس در صنایع شیمیایی و نفت و گاز استفاده از رزین های ونیل استر و یا اپوکسی می باشد و به جهت نوع نیازمندی و موارد مرتبط با سیال درون لوله و فشار کاری و سفتی مورد نظر طراحی خاص لوله در زمان تولید لوله صورت می پذیرد. با توجه به نوع نیازمندی طراحی (technical requirement) مواد و افزودنی های خاصی به رزین اضافه میگردد تا خواص مورد نظر لوله در رابطه با ویژگیهای مورد نظر از نظر مقاومت در برابر آتش و نور خورشید تامین شود. اضافه نمودن

۱- کارشناس ارشد پلیمر - مدیر آزمایشگاه کنترل کیفی آزمایشگاه شرکت پیشتاز صنعت پارس خرم ۰۹۱۷۳۵۱۸۵۹۹
۲- کارشناس شیمی - سرپرست بخش آنالیز دیتا آزمایشگاه کنترل کیفی شرکت پیشتاز صنعت پارس خرم ۰۹۳۷۶۵۴۵۱۸۱

، Tinuvin 326 با درصد های تعیین شده بر ویژگیهای لوله‌های در معرض نور خورشید موثر بوده و از تغییر رنگ لوله و افت خواص آن جلوگیری می نماید [۲]. همچنین اضافه نمودن تری اکسید آلومینیوم و تری اکسید آنتی موان در رزین با درصد های تعریف شده در خصوص افزایش مقاومت مواد کامپوزیتی به آتش و تاخیر در آتش حائز اهمیت می باشد . با توجه به اهمیت فرآیند در این زمینه تستهای مرتبط با مقاومت در برابر آتش بر روی تجهیزات کامپوزیتی تولید شده صورت می پذیرد (شکل ۲). در این تحقیق درصد های خاصی از تینووین ۳۲۶ و تری اکسید آنتی موان به رزین ونیل استر اضافه گردیده است . ویژگیها و اطلاعات مربوط به تینوین ۳۲۶ و تری اکسید آنتی موان جدول شماره یک ارایه گردیده است [3] [4].

جدول ۱- ویژگیهای تینوین ۳۲۶ و تری اکسید آنتی موان مورد استفاده در آزمون

تری اکسید آنتی موان	تینوین ۳۲۶
Sb ₂ O ₃	2-(5-chloro-2H-benzotriazol-2-yl)-6-(1,1-dimethylethyl)-4-methyl
Whiteness 95	Melting point 138- 141 c
Average particle 0.4-0.9 μm	Bulk density 130-220 g/l
Transmittance of EG solution 95	Vapor pressure(20 c) 7.5 pa

این تستها با رزین ونیل استر (Vinyl ester) انجام شده است . علت استفاده از این رزین در فرآیند تستها به سبب فراگیر بودن این نوع رزین در صنایع شیمیایی و صنایع نفت و گاز می باشد و به صورت معمول از رزین های پلی استر در این بخش از صنایع استفاده نمی شود [۵]. ویژگیها و خواص مربوط به رزین ونیل استر (Vinyl ester) مورد آزمون در جدول شماره ۲ ذکر گردیده است [6].

جدول ۱- نتایج آزمون تست رزین ونیل استر مورد استفاده در آزمون

Test result of resin			
Test	Unit	Results	Standard
Gel Time	Minute	12.5	Internal method
Viscosity at 25 C	second	370	ISO 2431
Acid number	mg KOH/g	14	ISO 2114
Exothermic Peak	Degree of centigrade	160	Internal method
Time of exothermic peak	Minute	21	Internal method
Dilute ability by styrene	phr	99	Internal method
Solid content	Percent	58.5	ISO 3251

روش آزمون و تست مرحله اول

در خصوص انجام تستهای مربوط به فرآیند دو آزمایش اصلی مکانیکی بر روی نمونه های رزین اعمال گردید . جهت انجام تست کشش قطعات رزین در قالبهایی با ضخامت ۵ میلی متر و عرض ۱۲٫۵ با ۱۶۵ میلی متر طول در شرایط استاندارد آماده

گردیدند. به جهت اطمینان از روند تست برای هر یک از موارد سه نمونه تست آماده گردید. لازم به ذکر است که آزمون اول در رابطه با کشش نمونه های رزین بر اساس استاندارد ASTM D638 و با استفاده از دستگاه کشش سناف صورت گرفته است [7]. به جهت اطمینان از روند تست برای هر یک از موارد سه نمونه تست آماده گردید. این آزمون در سه مرحله برای قطعات رزین صورت گرفته است و نتایج مربوط به این تستها در جدول شماره یک ارائه شده است.

