

SID



ابزارهای
پژوهش



سرویس ترجمه
تخصصی



کارگاه های
آموزشی



بلاگ
مرکز اطلاعات علمی



سامانه ویراستاری
STES



فیلم های
آموزشی

کارگاه های آموزشی مرکز اطلاعات علمی



آموزش مهارت های کاربردی در تدوین و چاپ مقالات ISI

آموزش مهارت های کاربردی
در تدوین و چاپ مقالات ISI



روش تحقیق کمی

روش تحقیق کمی



آموزش نرم افزار Word برای پژوهشگران

آموزش نرم افزار Word
برای پژوهشگران

بکارگیری پلی ایزوبوتیلن در فرآیند پلیمریزاسیون پلی استایرن ضربه پذیر به منظور افزایش مقاومت شیمیایی

علیرضا خوش نیت^۱، جمال اعلائی^۲، محمد میرعلی^۲

پژوهشکده علوم و تکنولوژی پلیمر، پژوهشگاه صنعت نفت، تهران، ضلع غربی استادبوم آزادی

khoshniatar@ripi.ir

چکیده

پلی استایرن ضربه پذیر ذاتاً در برابر ترکیبات آبی، اسیدها، بازها و بیشتر محلولهای نمکی مقاوم است، اما مقاومت شیمیایی خوبی در برابر عوامل اکسید کننده، حلالهای آلی، روغن‌ها و چربیها ندارد. از آنجا که عمده مصرف این محصول در صنایع بسته بندی غذایی و پوشش داخلی یخچال و فریزر متمرکز است، بویژه در تماس با مواد پلی یورتانی در مرحله تزریق فوم در پشت این محصول به عنوان لایه داخلی یخچال دچار خوردگی و تخریب شیمیایی و مکانیکی می شود؛ از اینرو هدف این پروژه ارتقاء کیفیت شیمیایی محصول پلی استایرن ضربه پذیر تولیدی پتروشیمی تبریز به منظور توسعه کاربرد این ماده در جایگزینی ورقه های وارداتی با کاربرد پوشش داخلی یخچال و ظروف یکبار مصرف بوده است. روش کار بر مبنای استفاده از پلیمر پلی ایزوبوتیلن به عنوان ماده روان کننده و شبکه ای کننده در جهت اصلاح مکانیسم ترکچه ای شدن (Crazing) و تأخیر اندازی در نفوذ حلال به ساختار ترکچه ها و بهبود مقاومت شیمیایی و محیطی تحت تنش (ESCR) می باشد. بررسیهای آزمایشگاهی همچون تعیین میزان ژل، میزان گرافت شدن، خواص مکانیکی و مطالعات مورفولوژی نشان می دهد که مصرف حداقل ۲ درصد پلی ایزوبوتیلن در مخلوط با روغن معدنی در مرحله پیش پلیمریزاسیون قبل از پدیده برگشت فازی تأثیر قابل توجهی در افزایش مقاومت شیمیایی پلی استایرن ضربه پذیر دارد.

واژه های کلیدی: پلی استایرن ضربه پذیر، پلی ایزو بوتیلن، مقاومت شیمیایی و محیطی تحت تنش

۱- مقدمه: بیشتر پلیمرهای استایرنی تقویت شده با لاستیک همچون پلی بوتادین پراکنده شده در فاز ماتریس استایرن، مورد کاربرد در پوششهای یخچالی، بسته بندی، مبلمان، اسباب بازی و غیره می باشد. این مواد به پلی استایرن ضربه پذیر (High impact polystyrene) معروف هستند و ساختار فیزیکی و خواص مکانیکی آنها به فاکتورهای متعددی از جمله اندازه ذرات لاستیکی شبکه ای شده مربوط می شود. یکی دیگر از مشخصه مواد پلی استایرن ضربه پذیر قابلیت مقاومتهای محیطی تحت تنش (ESCR) می باشد که با توجه به موارد کاربردی از جمله به عنوان ظروف غذا داشتن این خاصیت بسیار مهم است. غذای محتوی ظروف پلیمری نباید باعث تخریب ظرف شود، هنگامیکه ورقه های اکستروود شده HIPS شکل گیری حرارتی می شوند، تنشهای باقیمانده در قطعات قالبگیری شده حبس میگردند در اینصورت پلیمر تحت تنش در مجاورت مواد خورنده استقامت لازم را نداشته و ضعف نشان خواهد داد. پلی استایرن اصلاح شده با ذرات لاستیک مقاومت به ضربه بالایی دارند لکن مستعد ترکهای تنش محیطی هستند و در مجاورت محصولات غذایی، چربیها، روغن‌ها و عوامل پف زای آلی هالوهیدروکربنها

