

بررسی مقاومت شیمیایی قطعات ساخته شده از پلی اتیلن گرید ۳۸۴۰ پتروشیمی تبریز

علی شریف پاکدامن^۱، سمیه قاسمی مهرآبادی^۲، علیرضا دورباش^۳، حمید یزدانی^۴
شرکت ملی پتروشیمی ایران- شرکت پژوهش و فناوری پتروشیمی- کیلومتر ۱۷ بزرگراه تهران - کرج، بلوار پژوهش،
پژوهشگاه پلیمر و پتروشیمی ایران- صندوق پستی ۱۴۱۸۵/۴۵۸
pakdaman@npc-rt.ir

چکیده

با هدف مشخص شدن محدوده کاربرد عملی، اثر مواد شیمیایی مختلف بر پلی اتیلن سنگین مورد بررسی قرار گرفت و حد مجاز زمان تماس پلی اتیلن گرید قالبگیری چرخشی با آنها در شرایط دمایی مختلف برای دسته های گوناگون مواد شیمیایی مشخص شد. شناخت اثرات مواد شیمیایی بر ظرف ننگه دارنده آنها در پیش بینی تولید و کاربرد آنها و همچنین ایمنی استفاده از قطعات پلاستیکی موثر است. ترکیبهای صنعتی و مصرفی متداول برای ذخیره شدن در تانکهای ساخته شده از پلی اتیلن به روش قالبگیری چرخشی مانند مواد شوینده، مواد سوختی، روغن ها و برخی مواد خوراکی در شرایط تست میدانی با نمونه های ساخته شده در شرایط فرایندی مختلف با فرایند قالبگیری چرخشی قرار گرفتند و با اندازه گیری مقاومت ضربه نمونه های قرار گرفته در شرایط گوناگون اثر این مواد بر استحکام قطعات ساخته شده به این روش، و نیز اثر شرایط فرایندی تولید تانک بر مقاومت شیمیایی آن بدست آمد. از آنجا که بر خلاف حالت واقعی، دو طرف نمونه ها در مواد شیمیایی مذکور غوطه ور می شوند، نتایج به دست آمده قابل استفاده در حالت عملی است. نتایج این تحقیق نشان دادند که قطعات مورد نظر به غیر از اسید نیتریک در برابر اغلب مواد صنعتی و شیمیایی که معمولاً نیاز به ذخیره کردن آنها می باشد مقاوم است ولی بازه های زمانی مختلفی برای نگهداری آنها پیشنهاد می شود.

واژه های کلیدی: مقاومت شیمیایی - پلی اتیلن

۱- مقدمه:

در چندین دهه گذشته با مکانیزه شدن صنعت، کشاورزی و دامداری و همچنین گسترش فعالیت های انسانها، نیاز به نگهداری و حمل و نقل انواع مواد خوراکی و صنعتی ازدیاد یافته است. در این میان نگهداری و جابجا کردن سیالها کاری دشوارتر است و در این رابطه می بایست جنبه های مختلفی را مدنظر قرار داد. تانکهای گوناگونی از جنسهای مختلف و با اشکال گوناگون با این منظور

کارشناس ارشد پلیمر، پژوهنده مشتری محور شرکت پژوهش و فناوری پتروشیمی

۲- کارشناس شیمی کاربردی، پژوهشگر

۳- کارشناس ارشد پلیمر، پژوهشگر

۴- دانشجوی دکتری صنایع پلیمر، پژوهشگر

مورد استفاده قرار می‌گیرند. در سالهای اخیر استفاده از تانکهای از جنس پلیمر که عمدتاً پلی‌اتیلنی می‌باشند به دلیل وزن کم آنها و قابلیت شکل‌گیری به صورتهای پیچیده و با انواع اندازه‌ها و رنگها رونق فراوانی یافته و در بسیاری موارد بازار سایر رقبای خود را به کلی از بین برده است. این تانکها برای ذخیره و حمل و نقل انواع آبهای آشامیدنی و ...، مواد شیمیایی صنعتی، روغنهای صنعتی و خوراکی، انواع سوختها، آب میوه و سایر مواد خوراکی و مواد شوینده به کار می‌روند و عمدتاً با فرایند قالبگیری چرخشی ساخته می‌شوند.

