مقدمه ای بر ترک خوردگی استرس محیطی[1] و ESCR:

در طول دهه های گذشته، خواص و کیفیت مواد پلیمری به طور قابل توجهی بهبود یافته است و اکنون تولید کنندگان، استاندارد های عملکرد دقیق تر را رعایت می کنند. یکی از معیارهای عملکرد، مقاومت در برابر ترک خوردگی استرس محیطی[2] می باشد. از آنجا که روش های استاندارد آزمون برای اندازه گیری ESCR بر روی پلاستیک ها مدت زمان طولانی (بعضی اوقات ماه ها) طول می کشد، اگر زمان تسلیم از حد مشخصی بیشتر نشود، کیفیت ماده قابل قبول خواهد بود. خیلی از مواقع آزمایش قبل از اینکه به زمان شکست مشخص برسد، اتمام می یابد. با توجه به این زمان های طولانی آزمایش، آزمون ها و استانداردهای جدیدی ایجاد شده است تا این مواد بهبود یافته به راحتی متمایز شوند. این نشریه فنی به تعریف ترک خوردگی استرس محیطی (ESC) و مقاومت در برابر ترک خوردگی استرس محیطی (ESCR) و چرایی اهمیت ESCR بر خواص پلیمر می پردازد.

[1] Environmental Stress Cracking
[2] Environmental Stress Crack Resistance

تـهران، میـدان دوم شـهـران، مجتـمع آیـسان، پـلاک ۱، طبـقـه ۴، واحـد ۴۰۴ تلفن:۴۷۱۹۹-۰۲۱ فکس:۴۴۳۱۳۱۸۹-۰۲۱
Unit 404, 4th Floor, No. 1, Aysan Complex, 2nd Shahran Sq, Tehran/Iran
Tel : +98 21 47199 Fax : +98 21 44313189

ترک خوردگی استرس محیطی[3] و ESCR چیست؟

تعریف ترک خوردگی تنش[4] بر طبق ASTM D 883 به این صورت تعریف می شود: " "اگر فشارهای کششی در یک پلاستیک کمتر از استحکام مکانیکی کوتاه مدت آن باشد، شکاف بیرونی یا درونی در پلاستیک ایجاد می شود.".

این نوع مدل ترک خوردگی به صورت معمول شامل ترک خوردن، زودشکن یا تردی (نوعی شکستگی پلیمر) با کمی یا بدون داکتیله شدن (حالت خاصی از شکستگی) ماده پلیمری در نزدیکی محل شکستش می شود.

رشد آهسته ترک اصطلاح دیگری است که معمولا برای توصیف ترک خوردگی تنش استفاده می شود. بهترین نوع شناخته شده از رشد آهسته ترک در پلیمرها ترک خوردگی استرس محیطی (ESC) می باشد. این موارد شامل ترک خوردن نمونه های پلیمری تحت تنش، به طور کلی در حضور عوامل خیس کننده فعال سطحی[5] مانند الکل ها، صابون ها، مواد فعال در سطح[6] یا موارد دیگر می باشد. عوامل فعال روی سطح از نظر شیمیایی به پلیمر حمله نکرده و هیچ اثری غیر از شکستگی های شکننده از نظر میکروسکوپی ایجاد نمی کند. در صورت عدم وجود مواد فعال سطحی در محیط ، این شکستگی ها در هر دوره زمانی تحت شرایط تنش یکسان، رخ نمی دهد. به طور کلی

[3] Environmental Stress Cracking
[4] stress cracking
[5] surface active wetting agents
[6] surfactants

تـهران، میـدان دوم شـهـران، مجتـمع آیـسان، پـلاک ۱، طبـقـه ۴، واحـد ۴۰۴ تلفن:۴۷۱۹۹-۰۲۱ فکس:۴۴۳۱۳۱۸۹-۰۲۱
Unit 404, 4th Floor, No. 1, Aysan Complex, 2nd Shahran Sq, Tehran/Iran
Tel : +98 21 47199 Fax : +98 21 44313189

تصور می شود که این ترک ها از ترک های میکروسکوپی شروع شده و از طریق مناطق بلوری ساختار پلیمر منتشر می شود. توانایی یک پلیمر در مقاومت در برابر رشد کند ترک یا ترک خوردگی استرس محیطی به عنوان ESCR شناخته می شود. پلیمرهای مختلف درجات مختلف ESCR از خود نشان می دهند.

چرا ESCR مهم است:

از آنجا که ترک خوردگی تنش منجر به شکست یا خرابی مواد پلاستیکی می شود، پلاستیک قبل از خراب شدن باید کل عمر طراحی شده خود را تحمل کند.