دارای فلورین و کلرین گسترش ترکها تسریع می یابد. زیرا وجود ذرات ریز لاستیکی موجب ایجاد ترکچه های بسیار ریز در اطراف این ذرات شده و مکانیسم استهلاک تنش را سوق می دهد، و منجر به آزاد شدن تنش در پلیمر می شود [1]، از سوی دیگر این ترکچه ها محل نفوذ عوامل شیمیایی مخرب شده و در رشد ترک و تسریع آن بسیار موثر است. بویژه آنکه عوامل مخرب از نوع مواد پف ساز یا حباب ساز هالوهیدروکربنها شامل فلور و کلر نظیر کلروفلوروکربن (CFC) و سیکلوپنتان که در مرحله تزریق پلی یورتان به پشت پلیمر مصرف می شوند باشد. این پلیمرها معمولاً به عنوان پوشش داخلی یخچال و فریزر استفاده می شود از جمله عواملی که تشکیل ترکچه را کنترل می کند می توان به چسبندگی فاز لاستیکی و ماتریس، اندازه ذرات فاز لاستیکی، غلظت لاستیک، دمای انتقال شیشه فاز لاستیک، شکل هندسی و مدول ذرات لاستیک، دمای آزمایش و ضریب انبساط حرارتی فاز لاستیکی اشاره نمود [2,3]. در این تحقیق به اهمیت چسبندگی بین فاز لاستیکی و ماتریس به منظور کنترل ترکچه های تشکیل شده در اطراف ذرات لاستیکی و افزایش درجه شبکه ای شدن و گرفت شدن از طریق استفاده از پلی ایزوبوتیلن در فرایند پلیمریزاسیون توجه شده است.

۲- مکانیسم ESCR

تحقیقات بیشماری در تعیین و شناسایی مکانیسمهای حاکم برفرآیند ESCR انجام شده و با دانستن چگونگی عملکرد فوق تاثیر عوامل متعدد بر ESC شناسایی و متعاقب آن مقاوم سازی محصولات پلیمری تحت این شرایط صورت گرفته است. از آنجا که دو فرآیند اصلی تشکیل ترکچه ها و نفوذ مایع خورنده شیمیایی در تسریع رشد ترکچه ها از مهمترین فرآیند ESC محسوب می شود لذا هر عاملی که بتواند یکی یا هر دو این فرآیندها را مانع و یا به تاخیر بیاندازد قادر خواهد بود تا در مقاوم سازی ESC نقش فعال داشته باشد [3]. با مطالعه آلیاژها و محصولات دوفازی همچون پلی استایرن ضربه پذیر (HIPS) و با حضور ذرات لاستیکی که خاصیت انعطاف پذیری دارند، تنشهای حبس شده و همچنین تنشهای وارده بر محصول در حله اول بر ذرات لاستیکی متمرکز می شوند و منجر به تغییر فرم ذرات و به جهت تفاوت در مدول الاستیسیته باعث تشکیل ترکچه های ریز در اطراف ذرات می شود که این فرآیند در جذب انرژی وارده و ممانعت از تاثیر آن بر ماتریس شکننده بسیار موثر است. بی تردید مقابله با رشد ترکچه ها و به هم رسیدن آنها در ایجاد ترک از ضروریات بشمار رفته و یکی از عوامل آن اندازه و توزیع ذرات لاستیکی می باشد. ثابت شده است که حد بهینه اندازه ذرات در ضربه پذیری محصول در حدود ۳-۲ میکرون است. در صورت کوچک تر شدن ذرات از حد بهینه، تشکیل ترکچه ها و تعدد آنها به کندی انجام می شود و بخشی از انرژی وارده به ماتریس منتقل می گردد. از سوی دیگر اندازه بیشتر ذرات در تشکیل و رشد بیشماری از ترکچه در داخل منطقه تغییر فرم اطراف ذره که محیط بیشتری دارد موثر است. بنابراین در اطراف یک ذره بزرگ ترکچه های زیادی پدید می آیند که مجموعاً باعث کرنش خواهند شد. هر ساختمان ترکچه فیبریلی ضمن کشیده و نازک شدن وسعت کمتری را نسبت به حالت تک ترکچه رشد یافته از ذره کوچک نشان می دهد. به این ترتیب جزء حجمی زیاد لیف شامل حفره های کوچک ترکچه ها از ذرات بزرگ تشکیل و رشد می کنند مقاومت بیشتری را در برابر جریان مایعات خورنده دارند. تحقیقات نشان می دهد که برای مقابله با ESC از طریق افزایش ترکچه های بسیار ریز با تشکیل ساختمان فیبریل و همچنین ممانعت از ورود عوامل شیمیایی خورنده به داخل فیبریلها لازم است تا اندازه ذرات لاستیکی دارای حد بهینه در محدوده ۱۰-۳ میکرون باشد، از آنجا که ضربه پذیری محصول نیز حائز اهمیت است بنابراین حد پایین این محدوده می تواند هم در افزایش ضربه پذیری و هم در افزایش ESCR موثر باشد. از عوامل دیگری که تاثیر گذار بر خاصیت ESCR است مقدار پلاستی