به طور تخمینی ۹۸ درصد این تانکها از HDPE یا LLDPE تولید می‌شوند که به آنها مقادیری افزودنیهای پایدارکننده حرارتی، نوری یا رنگ اضافه می‌شود.

یکی از سوالات و ابهامات اساسی در استفاده از تانکها با هر جنس، این است که آیا نگهداری یک ماده بخصوص در آنها امکان‌پذیر است یا نه؟ این سوال در زوایای مختلف شامل بررسیهایی از قبیل اینکه آیا موادی که تانکها با آن ساخته می‌شوند بر جنبه‌های بهداشتی و خوراکی مایع ذخیره شده تأثیر دارند یا نه و اینکه آیا خود بدنه مخزن در برابر آن مواد مقاومت دارد (مقاومت شیمیایی مخزن) و نیز زمان ایمن نگهداری یک سیال در آن می‌شود.

در ایران پلیمر اصلی که برای ساختن قطعات قالبگیری چرخشی استفاده می‌شود گریدهای ۲۸۴۰ و ۳۸۴۰ پتروشیمی تبریز و اراک می‌باشند و با وجود مقاومت شیمیایی خوب پلی اتیلن صنایع تولید کننده این تانکها همواره در هنگام گرفتن سفارش فروش برای ذخیره مواد جدید که قبلاً بصورت عملی تست نشده‌اند دچار ابهام می‌شوند. [۱].

برای حل این مشکل این کار با هدف بدست آوردن مقاومت شیمیایی HDPE ۳۸۴۰ پتروشیمی تبریز در برابر انواع موادی که به نوعی در تماس با محصولات نهایی خواهند بود انجام شده است. به این منظور با بررسی دقیق منابع اطلاعاتی موجود در رابطه با شناسایی پایداری پلیمر HDPE تا حد زیادی محدوده‌های مقاومت شیمیایی بصورت تئوری بدست آمد.

در مرحله بعدی می‌بایست برای یکسری از مواد شیمیایی متداول و ترکیبی، که اطلاعات آن در منابع ذکر شده یافته نشده است، محدوده مقاومت شیمیایی با آزمایش عملی بدست می‌آید که برای این منظور پس از مشخص شدن استاندارد اینگونه تست‌ها و روش انجام کار، مقاومت شیمیایی مواد ۳۸۴۰ در برابر گازوئیل، صابون دستشویی، روغن صنعتی هیدرولیک، اسید نیتریک، سفید کننده صنعتی و ضد یخ دیزل و ... که در صنایع مختلف از جمله متداولترین مایعات مورد استفاده با میزان مصرف زیاد هستند مورد آزمایش قرار گرفت و اثر زمان تماس با ماده شیمیایی مخرب بر خواص مکانیکی پلی‌اتیلن نیز بدست آمد. در بخش دیگری از این تحقیق اثر شرایط فرایندی (دمای قالبگیری) بر مقاومت شیمیایی قطعات شکل‌گیری شده در مقیاس صنعتی مورد آزمایش قرار گرفت.

۲- مواد و تجهیزات:

۲-۱- مواد:

ماده پلیمری استفاده شده پلی اتیلن گرید HDPE 3840 UA تولیدی پتروشیمی تبریز بود. سایر مواد و ترکیبهای شیمیایی مورد استفاده در این تحقیق بصورت زیر می‌باشند:

اسید نیتریک دودزا (۹۹٪) مرک، برش نفتی گازوئیل پالایشگاه تهران، صابون مایع شرکت پاکشو، سفید کننده گلرنگ مصرف خانگی، ضدیخ صنعتی شرکت نفت بهران (دارای نقطه انجماد ۳۴- درجه سانتیگراد و نقطه جوش ۱۰۸ درجه)، روغن روان کننده صنعتی (هیدرولیک 46H، آب دریا (آب شور با املاح معدنی دریای خزر)، آب لیموترش شرکت آبلیموی مجید، استون صنعتی،

محللول اوره پتروشیمی رازی در آب، روغن سویا و سود NaOH که طبق تحقیقات به عمل آمده، پس از آب بیشترین کاربرد نگهداری و حمل و نقل توسط اینگونه تانکها یا وانها را دارا می‌باشند.

