

اثر نور ماوراء بنفش بر خواص مکانیکی پلی استایرن ضربه پذیر

رسول پرویززاد^۱، فردین سید نجفی^۲، محمد رضا حدادی^۳

ایران- تبریز- شرکت پتروشیمی تبریز- مرکز پژوهش- صندوق پستی (۳۵۴-۵۱۷۴۵)

r_parvizzad@tpco.ir

۱-۱. چکیده

پلاستیک‌ها در اثر قرار گرفتن در معرض شرایط جوی و نور خورشید بسته به ماهیتشان خواص فیزیکی و مکانیکی خود را از دست می‌دهند، پلی استایرن مقاوم به دلیل داشتن پلی بوتادین رابر (PBR) نسبت به پلی الفین‌ها کاهش بیشتری در خواص مقاومت به ضربه و افزایش زردی بعد از قرار گرفتن در برابر اشعه UV از خود نشان می‌دهد. عموماً جهت کاهش اثر عوامل جوی و نوری از مواد پایدارکننده نوری برای تهیه کامپاندهای پلیمری مقاوم در برابر عوامل نور خورشید استفاده می‌شود. در این تحقیق کامپاندهای پلی استایرن ضربه‌پذیر حاوی Tinuvin p و Tinuvin 770 با درصدهای وزنی 0.1, 0.5, 0.25 به روش melt blending توسط اکسترودر دوپیچه همسوگرد تهیه شده و تست‌های مقاومت در برابر ضربه و زردی بعد از قرار دادن نمونه‌ها در زیر اشعه uv با استفاده از دستگاه weathero-meter در فواصل زمانی 0, 100, 200, 300 ساعت انجام گردید. نتایج حاصل نشان داد که افت خواص مقاومت در برابر ضربه و افزایش شاخص زردی در نمونه‌های بدون مواد پایدارکننده بسیار سریعتر از کامپاندهای حاوی این افزودنی‌هاست.

واژه‌های کلیدی: پلی استایرن ضربه‌پذیر، پایدارکننده نوری، TINUVINP, TIUVIN 783

۱- مقدمه

فتواکسیداسیون پلیمر ترکیبی از عمل نور و اکسیژن بوده و بعنوان یک قاعده کلی، اکسیداسیون حرارتی، به روی فتواکسیداسیون افزوده می‌شود. بارزترین نتیجه این پدیده‌ها، تخریب ظاهری مواد است. در عین حال، خواص فیزیکی شیمیایی و مکانیکی مواد نیز تغییر می‌کند. بخاطر اینکه خیلی از رزین‌های سنتزی تحت تاثیر فتواکسیداسیون قرار می‌گیرند، پیدا کردن روش‌هایی برای متوقف و یا حداقل به تاخیر انداختن این نوع تخریب پلیمرها، کوشش اصلی صنعت بوده است. در نتیجه این تحقیقات، مواد مخصوصی بنام پایدارکننده‌های نوری یا پایدارکننده‌های UV گسترش یافتند که در فرآیندهای شیمیایی و فیزیکی تخریب ناشی از نور پلیمرها، مداخله می‌کنند [۱].

۱- رئیس آزمایشگاه مرکز پژوهش

۲- رئیس مرکز پژوهش

۳- پژوهنده

مهمترین ترکیبات پایدارکننده UV، 2 - هیدروکسی بنزوفنونها، 2 - هیدروکسی فنیل بنزوتتری آزولها، ترکیبات آلی نیکل و آمین های ممانعت شده هستند. سالیلانها، مشتقات سینامات، رزورسینول منو بنزوات، اگزانیلیدها و P- هیدروکسی بنزواتها نیز هر چند کمتر ولی استفاده می‌شوند. آمین‌های ممانعت شده آخرین پیشرفت‌ها در این زمینه هستند. در اغلب موارد، این ترکیبات کارایی بهتری نسبت به سایر پایدار کننده‌های نوری از خود نشان می‌دهند. محافظت پلاستیک‌ها از اثرات نور خورشید، با افزایش کربن بلک و سایر پیگمنت‌ها نیز حاصل می‌شود [۲].