سایزر در محصول می باشد. ترکچه های تشکیل شده در حضور روغن معدنی (mineral oil) بطور مقابل ملاحظه ای دارای فضای خالی بیشتری نسبت به نمونه بدون روغن هستند و ایجاد فضاهای خالی محلی برای نفوذ بیشتر حلالهای شیمیایی بکار می رود. افزایش درصد لاستیک نیز در محصول مقاومت به ESC را در ضمن تشکیل ترکچه ها با جزء حجمی فیبریلهای بیشتر افزایش می یابد. در این میان همچنین کاهش درصد جفت شدن ذرات و بهم پیوستگی آنها و افزایش مقدار اختلاف ضریب انبساط حرارتی بین لاستیک و ماتریس از جمله عواملی هستند که در استحکام بیشتر در برابر ESC موثر می باشند. تشکیل هسته های اولیه ترکچه ها در خلاف تنش کشش اعمال بر ذرات یعنی در قطبین ذرات می باشد. به این ترتیب این فاکتورها مقاومت به ESC را بوسیله تشکیل ترکچه و با افزایش زمان تشکیل ترکچه بهبود می بخشند [3-5].

۳- تجربیات

مواد:

منومر استایرن از خط C1 پتروشیمی تبریز با خلوص ۹۹/۷ درصد و ۱۵ ppm ممانعت کننده PTBC، لاستیک پلی بوتادین گونه سیس کم با ۳۵ درصد سیس 1-4 و ۵۱ درصد ترانس 1-4 و ۱۱ درصد وینیل 1-2 و گونه سیس زیاد خلوص ۹۷ درصد محصول پتروشیمی اراک. اتیل بنزن از واحد اتیل بنزن پتروشیمی تبریز و سایر مواد از قبیل روغن معدنی، آنتی اکسیدانت Irganox 1076 و استئارات روی.

پلی ایزوبوتیلن INDOPOL H-100 ساخت شرکت BP Chemicals Ltd با ویسکوزیته 36450 (centi poise) در دمای ۱۶ درجه سانتیگراد

روشها:

آزمایش تعیین مقاومت شیمیایی تحت تنش (ESCR) بر اساس استاندارد ASTM D1693 انجام شده است. مطابق این آزمایش درصد نمونه های شکسته شده با گذشت زمان به عنوان ارزیابی کیفی ESCR گزارش می گردد. و به منظور مطالعات مورفولوژیکی از سطح شکست نمونه های HIPS آزمایش میکروسکوپ الکترونی SEM ساخت شرکت Philips مدل EDAX به عمل آمد. بررسی آزمایشهای خواص مکانیکی شامل خواص کششی بر اساس استاندارد ASTM D638، خواص خمشی مطابق با استاندارد ASTM D790 و استحکام به ضربه به روش IZOD بر اساس استاندارد ASTM D256 صورت گرفت. به منظور تعیین درصد ژل ابتدا مقدار پلیمر پس از توزین دقیق وزن اولیه به مدت یک شب در حلال متیل اتیل کتون (MEK) استخراج می گردد. آنگاه حلال از مخلوط جداسازی شده و در آن تحت وکیوم در دمای ۶۰ درجه سانتیگراد خشک میگردد، از نسبت وزن ژل خشک به وزن اولیه نمونه و درصد گیری می توان درصد ژل را بدست آورد. ژل حاصله مجموع وزن لاستیک، پلی استایرن حبس شده در ذرات لاستیکی، پلی استایرن گرافت شده به ذرات لاستیک و لاستیک کراسلینک شده می باشد. از آنجا که درصد لاستیک در تمام نمونه ها مشخص و ثابت در نظر گرفته شده با فرض اینکه پلی استایرن محبوس شده در ذرات لاستیکی هم تحت شرایط فرآیندی یکسان، ثابت باشد می توان ارتباط مستقیمی بین درصد ژل و درصد گرافت توام با درصد کراسلینک طبق رابطه ذیل برقرار کرد:

$$\text{درصد گرفت} = [(W_{\text{gel}} - W_{R^{++}}) / W_{R^+}] 100$$

W_{gel} وزن ژل خشک ، W_{R^+} وزن لاستیک اولیه، $W_{R^{++}}$ وزن لاستیک در محصول نهایی می باشد.