۲-۲- تجهیزات و روش تهیه نمونه ها:

نمونه‌های مناسب برای تست ضربه آیزود طبق استاندارد ISO 180 از درون قطعات قالبگیری شده (به روش قالبگیری چرخشی) در دمای ۲۱۰ درجه سانتیگراد بریده شدند و توسط دستگاه ناچ زنی Ceast ایتالیا مدل ۶۹۵۸ ناچ استاندارد این تست بر روی نمونه ها زده شد. این نمونه‌ها پس از علامت گذاری توزین شدند و ابعاد آنها نیز به دقت اندازه‌گیری شد. ۵ نمونه مشخص در زمانهای ۱۴۴ ساعت، ۴۰۰ ساعت و ۷۱۲ ساعت در محلولهای ذکر شده در فوق در دماهای آزمایشگاه که تقریباً شرایط نگهداری و حمل و نقل تانکها نیز می‌باشد غوطه ور شدند و شرایط آزمایش ASTM D543-95 برای آنها برقرار شد. نمونه‌ها پس از زمان مقرر، از محللول خارج شده و پس از خشک شدن برای تعیین مقدار احتمالی تغییر وزن و ابعاد که نشانه‌هایی از تخریب شیمیایی می‌باشند دوباره توزین و اندازه‌گیری ابعادی شدند و سپس برای اندازه‌گیری میزان تغییر مقاومت ضربه به عنوان یکی از مهمترین پارامترهای مکانیکی تانکهای پلیمری، توسط دستگاه ضربه پاندولی Ceast مدل ۶۹۵۱ تحت تست آیزود مطابق استاندارد ISO 180 قرار گرفتند.

۳- نتایج:

اندازه گیری ابعادی نمونه ها قبل و بعد از آزمایشها نشان دادند که تغییر قابل ملاحظه ای نخواهیم داشت و بنابراین مشکل خاصی از این نظر برای مخازن پلی‌اتیلنی نگهدارنده یا انتقال دهنده مواد شیمیایی نخواهیم داشت. ترکیبهای مورد استفاده نیز هیچکدام در شمار حلالهای این پلیمر قرار ندارند چرا که حل شدن و تورم، مکانیزمهای اصلی تغییر ابعاد قطعه می باشد و در صورت وجود تورم نیز تغییر ابعادی بسیار ناچیز خواهد بود.