اهمیت اقتصادی پلیمرهای استایرنی موجب انجام تحقیقات زیادی روی پایدارسازی هموپلیمرها و کوپلیمرهای پلی‌استایرنی در برابر تخریب ناشی از UV گردیده و در یافته‌اند که آنتی‌اکسیدان های فنولی، زردشدگی در کریستال پلی‌استایرن را کاهش می‌دهند. از تعیین کاهش استحکام کششی نهایی PS بعد از تابش UV، نتیجه‌گیری کرده‌اند که آنتی‌اکسیدان فنولی روی فتواکسیداسیون PS تأثیر نمی‌گذارد. افزایش سرعت تخریب نوری PS، که در غیاب آنتی‌اکسیدانهای فنولی مشاهده می‌شود، به اکسیداسیون های گسترده‌تر در جریان فرآیند ناشی از غلظت بالای گروه‌های استوفنون که قادر به شروع فتواکسیداسیون هستند، نسبت داده می‌شود. این یافته‌ها با یافته‌های در مورد PP مطابقت دارد. همچنین دریافته‌اند که HALS-1 محافظت خوبی در برابر فتواکسیداسیون به PS می‌بخشد [۳].

پیشگیری از زردشدگی در پلی‌استایرن معمولی و کوپلیمر آکرلونیتریل / استایرن (SAN) اهمیت بیشتری دارد. لذا، افزایش پایداری UV قطعات پلیمر در مواردی که در معرض تابش مستقیم UV قرار خواهند گرفت (مانند پوشش لامپ‌های فلورسنت)، ضروری است. در این مصارف با مصرف جاذب‌های UV بهبود ویژه‌ای در پایداری نوری کریستال PS در مقایسه با مصرف آنتی‌اکسیدان تنها ممکن می‌شود. در مورد پلی‌استایرن معمولی تقریباً بطور انحصاری از جاذب UV از نوع 2- (2- هیدروکسی فنیل) بنزوتتری آزول استفاده می‌شود [۳].

پلاستیک‌های استایرنی مانند کوپلیمرهای گرافت آکرلونیتریل بوتادی‌ان استایرن (ABS) و PS مقاوم در برابر ضربه، اساساً بخاطر وجود پلی‌بوتادی‌ان در آنها به اکسیداسیون خیلی حساس‌اند. تخریب در شرایط جوی از سطح پلیمر شروع شده و به از دست دادن سریع خواص مکانیکی مانند استحکام ضربه منجر می‌شود [۴].

مشخص شده که آنتی‌اکسیدانهای فنلی مقاومت در برابر زرد شدگی را در پلی‌استایرن کریستال افزایش می‌دهند (۵). همچنین از تعیین مقاومت کششی PS قرار گرفته در برابر اشعه UV مشخص شده است که آنتی‌اکسیدانهای فنلی در جلوگیری از فوتواکسیداسیون بی‌تاثیر هستند [۵].

استفاده از پایدار کننده‌های نوری از نوع آمین‌های ممانعت شده محافظت بهتری در برابر فوتواکسیداسیون به پلی‌استایرن می‌دهند [۶]. ممانعت در برابر زردشدگی به ویژه در کریستال PS و استایرن-آکریلونیتریل مهم است. از اینرو پایداری نوری برای کالاهایی که در برابر نور UV قرار می‌گیرند مهم است. با استفاده از آنتی‌اکسیدانهای متفاوت در مقایسه با استفاده از یک نوع آنتی‌اکسیدان در پلی‌استایرن می‌توان به مقدار کافی مقاومت نوری را در PS بهبود داد [۷].

جذب کننده‌های UV از نوع ۲ (۲- هیدروکسی فنیل) بنزو تری آزول به طور وسیع در (General Purpose) GPPS (Polystyrene) مورد استفاده قرار می‌گیرد [۸].

۲- آزمایشات

۲-۱- مواد و دستگاهها

پلی استایرن مقاوم در برابر ضربه مورد استفاده در این تحقیق، گرید 7240 تولیدی پتروشیمی تبریز می باشد. افزودنی های مورد مصرف نیز شامل TINUVIN P ، IRGANOX 1076 و TINUVIN 770 از شرکت سیبا (Ciba) تهیه شده است. جهت تهیه کامپاندهای مورد نظر از اکسترودر دو پیچه همسو گرد ساخت شرکت SM Platek استفاده شده است. دمای فرایند اختلاط در اکسترودر دو پیچه 210°C و سرعت چرخش ماریچ ۱۵۵ دور بر دقیقه می باشد. بعد از تهیه کامپاندهای مورد نظر، نمونه ها با فرایند قالب گیری تزریقی (با دستگاه تزریق ساخت شرکت Billion) شکل دهی شده و آماده انجام تست های کیفی اولیه شده اند. جهت ارزیابی میزان مقاومت نمونه ها در برابر نور خورشید از دستگاه Weathero-meter ساخت شرکت ATLAS استفاده شده است.