روش فرایند پلیمریزاسیون:

ابتدا لاستیک مورد نظر شامل پنجاه درصد لاستیک پلی بوتادین اراک از نوع سیس زیاد و پنجاه درصد پلی بوتادین گرید خارجی از نوع سیس کم به میزان مشخصی در حجم استایرن لازم ، به مدت حدود ۲۴ ساعت حل می شود. سپس با اضافه کردن مواد دیگر فرمولاسیون به مخلوط ، و انتقال آن به داخل راکتور تحت گاز نیتروژن قرار می گیرد. سپس حرارت دهی به مخلوط آغاز و از زمان رسیدن به دمای حدود ۱۲۵-۱۲۰ درجه سانتیگراد پریود دمایی مناسب اعمال می گردد. دمای مذاب از طریق ترموکوپل تماسی و سیستم دیجیتالی قابل کنترل می باشد و تغییرات گشتاور به عنوان شاخصی از ویسکوزیته مذاب در هر لحظه ثبت می گردد. مراحل مختلف فرایند شامل پیش پلیمریزاسیون ، پلیمریزاسیونو تبخیر دهنده بطور سری و با انتخاب دما ، زمان و دور همزن در هر مرحله انجام می شود (مطابق جدول ۱). از سویی دیگر انتخاب فرمولاسیون شامل ترکیب درصد پلی ایزوبوتیلین ، روغن معدنی، درصد لاستیک و سایر افزودنیها براساس امکان تولید صنعتی و اقتصادی بودن آن صورت گرفته است.

جدول (۱) مشخصات شرایط فرآیندی HIPS

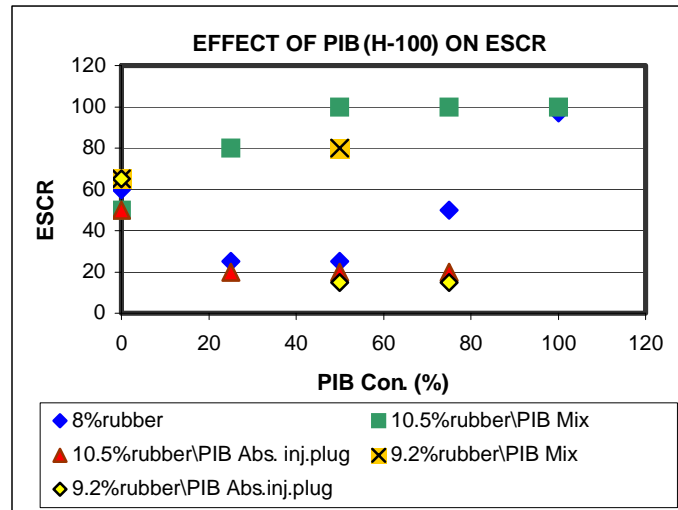
مرحله فرآیند	پیش پلیمریزاسیون	مرحله ۱ پلیمریزاسیون	مرحله ۲ پلیمریزاسیون	مرحله ۳ پلیمریزاسیون	مرحله تبخیر کنندگی
دما (°C)	۱۳۳	۱۴۲	۱۴۷	۱۵۲	۲۰۰
سرعت همزن (rpm)	۳۵	۱۷	۱۷	۱۷	۱۷
زمان اقامت (min)	۱۲۰	۶۰	۴۰	۴۰	۳۰

۵- نتایج و بحث

بررسی خاصیت ESCR در HIPS

شکل ۱ نتایج آزمایش ESCR را نشان می دهد، ملاحظه می شود که نمونه های HIPS در حضور روغن معدنی خالص و درصدهای متفاوت لاستیک (۸ و ۹/۲ و ۱۰/۵ درصد) ، ESCR ضعیفی دارند ، اگرچه افزایش فازلاستیک بطور نسبی در ESCR تاخیر می اندازد. از سوی دیگر افزایش PIB درمخلوط با روغن معدنی که درابتدای واکنش اضافه می شود (نمونه های مربع در منحنی) موجب افزایش ESCR با حداقل ۵۰ درصد PIB در مخلوط با روغن معدنی خواهد شد. اما تزریق مخلوط روغن درپایان مرحله پیش پلیمریزاسیون و ابتدای مرحله اول واکنش (نمونه های مثلث و لوزی در منحنی) سبب نقصان در ESCR میگردد. مشاهدات مخلوط در راکتور هنگام واکنش، در مرحله تزریق مخلوط روغن در پایان مرحله پیش پلیمریزاسیون دلالت بر کلوخه شدن شدید مخلوط بدلیل چسبندگی بالای PIB و افزایش ویسکوزیته آنی دارد. این پدیده برای مدتی هرچند کوتاه موجبات افزایش تنش در سیستم را فراهم آورده و احتمالاً موجب شکسته شدن ذرات لاستیک به ابعاد کوچکتر شده است. به این ترتیب با