جدول (۲): وزن نمونه های اولیه و غوطه ور شده (گرم) در زمانهای مختلف

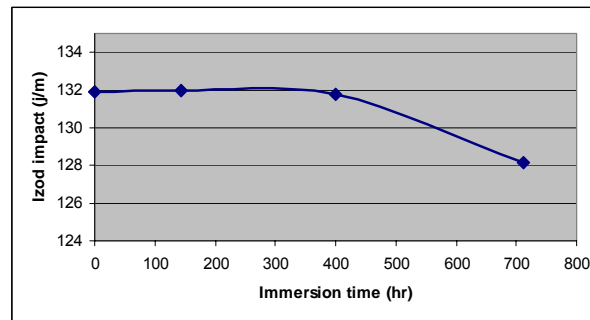
| ترکیب (ماده شاخص) | زمان غوطه وری نمونه ها (ساعت) | | | |
|----------------------|-------------------------------|--------|--------|--------|
| | ۰ | ۱۴۴ | ۴۰۰ | ۷۱۲ |
| روغن روانکاری صنعتی | ۳,۰۴۳۷ | ۳,۰۶۱۶ | ۳,۰۶۲۲ | ۳,۰۵۱۷ |
| گازوئیل | ۳,۰۷۷۴ | ۳,۰۹۴۱ | ۳,۱۰۳۱ | ۳,۱۲۵۲ |
| صابون مایع غلیظ | ۳,۰۴۶۱ | ۳,۰۵۶۴ | ۳,۰۵۰۱ | ۳,۰۴۹۱ |
| اسید نیتریک دودزا | ۳,۰۳۴۷ | ۳,۰۵۳۶ | ۳,۰۴۹۹ | ۳,۰۴۷۱ |
| ضد یخ دیزل | ۳,۰۳۵۴ | ۳,۰۴۱۲ | ۳,۰۳۹۸ | ۳,۰۲۹۷ |
| مایع سفیدکننده خانگی | ۳,۰۴۳۵ | ۳,۰۵۶۸ | ۳,۰۴۴۱ | ۳,۰۳۷۴ |
| آب دریا | ۳,۰۴۵۶ | ۳,۰۴۶۸ | ۳,۰۴۵۲ | ۳,۰۵۰۱ |
| آبلیمو | ۳,۰۶۹۸ | ۳,۰۷۱۲ | ۳,۰۷۱۵ | ۳,۰۵۷۷ |
| استون صنعتی | ۳,۰۵۵۵ | ۳,۰۷۸۴ | ۳,۰۶۵۳ | ۳,۰۴۱۹ |
| روغن زیتون | ۳,۰۲۸۵ | ۳,۰۳۰۲ | ۳,۰۲۹۶ | ۳,۰۳۰۸ |
| بنزین بدون سرب | ۳,۰۴۲۵ | ۳,۰۴۷۶ | ۳,۰۵۲۴ | ۳,۰۴۴۷ |
| محللول اوره در آب | ۳,۰۴۷۱ | ۳,۰۶۶۳ | ۳,۰۶۷۴ | ۳,۰۳۱۲ |
| روغن سویا | ۳,۰۴۸۵ | ۳,۰۴۹۶ | ۳,۰۵۳۱ | ۳,۰۴۸۸ |
| سود سوزآور | ۳,۰۴۶۷ | ۳,۰۸۳۶ | ۳,۰۶۴۸ | ۳,۰۲۴۶ |
| گلسرین مایع | ۳,۰۵۰۶ | ۳,۰۵۵۱ | ۳,۰۴۶۳ | ۳,۰۴۷۶ |

| | | | | |
|--------|--------|--------|--------|-------------------|
| ۳,۰۴۳۲ | ۳,۰۴۳۰ | ۳,۰۴۴۱ | ۳,۰۴۳۶ | محلول غلیظ نشاسته |
|--------|--------|--------|--------|-------------------|

توزین نمونه ها قبل و بعد از غوطه ور شدن تا چهار رقم بعد از اعشار (جدول ۱) امکان پیشگویی اغلب مکانیزمهای تخریب پلیمر را فراهم ساخت. هر نمونه پس از غوطه ور شدن تا زمان معلوم، خشک شده و بلافاصله اندازه گیری وزن گردیده و برای تست ضربه آماده سازی شد. برای زمانهای بعدی از نمونه دیگری با وزن اولیه مشابه ولی زمان غوطه وری متفاوت استفاده گردید. نتایج نشان دهنده بالا رفتن جزئی وزن در زمانهای اولیه غوطه وری برای تمام ترکیبها بود که دلیل آن نفوذ محلول به داخل نمونه پلیمر به میزان کم است. این افزایش وزن با نرخ بسیار کم برای ترکیبهای روغنی و سوختی ادامه می یابد و برای ترکیبهای اسیدی و بازی در زمانهای انتهایی دچار افت می شود که دلیل آن احتمالا تخریب مولکولهای سطحی و خورده شدن آن در محیط مهاجم است. هر چه قدرت خوردگی ماده شیمیایی بیشتر باشد، زمان شروع افت وزن نیز پایین تر می آید این مسئله به وضوح در مورد اسید نیتریک مشخص است. به طور کلی و در دیدگاه عملی و ماکروسکوپی این تغییرات قابل اغماض هستند و تاثیر خاصی نخواهند داشت چرا که برای خورنده ترین محیط نیز که اسید نیتریک می باشد، با برونمایی، زمانی بالاتر از دو سال برای کاهش وزن و نازک شدن دیواره های تانک به حدی که بتوان به آن تخریب گفت مورد نیاز است. نتایج تست ضربه نمونه های اصلی و غوطه ور شده در زمانهای مختلف در جدول (۲) آورده شده است.