جهت اندازه گیری مقاومت ضربه از دستگاه ساخت شرکت Zwick و جهت اندازه گیری شاخص زردی از دستگاه ساخت شرکت SUGA TEST استفاده شده است.

۳- نتایج و بحث

بر اساس بررسی های به عمل آمده گستره مورد استفاده از UV Absorber ها در پلیمرها از ۰/۱ تا ۱ درصد وزنی می باشد. همچنین استفاده از بنزوتری آزول ها نظیر Tinuvin P اثر تشدید کنندگی داشته و برای محافظت لایه های عمیق تر پلیمر در برابر عوامل جوی و گروه بنزوفنون ها نظیر HALS برای محافظت سطح پلیمر مورد استفاده قرار می گیرد. لذا مقادیر متفاوتی از TinuvinP و Tinuvin770 طبق جدول ۱ به گرانول HIPS افزوده شده و نمونه های مربوطه تهیه گردید.

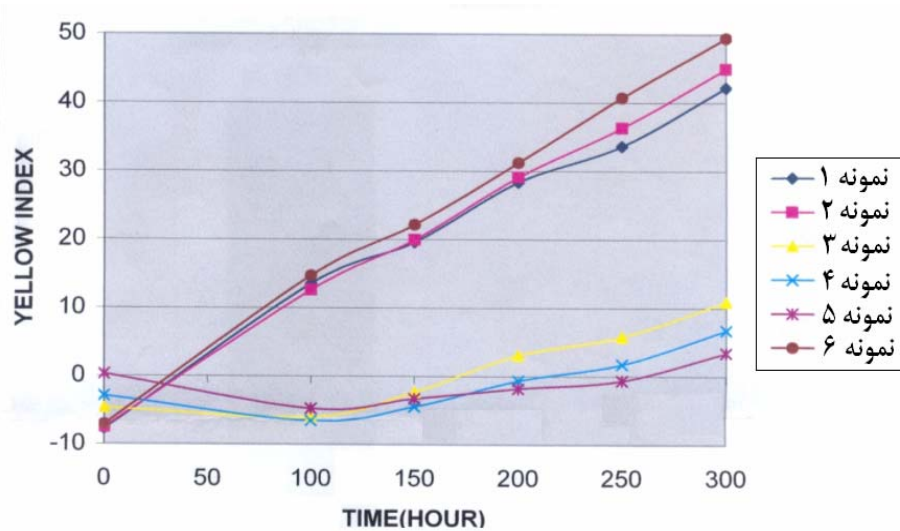
جدول ۱- فرمولاسیون کامپاندهای تهیه شده بر حسب گرم هریک از اجزا

	HIPS	Tinuvin P (%)	Tinuvin 770 (%)	Irganox 1076 (%)
۱	۴۰۰۰	-	-	-
۲	۳۹۹۶	-	-	۴
۳	۳۹۸۸	۴	۴	۴
۴	۳۹۷۶	۱۰	۱۰	۴
۵	۳۹۵۶	۲۰	۲۰	۴