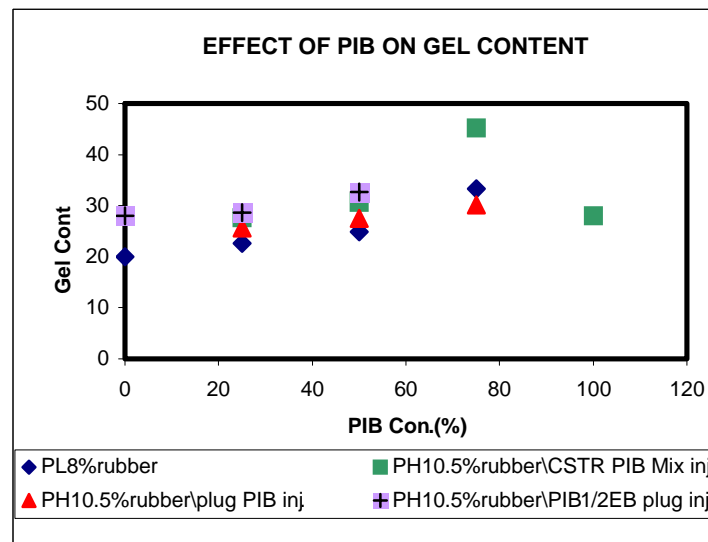
کاهش اندازه ذرات پدیده اول مکانیسم ESC تسریع خواهد شد. از مجموع این نتایج بر می آید که مصرف PIB نوع (H-100) به طور خالص و یا حداقل غلظت ۵۰٪ در مخلوط با روغن معدنی به میزان دو تا سه درصد می تواند بهبود دهنده قطعی خاصیت ESCR در HIPS باشد



شکل ۱: تغییرات ESCR نمونه های HIPS بر حسب غلظت و نوع و نحوه خوراک دهی PIB

بررسی میزان ژل در محصولات HIPS

به منظور افزایش خاصیت ESCR لازم است مقابله با عامل نفوذ حلال و عوامل شیمیایی خورنده به درون ترکچه ها صورت گیرد از اینرو کاهش حلالیت پلی استایرن بویژه در فصل مشترک با ذرات لاستیکی که منشاء تشکیل و رشد ترکچه ها می باشد حایز اهمیت بوده و می تواند نقش موثرتری در افزایش ESCR داشته باشد. یکی از روشهای کاهش و یا جلوگیری از حلالیت پلیمرها با ساختمان شیمیایی مشابه افزایش درصد شبکه ای شدن (Crosslinking) و پیوند خوردگی (Grafting) در سیستم دو فازی می باشد. این امر مانع از نفوذ حلال در بین زنجیرهای پلیمری شده و به مثابه توری یا فیلتر عمل می کند. لازمه تشکیل شبکه و بهم پیوستن زنجیرهای پلیمر (Crosslinking)، ایجاد واکنش ثانویه در پلیمر است که با شکست مقطعی در توده زنجیرهای پلیمری و



ایجاد مراکز فعال (رادیکال) در طول زنجیرها شروع شده و با پیوند پلیمر دیگر در تماس با مقاطع فعال و تشکیل سایت‌های عرضی بین زنجیرها خاتمه می‌یابد؛ حاصل این واکنش منجر به تشکیل ساختمان توری شکل می‌گردد و نفوذ ملکولهای حلال را به ساختار پلیمر مانع می‌شود. اما در واکنش گرفت شدن معمولاً از پلیمر دیگر و یا عوامل شیمیایی خاصی برای پیوند زدن به سطوح محصول پلیمری استفاده می‌کنند [4,6]. نتایج حاصل از آزمایش‌های تعیین درصد ژل و گرفت شدن مطابق شکل 2 و جدول 2 حاکی از آن است که حضور PIB در روغن مصرفی در هر غلظتی، و تحت هر شرایط تزریقاز جمله در خوراک اولیه و پس از مرحله پیش پلیمریزاسیون، درصد ژل را به بالاتر از نمونه‌هایی که فقط روغن معدنی مصرف شده رسانده است. اگر چه اضافه کردن PIB در خوراک اولیه نتایج مطلوبتری در افزایش درصد ژل داشته است.