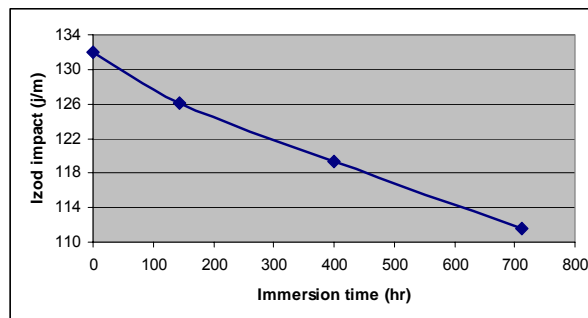
جدول (۲): نتایج تست ضربه آیزود نمونه ها در زمانهای مختلف غوطه وری (زول بر متر (J/m))

| زمان غوطه وری نمونه ها (ساعت) | | | | ترکیب (ماده شاخص) |
|-------------------------------|--------|--------|--------|----------------------|
| ۷۱۲ | ۴۰۰ | ۱۴۴ | ۰ | |
| ۱۳۴,۵ | ۱۳۳,۹۱ | ۱۳۳,۸۳ | ۱۳۱,۹۲ | روغن روانکاری صنعتی |
| ۱۴۳,۷۵ | ۱۴۱,۷ | ۱۴۱,۶۹ | ۱۳۱,۹۲ | گازوئیل |
| ۱۳۸,۳ | ۱۳۳ | ۱۳۲,۲ | ۱۳۱,۹۲ | صابون مایع غلیظ |
| ۱۱۱,۵۸ | ۱۱۹,۰۲ | ۱۲۶,۰۵ | ۱۳۱,۹۲ | اسید نیتریک دودزا |
| ۱۳۶,۳۸ | ۱۳۵,۲ | ۱۳۴,۹ | ۱۳۱,۹۲ | ضد یخ دیزل |
| ۱۳۴,۵۸ | ۱۳۵,۴۱ | ۱۳۹ | ۱۳۱,۹۲ | مایع سفیدکننده خانگی |
| ۱۳۱,۹۸ | ۱۳۲,۱۴ | ۱۳۲,۲۱ | ۱۳۱,۹۲ | آب دریا |
| ۱۳۰,۹۶ | ۱۳۱,۵۴ | ۱۳۲,۸۸ | ۱۳۱,۹۲ | آلیئیمو |
| ۱۳۲,۹۷ | ۱۳۳,۶۲ | ۱۳۳,۵۸ | ۱۳۱,۹۲ | استون صنعتی |
| ۱۳۱,۹۹ | ۱۳۲,۴۴ | ۱۳۲,۲ | ۱۳۱,۹۲ | روغن زیتون |
| ۱۲۸,۱۳ | ۱۳۱,۷۸ | ۱۳۲ | ۱۳۱,۹۲ | بنزین بدون سرب |
| ۱۳۰,۲۳ | ۱۳۱,۶۶ | ۱۳۲,۵ | ۱۳۱,۹۲ | محلول اوره در آب |
| ۱۳۲,۱۵ | ۱۳۱,۶۹ | ۱۳۱,۸ | ۱۳۱,۹۲ | روغن سویا |
| ۱۳۳,۵ | ۱۳۴,۲ | ۱۳۳,۸ | ۱۳۱,۹۲ | سود سوزآور |
| ۱۳۲,۸ | ۱۳۱,۵ | ۱۳۱ | ۱۳۱,۹۲ | گلسرین مایع |
| ۱۳۲,۱۷ | ۱۳۱,۸۷ | ۱۳۱,۹۳ | ۱۳۱,۹۲ | محلول غلیظ نشاسته |



شکل (۱) : مقاومت ضربه HDPE 3840 بر حسب زمان غوطه وری در بنزین بدون سرب

برای بنزین بدون سرب نتایج نشاندهنده ثابت ماندن مقاومت ضربه تا ۴۰۰ ساعت و کاهش کند آن در زمانهای بالاتر غوطه وری می باشد که دلیل آن خشک شدن مولکولهای پلیمر در اثر تماس با بنزین که یک ماده فرار و دارای هیدروکربنهای آروماتیک است می باشد. به طور کلی هیدروکربنهای آروماتیک سبک باعث استخراج افزودنیها و شکننده شدن پلیمر می شوند ولی میزان تغییرات در این آزمایش در حد مجاز بوده است. بنابراین گرید ۳۸۴۰ پتروشیمی تبریز مشکلی برای ذخیره بنزین و یا ساخت باک برای خودروها نخواهد داشت. [۳و۴]