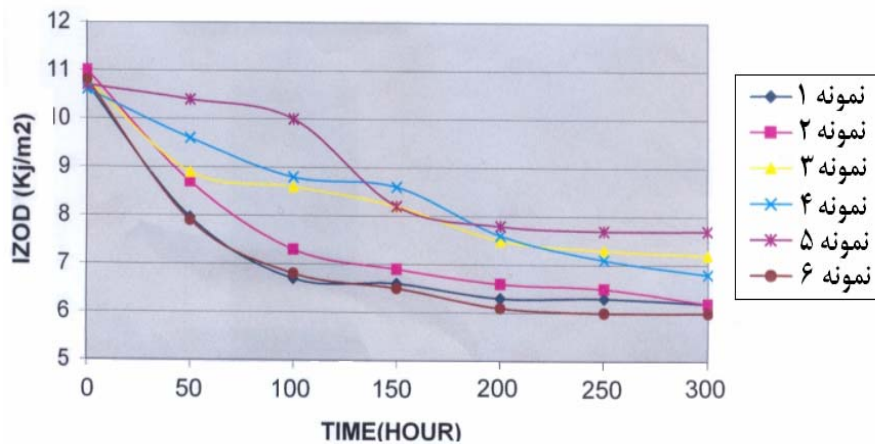
جهت ارزیابی میزان مقاومت نوری فرمولاسیون های فوق، ابتدا آزمون های مقاومت ضربه و شاخص زردی بر روی نمونه ها انجام شده و سپس نمونه ها در معرض اشعه uv در دستگاه weathero-meter قرار گرفته و در فواصل زمانی ۵۰، ۱۰۰، ۱۵۰، ۲۰۰، ۲۵۰ و ۳۰۰ تست های مقاومت ضربه و شاخص زردی تکرار گردید. در شکل های ۱ و ۲ به ترتیب نتایج حاصل از تست های مقاومت ضربه و شاخص زردی ارائه شده است.

نتایج حاصل از تست yellow index کامپاندهای تهیه شده بعد از قرار دادن در معرض اشعه uv بهبود مقاومت در برابر افزایش زردی نسبت به نمونه های بدون مواد Anti-uv را نشان میدهد.

برای ارزیابی ارتباط بین شرایط واقعی و تسریع شده باید نمونه ها را در برابر عوامل جوی قرار داده و در مدت زمانهای متناوب تست های Yellow index , Izod impact بر روی آنها انجام و با مقادیر حاصل از نتایج بدست آمده از تست های انجام شده بعد از قرار دادن در زیر اشعه UV در دستگاه Weathero-meter مقایسه و رابطه بین شرایط واقعی و تسریع شده را پیدا نمود.



شکل ۱- تغییرات شاخص زردی در اثر قرار گرفتن در معرض نور UV در دستگاه weathero-meter در زمانها مختلف



شکل ۲- تغییرات مقاومت ضربه در اثر قرار گرفتن در معرض نور UV در دستگاه weathero-meter در زمانها مختلف

۴- نتیجه گیری

بر اساس بررسی‌های به عمل آمده Tinuvin p و Tinuvin 770 مناسب‌ترین UV Absorbers برای استفاده در تهیه Anti-uv HIPS به روش کامپاندینگ می‌باشد. مقدار مورد استفاده بستگی به محل کاربرد دارد ولی با توجه به اینکه عمده کاربردهای Anti-uv HIPS در محیط‌های داخلی می‌باشد، لذا معیارسنجش مطابق ASTM D 4459-93 بر اساس تفاوت تغییر رنگ نمونه‌های دارای مواد Anti-uv با نمونه‌های رفرانس بدون Anti-uv بعد از قرار گرفتن در شرایط تسریع شده می‌باشد.

مراجع

- 1- J.Scheirs, D.Pridy, (2003) Modern styrenic polymers-polystyrenes and styrenic copolymers, John Wiley & Sons, p.703-720
- 2- Ernest W. Flick, (2001), Plastics Additives: an Industrial Guide 3th Edition, v.3, p.78-88
- 3- Hans Zweifel, (2001), Plastics Additives Handbook, Hanser Publishers, p.168-171
- 4- J.W. Chin, J. Martin, T., Nguyen, (1999) Effect of Ultraviolet Radiation (UV) chapter 8, p. 80-98
- 5- J. E. Pickett, (1997), Permanence of UV Absorbers in plastics and coating 97 crd170, DEC., CLASS1, GE Research & Development center p.1-30
- 6- L. Andrady, S. H. Hamid, X.Hu, A. Torikai, (1998), Effect of increased solar ultraviolet radiation on materials, Journal of photochemistry and photobiology B v.46 p.96-103
- 7- Jan Pospisil, (2002) Photodegradation and photostabilization of polymers, Institute of macromolecular chemistry, Academic of science of the Czech Republic , 16206 Pregel 6 , p. 1-4
- 8- Savides, Ch., Stretanski, J. A., Costello, L., Adv.Chem.Ser. (1968)85,p.287-306
- 9- Geuskens, G., Bastin, P., Lu-Vinh, Q., Rens, M., Polym.Deg.Stab. (1980-81) 3, p. 295-306