شکل ۲: تغییرات درصد ژل بر حسب غلظت و نوع PIB نمونه های HIPS

علاوه بر آن حداقل مصرف ۵۰ درصد PIB در مخلوط روغن معدنی، درصد ژل را ۱۰ تا ۵۰ درصد افزایش می‌دهد. اما مصرف خالص PIB تغییرات قابل ملاحظه ای در درصد ژل در مقایسه با روغن نداشته است. علیرغم اینکه نتایج خوبی در آزمایش ESCR نشان داده است. در بعضی موارد مصرف ۲٪ روغن نیز نتایج خوبی را رقم زده است. مقایسه درصد ژل نمونه های HIPS حاکی از آنست که مکانیسم حاکم بر مبنای انجام واکنشهای گرفت در بین دو فاز و با حضور ذرات لاستیکی صادق است.

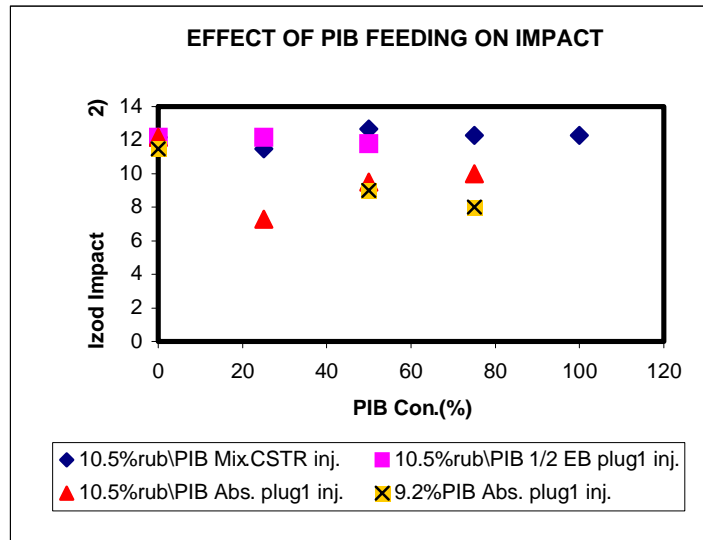
جدول ۲ نتایج درصد گرفت نمونه های HIPS

۱۰۰	۷۵	۵۰ درخوراک اولیه	۲۵ در پایان مرحله ۱	۲۵ در خوراک اولیه	۰	درصد وزنی PIB در روغن
۱۶۶	۲۳۱	۱۹۱	۱۷۲	۱۶۴	۱۷۰	درصد وزنی پیوند خوردگی

بررسی خواص مکانیکی

نتایج خواص مکانیکی نمونه های HIPS حاوی PIB با افزایش درصد PIB دلالت بر افزایش جزیی در استحکام کششی و افت مختصر در ازدیاد طول نمونه ها دارد و خاصیت ضربه پذیری در نمونه هایی که PIB در خوراک اولیه اضافه شده اند ثابت بوده ولی در نمونه هایی که PIB در پایان مرحله پیش پلیمریزاسیون و در پایان مرحله اول اضافه شده کاهش نشان می‌دهد. ثابت شده است که اگر اندازه ذرات لاستیک بین ۲ تا ۳ میکرون باشد، خواص مکانیکی بویژه ضربه پذیری بهبود نشان می‌دهد واز سوی دیگر اندازه

های ۳ تا ۱۰ میکرون موجب ارتقاء ESCR خواهد شد. نتایج نشان می‌دهد که حد بهینه با اندازه ۳ میکرون می‌باشد که با توجه به تثبیت خواص مکانیکی در مورد نمونه های HIPS اصلاح شده این محدوده رعایت شده است.