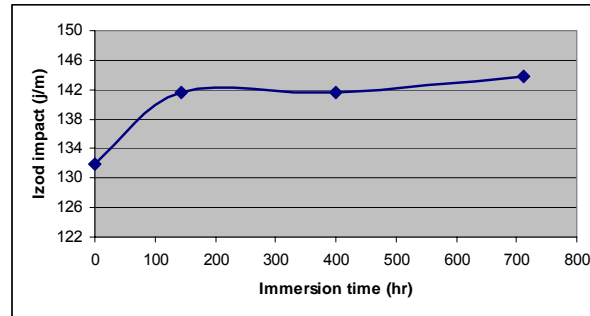


شکل (۲) : مقاومت ضربه HDPE 3840 بر حسب زمان غوطه وری در اسید نیتریک دودزا

از مواد انتخاب شده طبق جدول موجود و منابع علمی مطالعه شده، فقط اسید نیتریک دودزا دارای اثر غیر قابل قبول بر پلی اتیلن سنگین می باشد. (البته بسیاری از ترکیبهای مورد استفاده در این تحقیق در منابع مذکور معرفی نشده اند) شکل (۲) علت این امر را به خوبی نشان می دهد. کاهش نسبتا سریع مقاومت ضربه نشان می دهد که اسید نیتریک نباید به مدت طولانی در مجاورت این پلیمر قرار گیرد. این اثر به دلیل واکنش نیتراسیون باندهای دوگانه موجود در زنجیرهای پلیمر، به خصوص در انتهای زنجیر توسط گاز NO₂ می باشد. که باعث ایجاد ترکیبی با خواص متفاوت می شود. [۳]

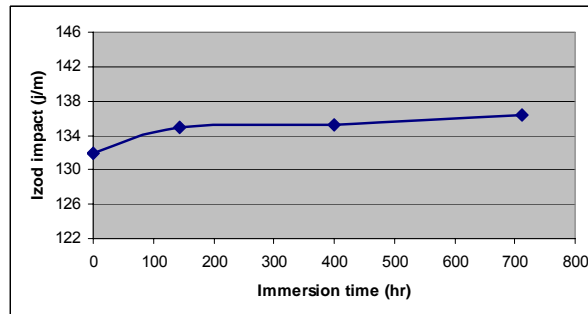
اسید نیتریک های رقیق تر به دلیل متصاعد نکردن این گاز چنین مشکلی را نخواهند داشت.

می توان پیش بینی کرد که پلیمرهای دارای نواقص ساختاری یا باندهای اشباع نشده بیشتر، در معرض تخریب شدیدتری خواهند بود. همچنین پلیمرهای با وزن مولکولی کمتر و یا دارای شاخه های جانبی زیاد، سریعتر و شدیدتر دچار واکنش نامطلوب نیتراسیون می شوند.



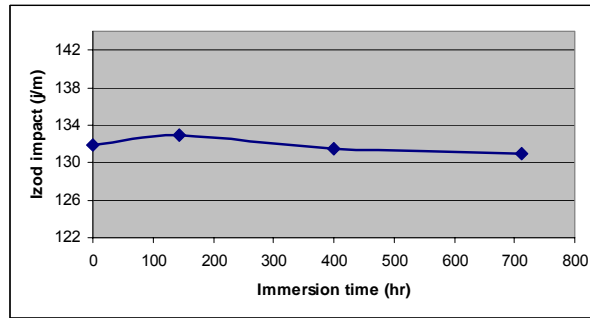
شکل (۳): مقاومت ضربه HDPE 3840 بر حسب زمان غوطه وری در گازوئیل

شکل (۳) برای گازوئیل روند کاملاً متفاوتی را نشان می دهد. افزایش نسبتاً سریع مقاومت در برابر ضربه و سپس ثابت ماندن در آن مقاومت تقویت شده، به دلیل نفوذ گازوئیل به داخل پلیمر و ماندن بین مولکولهای آن است. این نفوذ از افزایش وزن طبق جدول (۱) مشخص است. گازوئیل در ساخت مصنوعات PVC به عنوان بسط دهنده به کار می رود که این به دلیل خاصیت نرم کنندگی آن برای پلیمرها است. که در اینجا نیز باعث Ductile شدن قطعه پلیمری می شود.