جدول ۲- نتایج آزمون تست کشش (Tensile Test) قطعات رزین (واحد مگا پاسکال MPa)

مشخصات و ویژگیهای رزین مورد آزمون	نمونه تست اول	نمونه تست دوم	نمونه تست سوم
رزین وینیل استر بدون هیچگونه افزودنی	81 MPa	80.3Mpa	80Mpa
رزین وینیل استر همراه با 0.5% تینووین	80,2MPa	80Mpa	80.5Mpa
رزین وینیل استر همراه با 0.5% تری اکسید آنتیموان	83.6 MPa	83.5Mpa	83.5Mpa
رزین وینیل استر همراه با 0.5% تینووین و 1.5% تری اکسید آنتیموان	88 MPa	88.5Mpa	88Mpa
رزین وینیل استر همراه با 1.5% تینووین و 0.5% تری اکسید آنتیموان	84.1 MPa	84.3Mpa	84Mpa
رزین وینیل استر همراه با 3% تینووین	91 MPa	90.1Mpa	90.2Mpa
رزین وینیل استر همراه با 3% تری اکسید آنتیموان	87 MPa	87Mpa	87Mpa

روش آزمون و تست مرحله دوم

آزمون دوم در خصوص بررسی دمای اعوجاج گرمایی رزین ها صورت پذیرفت. دمای اعوجاج گرمایی رزین به روش تعیین شده در استاندارد ASTM D648 و ISO 75 تعیین می شود [8]. این آزمون یکی از مهمترین آزمونهای مرتبط با ویژگی خاص رزین می باشد. نمونه آزمون تحت یک بار خمشی سه نقطه ای قرار می گیرد. در این آزمون دما با نرخ ۲ درجه سانتی گراد بر دقیقه افزایش می یابد تا نمونه به اندازه ۰/۲۵ میلی متر خم شود. این روش آزمون مشابه رویه ذکر شده در استاندارد ISO 75 است. یکی از محدودیت های مرتبط با اندازه گیری HDT (Heat deflection temperature) این است که نمونه ها، به خصوص نمونه های ضخیم، از نظر دمایی همسانگرد نیستند و دارای یک شیب (گرادیان) دمایی خواهند بود. HDT یک ماده مشخص نیز ممکن است به تنش های اعمال شده به آن حساس باشد، که این تنش ها به ابعاد نمونه بستگی دارد. انتخاب خمشی ۰/۲۵ میلیمتری اختیاری بوده و معنای فیزیکی خاصی ندارد. در خصوص انجام تستهای مربوط به فرآیند دو آزمایش عمده رزین مورد توجه قرار گرفت. جهت انجام تست کشش قطعات رزین در قالبهایی با ضخامت ۵،۵ میلی متر و عرض ۱۲ با ۱۳۰ میلی متر طول در شرایط استاندارد آماده گردیدند.

جدول ۲- نتایج آزمون تست HDT (قطعات رزین (واحد °C)

مشخصات و ویژگیهای رزین مورد آزمون بر اساس استاندارد	نمونه اول	نمونه دوم	نمونه سوم
رزین وینیل استر بدون هیچگونه افزودنی	106.8	106.8	106.6
رزین وینیل استر همراه با 0.5% تینووین	105.2	105.4	105.2
رزین وینیل استر همراه با 0.5% تری اکسید آنتیموان	107.1	107.2	107.2
رزین وینیل استر همراه با 0.5% تینووین و 1.5% تری اکسید آنتیموان	112.1	112.2	112.2
رزین وینیل استر همراه با 1.5% تینووین و 0.5% تری اکسید آنتیموان	109.7	109.7	109.6
رزین وینیل استر همراه با 3% تینووین	108.6	108.5	108.5
رزین وینیل استر همراه با 3% تری اکسید آنتیموان	110.6	110.4	110.6