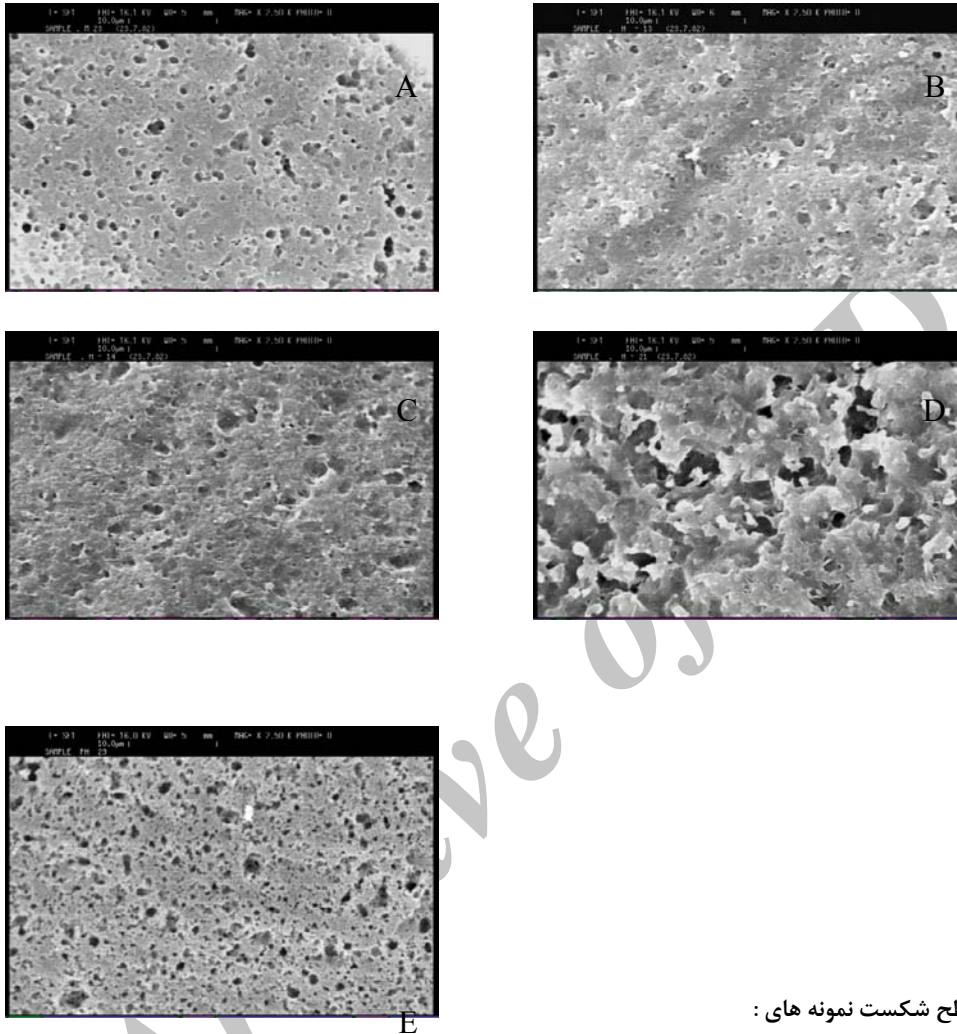


شکل ۳: تغییرات ضربه پذیری بر حسب غلظت و نحوه خوراکی دهی PIB

بررسی مورفولوژی

شکل ۴ سطح شکست نمونه های مختلف را نشان می‌دهد. مشاهده می‌شود در نمونه A (مرجع با روغن معدنی) ذرات لاستیکی در مرحله پیش پلیمریزاسیون بیشتر به یکدیگر ملحق شده و اصطلاحاً مرحله بهم آمیختگی ذرات حاکم بوده است. از اینرو ذرات بهم آمیخته محل مناسبی برای ایجاد ترک شده اند. از سوی دیگر نمونه های B و C به ترتیب نمونه هایی با غلظت ۲۵٪ و ۵۰٪ روغن PIB حکایت از عدم کروی بودن ذرات و در نتیجه چسبندگی بیشتر ذرات با فاز ماتریس دارد. در ضمن این سطوح با یکدیگر قابل مقایسه و مشابه هستند. همچنین نمونه D سطح شکست نمونه، شامل ۲۵٪ PIB می‌باشد که به همراه نیمی از اتیل بنزن در پایان مرحله پیش پلیمریزاسیون به مخلوط واکنش اضافه شده است. ملاحظه این تصاویر حاکی از آنست که برهم کنش فازها در حالیکه PIB در پایان مرحله پیش پلیمریزاسیون وارد واکنش شود بیشتر بوده و چسبندگی بین فازی به مراتب بیشتر می‌شود. همچنین مورفولوژی نمونه شامل ۵۰٪ PIB که با نیمی از اتیل بنزن همراه شده و در پایان پیش پلیمریزاسیون تزریق گردیده است متفاوت از مورفولوژی نمونه قبلی می‌باشد. اصولاً اثر تزریق PIB با ویسکوزیته بالا نسبت به روغن معدنی در پایان مرحله پیش پلیمریزاسیون موجب دشواری در فرآیند واکنش می‌گردد. بدین ترتیب هر قدر غلظت این مرحله بیشتر باشد اثر دشواری فرآیند بویژه پس از تزریق PIB بیشتر خواهد بود. به همین جهت تنش وارده به سیستم موجب کاهش اندازه ذرات لاستیک و دگرگونی در مورفولوژی سیستم خواهد شد. تصویر مورفولوژی نمونه با ۵۰٪ PIB تزریق شده در پایان پیش پلیمریزاسیون این