برای درک بهتر اهمیت ESCR، تاثیر آن بر خواص پلی استایرن در گزارش زیر آمده است.

مقاومت پلی استایرن (PS) با ترکیب با یک فاز رابری، معمولا پلی بوتادین (PB)، از طریق بافت اصلی پلیمر، می تواند به میزان قابل توجهی بهبود یابد، که به اصطلاح پلی استایرن مقاوم[۷] (HIPS) می نامند. این پلیمر کاربردهای وسیعی از جمله در بخش های تبریدی، وسایل الکترونیکی، اسباب بازی ها، لوازم خانگی و یکبار مصرف دارد. با اصلاح رابر، مقاوت پلیمر شکننده در برابر ضربه افزایش می یابد که به اصطلاح مقاومت در برابر ترک خوردگی استرس محیطی (ESCR) می نامند. ESCR سبب بهبود HIPS می شود که اجازه استفاده از HIPS در بخش های برودتی به جای ترکیبی از ABS و

[7] high impact PS

HIPS/ پلی اتیلن (PE) را می دهد.. در این کاربرد، پلیمر ممکن است در طول چرخه عمر محصول با عوامل مختلفی از جمله شوینده، چربی و عمدتا سیکلو پنتان یا فریون که معمولا به عنوان مواد فومینگ برای پلی اورتان در عایق حرارتی استفاده می شود، در تماس باشد. با این حال، HIPS استاندارد و حتی برخی از گریدهای HIPS ESCR در صورت استفاده از بسته بندی مواد غذایی چرب مستعد ترک خوردگی استرس محیطی (ESC) هستند، زیرا مواد شیمیایی بر مواد تحت تنش تاثیر می گذارد و سبب شکنندگی پلیمر می شود. ESCR اساسا به حفظ خصوصیات مکانیکی وقتی ماده تحت تنش یا بسته بندی در تماس یا مواد شیمیایی باشد، کمک می کند. به خاطر داشته باشید که به طور کلی، این عوامل هیچ تاثیری بر روی مواد بدون تنش ندارد. تنش به طور معمول در طی فرآیند تولید یا بسته بندی اتفاق می افتد و سطح تنش در روند ESC نقش اساسی را بازی می کند.

براین اساس، 3 دامنه تنش مشخص می شود:

1) بالاتر از 15 MPa، زمانی که ترک های خشک بدون توجه به یک ماده شیمیایی تشکیل می شود.
2) در محدوده 5-15MPa، جایی که زمان شکست بستگی به میزان نفوذ ماده شیمیایی از طریق دیواره های خشک دارد.
3) کمتر از 5Mpa، دوره نهفتگی مقدماتی برای توسعه ترک های خشک و یک دوره بعدی برای رشد ترک وجود دارد.

تـهران، میـدان دوم شـهـران، مجتـمع آیـسان، پـلاک ۱، طبـقـه ۴، واحـد ۴۰۴ تلفن:۰۲۱-۴۷۱۹۹ فکس:۰۲۱-۴۴۳۱۳۱۸۹
Unit 404, 4th Floor, No. 1, Aysan Complex, 2nd Shahran Sq, Tehran/Iran
Tel : +98 21 47199 Fax : +98 21 44313189

همچنین ، سه جنبه اصلی مربوط به عامل شیمیایی شناسایی شده است:

1) ماهیت شیمیایی

2) پارامتر حلالیت، یعنی هرچه پارامترهای حلالیت عامل و پلیمر نزدیک تر باشد، شباهت شیمیایی و در نتیجه ESC مورد انتظار بیشتر است.

3) ویسکوزیته مهم ترین عامل تاثیر گذار بر نحوه رشد در محل شکستگی می باشد.

HIPS تجاری طبقه بندی شده به عنوان ESCR معمولا حاوی ذرات بزرگ رابری است. این ویژگی باعث کاهش سختی پلیمر می شود و حتی ممکن است مقاومت در برابر ضربه را کاهش دهد.

یک روش رایج برای رسیدن به HIPS ESCR تولید کردن پلی استایرن با وزن مولکولی کم تا زمانی که وارونگی فاز اتفاق بیفتد، با هدف کاهش ویسکوزیته پلی استایرن در فاز استایرن است که نتیجه آن پخش ذرات بزرگ رابر در پلی استایرن با وزن مولکولی کم در محصول است. با این حال، در وزن بالای پلی استایرن به بهبود ESCR نیاز است.

همچنین ، در مراحل نهایی تولید HIPS ، با هدف حذف استایرن های واکنش داده نشده و اولیگومرها[8] که در اصطلاح عملیات خالص سازی پلیمر است، PB دچار کراسلینک جزئی شده که از عواقب دمای بالای عملیاتی در داخل فرارزدا است.

[8] oligomers