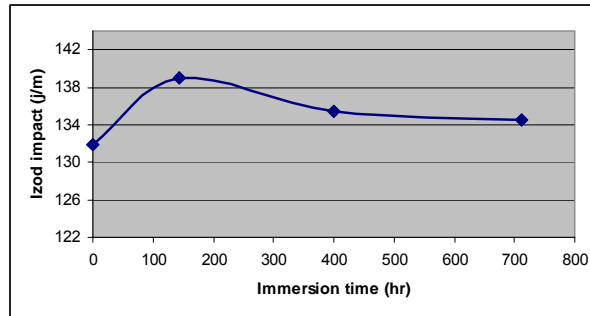
شکل (۴): مقاومت ضربه HDPE 3840 بر حسب زمان غوطه وری در ضد یخ صنعتی

شکل (۴) روند مشابه ولی با افزایش بسیار کند تری را برای مقاومت ضربه HDPE در مجاورت ضد یخ نشان می دهد این اثر به دلیل نفوذ ضد یخ به درون مولکولها و ایجاد خاصیت چکش خوار کردن است ولی مولکولهای ضد یخ خاصیت نرم کنندگی گازوئیل را ندارند و بنابراین تغییرات ناچیز می باشد.



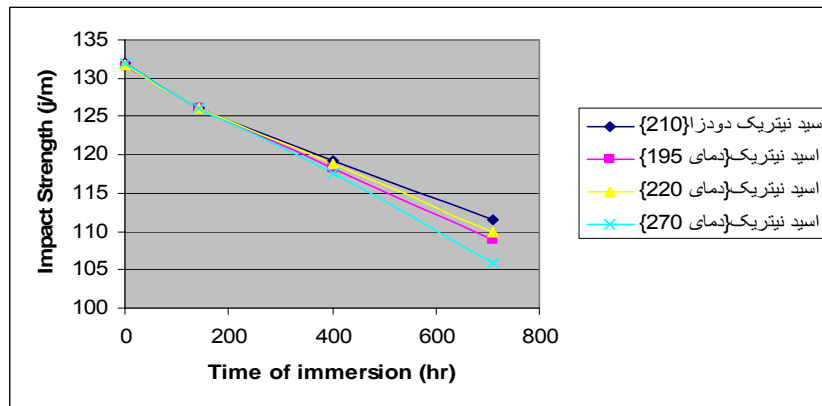
شکل (۵): مقاومت ضربه HDPE 3840 بر حسب زمان غوطه وری در آب دریای خزر

همانطور که در شکل واضح است، آب و حتی آب دریا با تمام املاح خود هیچ اثری بر مقاومت ضربه پلی اتیلن ندارد. هر چند که به غیر از اسید نیتریک و گازوئیل، سایر اثراتی که مشاهده شد به قدری ناچیز است که مشکلی برای مصرف کنندگان پیش نمی آورد.



شکل (۶): مقاومت ضربه HDPE 3840 بر حسب زمان غوطه وری در محلول سفید کننده

آخرین روند به دست آمده، که در آزمایشات ضربه انجام شد شکل نمودار (۶) برای سفید کننده می باشد. این نمودار افزایش مقاومت ضربه در زمانهای اولیه تماس و پس از آن کاهش و سپس ثابت شدن مقاومت را نشان می دهد. افزایش اولیه می تواند مانند گازوئیل و ضد یخ به دلیل نفوذ مولکولهای سفید کننده به داخل پلیمر رخ دهد ولی کاهش مقاومت ضربه پس از مدتی نشاندهنده تخریب بسیار ناچیز پلیمر است که البته به علت نرخ کاهش بسیار کم و کند شونده می توان از آن صرفنظر کرد.