مطلب را ثابت می کند و نشان می دهد که اندازه ذرات لاستیک به شدت کاهش یافته است. این امر نتیجه تاثیر شدید ویسکوزیته PIB خالص در هنگام تزریق به مخلوط واکنش بوده و موجب کلوخه ای شدن مخلوط بویژه در مراحل اولیه تزریق می شود.



شکل ۴: مورفولوژی سطح شکست نمونه های :

A با روغن معدنی B ۲۵٪ PIB، C ۵۰٪ PIB، D ۲۵٪ PIB تزریق در پایان پیش پلیمریزاسیون، E ۵۰٪ PIB تزریق در پایان پیش پلیمریزاسیون

۶- نتیجه گیری

استفاده ۲ درصد PIB در فرمولاسیون HIPS نتایج مطلوبی را در خواص مکانیکی و ESCR نشان می دهد. تحقیقات نشان می دهد که مصرف PIB و تزریق آن به سیستم چنانچه بعد از مرحله معکوس شدن فازی صورت گیرد نقش موثرتری در افزایش Grafting با حفظ مورفولوژی سیستم خواهد داشت. تزریق PIB بویژه بطور خالص پس از پایان مرحله پیش پلیمریزاسیون با داشتن ویسکوزیته بالای مخلوط واکنش نه تنها بهبودی بر خاصیت ESCR ندارد بلکه بر ضربه پذیری محصول تاثیر منفی داشته و

تسریع کننده شکست در مرحله اول ESC (تشکیل زودرس Craze و رشد آنها) خواهد شد. بررسیهای فرآیند پذیری واکنشها نشان می دهد که حضور PIB در سیستم و در خوراک اولیه تسهیل دهنده روند واکنش و کاهش دهنده ویسکوزیته سیستم و بهبود فرآیند می باشد. در حضور PIB مقاومت کششی نسبتاً افزایش یافته و درصد ازدیاد طول و ضربه پذیری تقریباً ثابت می ماند.

۷-مراجع

1. Martin, M.F.; Viola, J.P; Wuensch, J.R. Preparation, properties and application of high impact polystyrene, In: Modern styrenic polymers. Scheirs J., John Wiley & Sons, New York, 247-279, **2003**.
2. Sani Amril S., Azman H., Munirah M., Chemical Resistance Evaluation of Polystyrene/Polypropylene Blends: Effect of Blend Compositions and SEBS Content, Malaysian Polymer Journal, 1, 1, 11-24, **2006**.
۳. Bubeck, R.A.; Arends, C.B. Environmental stress cracking in impact polystyrene, Polymer Engineering and Science, 21, 10, 624-633, **1981**.
۴. Fred, M.; Peng. Polybutadiene grafting and crosslinking in high impact polystyrene bulk thermal process, Journal Applied Polymer Science, 40, 1289-1302, **1990**.
۵. Kawaguchi, T.; Nishimura, H.i; Kasahara, K.; Kuriyama, T.; Narisawa, I. Environmental stress cracking (ESC) of plastics caused by non-ionic surfactants, Polymer Engineering & Science, 43, 419-430, **2003**.
6. Arun, R.; Richard, J.; Farris; Alan, J. Effect of stress state and polymer morphology on environment stress cracking in polycarbonate, Journal of applied polymer science, 88, 550-564, **2003**.

SID



ابزارهای
پژوهش



سرویس ترجمه
تخصصی



کارگاه های
آموزشی



بلاگ
مرکز اطلاعات علمی



سامانه ویراستاری
STES



فیلم های
آموزشی

کارگاه های آموزشی مرکز اطلاعات علمی



تازه های آموزش
آموزش مهارت های کاربردی در تدوین و چاپ مقالات ISI

آموزش مهارت های کاربردی
در تدوین و چاپ مقالات ISI



تازه های آموزش
روش تحقیق کمی

روش تحقیق کمی



تازه های آموزش
آموزش نرم افزار Word برای پژوهشگران

آموزش نرم افزار Word
برای پژوهشگران