نتیجه گیری

نتایج تستهای آزمون کشش رزین نشان میدهد که با افزودن درصدهای کمی از تینووین و تری اکسید آنتی مووان خواص مکانیکی رزین بهبود می یابد. به جهت اطمینان از روند آزمونها کلیه مراحل آزمون در یک مرحله و توسط شرایط یکسان و در دمای محیطی کنترل شده انجام شده است. نتایج تستهای کشش نشان میدهد که با افزودن تری اکسید آنتی مووان و تینووین شاهد افزایش خواص مکانیکی رزین (تست کشش) می باشیم و در این زمینه ترکیب هر دو ماده با درصد های مشخص نیز سبب افزایش خواص مکانیکی رزین (تست کشش) می باشد. البته باید به این نکته اشاره نمود که بر اساس نتایج تست ، تری اکسید آنتی مووان به نسبت تینووین ۳۲۶ با درصد های یکسان مقاومت مکانیکی (کشش) رزین را به میزان بیشتری افزایش میدهد. نتایج تستهای مرحله دوم نمونه های رزین و ارزیابی دمای اعوج گرمایی نشان میدهد که اضافه نمودن درصد های کمی از تینووین دمای اعوج گرمایی را تا حدود یک درجه کاهش میدهد و در تستهای مواد ترکیبی آنتی مووان و تینووین شاهد بهبود نتایج تست می باشیم و نتایج تست ترکیب تینووین و تری اکسید آنتی مووان نشان میدهد که استفاده همزمان این مواد نه تنها مشکلی را بوجود نمی آورد و در خصوص تستهای HDT شاهد بهبود نتایج تست می باشیم. در حقیقت استفاده از درصد های تعریف شده ترکیبی از تینووین و تری اکسید آنتی باعث بهبود عملکرد مکانیکی رزین در تستهای HDT میگردد ، ضمن آنکه در رابطه با تستهای کشش نتایج مورد قبول می باشد. نتایج بدست آمده از این تحقیق در خصوص بکارگیری درصد های مشخص از مواد ضد حریق و مواد ضد UV در لوله و سازه های کامپوزیتی مورد استفاده در صنایع نفت و گاز و پتروشیمی حایز اهمیت می باشد و می توان از نتایج این تستها در خصوص بهبود خواص مکانیکی رزین های ونیل استر با اضافه نمودن مواد ضد حریق و مواد ضد UV استناد نمود.



شکل ۱- لوله های کامپوزیتی به نحو گسترده ای در اکثر زیرساخت های صنایع مورد استفاده می باشند و به جهت طراحی محیطی بسیاری از این لوله ها در فضای باز و در معرض مستقیم نور خورشید قرار دارند.



شکل ۲- فرآیند تست تاخیر در آتش لوله های فایبرگلاس از مهمترین اقدامات تولید لوله های صنعتی فایبرگلاس می باشد.

مراجع

- ۱ - غلامعلی خیاط خلقی - جواد آخوند زاده کاربرد مخازن ، لوله و اتصالات فایبرگلاس در صنایع ، نفت ، گاز و دریایی از نظر استانداردها/ کنفرانس کاربرد کامپوزیت در صنایع ایران در سال ۱۳۹۵
- ۲-سعید بویری- رئیس اداره بازرسی فنی و خوردگی فلزات شرکت بهره برداری نفت و گاز کارون- شرکت ملی مناطق نفت خیز جنوب - ۱۳۸۸/۷/۱۵- www.nisoc.ir
- 3 - Product data sheet – Product No 3404 Tinuvin 326-Benzotriazole UV absorber – 22 August 2019 –first edition
- 4-shangimay Chemical Industry – General catalog of chemical production page 231 - June 2017 – Shanghai – China
- ۵- جواد آخوند زاده -لوله و مخازن فایبرگلاس در معرض اشعه ی UV و دیگرعوامل جوی و خارجی از نقطه نظر استانداردهای بین المللی- کنفرانس کاربرد کامپوزیت در صنایع ایران در سال ۱۳۹۵
- 6- Polymer Iran-Chemical and Industrial Group – Data sheet of test certificate of vinyl ester resin- may 2020 – batch no 99210006-7- Code VE-200
- 7-ASTM D648 - 18 /Standard Test Method for Deflection Temperature of Plastics Under Flexural Load in the Edgewise Position- ASTM international
- 8- ASTM D638 - 14 Standard Test Method for Tensile Properties of Plastics-- ASTM international