شکل (۷): مقاومت ضربه HDPE 3840 بر حسب زمان غوطه وری در اسید نیتریک در دماهای مختلف قالبگیری

به منظور بررسی اثر شرایط قالبگیری بر خواص مکانیکی HDPE گرید ۳۸۴۰، در دماهای مختلف ۲۷۰ و ۲۲۰ و ۲۱۰ و ۱۹۵ قالبگیری صورت گرفت و نمونه های تست از این قطعات تهیه شد و در محلول اسید نیتریک دودزا مطابق روند آزمایشات گذشته غوطه ور گردید پس از اندازه گیری مقاومت ضربه این نمونه ها مشخص شد که برای دستیابی به خواص بهتر، بایستی قالبگیری در دمای بهینه ای انجام گردد که در مورد پلیمر مورد بررسی، این دمای بهینه ۲۱۰°C می باشد. همانطور که از نمودار شکل ۸ پیداست برای تمام زمانهای مورد بررسی در زمانهای اولیه غوطه وری خواص تقریباً یکسانی مشاهده می شود اما با گذشت زمان دیده می شود که روند تخریب برای دماهای ۲۲۰ و ۱۹۵ سریعتر است و برای دمای ۲۷۰ بسیار شدید می شود. می توان گفت علت این امر اینست که برای دماهای پایینتر (۱۹۵) پلیمر به خوبی ذوب نمی شود و ویسکوزیته آن به اندازه کافی برای ایجاد پوشش یکنواخت در داخل قالب پایین نیست و وجود گرانولهایی که به خوبی ذوب نشده اند سبب تمرکز تنش و افت خواص می گردد. همچنین ویسکوزیته خیلی بالا سبب می شود که هوای بیشتری در داخل قطعه نهایی حبس شود. اما برای دماهای بالا نیز (۲۷۰) به سبب تخریب زنجیره های پلیمر و افزایش نقاط انتهایی در محصول، مشاهده می شود که مقاومت پلیمر در برابر مواد خورنده باگذشت زمان به شدت افت می کند.

۴- نتیجه گیری

از بررسی نمودارها و نتایج بدست آمده از تست ها، می توان به بیان جمع بندی های زیر پرداخت تغییر در ابعاد نمونه ها پس از غوطه وری بسیار ناچیز می باشد و استفاده از پلیمر مذکور برای کاربرد مورد نظر این تحقیق بدون مشکل می باشد.

بجز اسید نیتریک تغییرات وزن از دیدگاه میکروسکوپی برای همه ترکیبات مورد بررسی قابل چشم پوشی است هیدروکربنهای آروماتیک سبک همچون بنزین باعث استخراج افزودنیها و شکننده شدن پلیمر می شوند ولی میزان تغییرات در این آزمایش در حد مجاز بوده است.

گازوئیل و ضد یخ به دلیل نفوذ به درون مولکولها و ایجاد خاصیت Ductile کردن، سبب افزایش مقاومت ضربه می گردند اما این اثر در مورد گازوئیل بارزتر می باشد.

آب و حتی آب دریا با تمام املاح خود هیچ اثری بر مقاومت ضربه پلی اتیلن ندارد. اثر اسید نیتریک دودزا بر پلی اتیلن سنگین غیر قابل قبول می باشد و نباید به مدت طولانی در مجاورت این پلیمر قرار گیرد. دمای بهینه قالبگیری در مورد پلیمر مورد بررسی حدود ۲۱۰۰C می باشد. در دماهای پایین به سبب نداشتن ذوب کامل و در دماهای بالاتر به دلیل تخریب زنجیرهای پلیمر، خواص ضعیف تری مشاهده می گردد.

مراجع:

- ۱- علی شریف‌پاکدامن، بررسی خواص، کیفیت و شرایط شکل دهی گرید ۳۸۴۰ قالبگیری چرخشی تولید پتروشیمی تبریز و مقایسه آن با رقا، شرکت پژوهش و فناوری پتروشیمی، ۱۳۸۴
- ۲- جی ای بریدسون، ترجمه حسین امیدیان، مواد پلاستیک، مرکز نشر دانشگاهی، ۱۳۷۵
- 3- Barid, R.J., "Industrial plastics, basic chemistry, major resins", 1986.
- 4- Andrew J. Peacock, A.J., "Handbook of polyethylene, structures, properties and applications", 2000.
- 5- Kenneth M. Pruett, Chemical resistance guide for plastics, British library, 2000.
- 6- Vishu, S., "Handbook of plastic testing technology" , 1984.
- 7- Wright, D.C., "Environmental Stress Cracking of Plastics", Rapra Technology