

مطالعه و بررسی اثر جایگزینی SBR با PU در خواص آمیزه لاستیکی

Studying and Analyzing the Effect of SBR Substitution by PU in Rubber
Compounds Properties

مهدی باریکانی*، علی احمدزاده، مزگان میرزاظاهری^۱

۱- تهران، پژوهشگاه پلیمر و پتروشیمی ایران، پژوهشکده علوم، صندوق پستی ۱۴۹۶۵/۱۱۵

۲- بابل، دانشگاه علوم و فنون مازندران، صندوق پستی ۷۳۴

دریافت: ۸۰/۲/۱۶، پذیرش: ۸۱/۶/۱۰

چکیده

الاستومرهای پلی یورتانی به علت داشتن مقاومت عالی در برابر سایش، پارگی، اکسایش، ازون و حلالها و همچنین استحکام و قدرت تحمل بار زیاد همواره مطرح بوده‌اند. در این پژوهش با توجه به مقاومت سایشی بسیار خوب ترکیبات پلی یورتان چگونگی استفاده از آلیاژ آنها در آمیزه‌های لاستیکی از جمله در آمیزه رویه تایرهای خارج از جاده بررسی می‌شود. بدین منظور آمیزه خالص و آلیاژهای PU/SBR در نسبت‌های مختلف تهیه و خواص آنها آزمایش شد. سیستم‌های مختلف پخت جهت هماهنگ کردن آهنگ پخت آمیزه PU/SBR با نسبت ۲۵/۷۵ با سایر اجزای تایر نیز بررسی شد. خواص نمونه‌های تهیه شده از آمیزه PU/SBR با سیستم پخت هماهنگ با دیگر اجزای تایر از نظر مقاومت کششی، سایشی، پارگی، زمانمندی و دیگر خواص فیزیکی و مکانیکی با SBR خالص بررسی و مقایسه شد.

(مجله علوم و تکنولوژی پلیمر، سال پانزدهم، شماره ۵، صفحه ۲۱۴-۲۰۷، ۱۳۸۱)

واژه‌های کلیدی

پلی یورتان، SBR، آلیاژ،
مقاومت سایشی،
سیستم پخت

Key words

polyurethane, SBR, alloy,
abrasion resistance,
cure system

مقدمه

تا ۹۰ درصد تایرها به دلیل سایش رویه بدون استفاده می‌شوند [۱]. بنابراین، افزایش عمر مفید تایر حتی به میزان ۱۰ درصد باعث صرفه جویی فراوانی در مواد، نیرو و هزینه‌ها خواهد شد. از میان پلیمرها، ترکیبات پلی یورتان به

پدیده سایش در تایر وسایل نقلیه از مسائل مهمی است که تولید کنندگان همواره با آن روبرو بوده‌اند. فرسایش تایرها هر ساله موجب از بین رفتن صدها هزار تن لاستیک می‌گردد و نتایج بررسی‌های بعمل آمده نشان می‌دهد که ۶۰

* مسئول مکاتبات، پیام نگار: m.barikani@ipi.ac.ir

دستگاهها

دستگاههای مورد استفاده در این پژوهش عبارتند از: بنبوری آزمایشگاهی، غلتک آزمایشگاهی، رنومتر ODR 2000 Monsanto، دستگاه سایش Pico، آزمون پارگی به روش modified trouser tear، دستگاه آزمون کشش Instron، دستگاه DMTA از شرکت Polymer Lab.

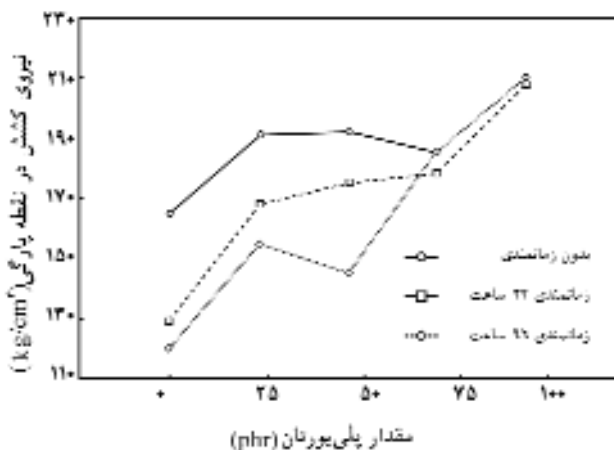
روشها

روش تهیه آمیزه ها

آمیزه ها در دو مرحله پیمانه اصلی و نهایی تهیه شدند. آمیزه های پیمانه اصلی در بنبوری آزمایشگاهی با ۷۶ rpm مخلوط شدند. دمای بنبوری در زمان شروع اختلاط ۴۵°C بود. بدین ترتیب، ابتدا کائوچو و سایر مواد بجز دوده و روغن در بنبوری ریخته شد و سپس در دقیقه اول روغن و دوده اضافه گردید و در دمای ۱۵۰°C آمیزه تخلیه شد. زمان اختلاط هر پیمانه تقریباً سه دقیقه بود. آمیزه های نهایی روی آسیاب دو غلتکی با اضافه کردن مواد پخت تهیه شدند. از آمیزه های ساخته شده به کمک رنومتر ODR 2000 منحنی پخت تهیه شد و از روی آن، زمان پخت نمونه ها معین گردید. فرمولبندی آمیزه های تهیه شده در جدول ۱ آورده شده است.

در جدول ۱ آمیزه های H و T، آمیزه هایی هستند که در مراجع برای رویه تایرهای خارج از جاده (off road tire, OTR) پیشنهاد شده اند و در آلیاژهای C-F مقدار درصد یکی از دو الاستومر مثلاً PU نسبت به الاستومر دیگر مثلاً SBR تغییر یافته است.

در این آمیزه ها با توجه به میزان کم پیوندهای سیر نشده پلی یورتان از سیستم پخت موثر با شتاب دهنده های سریع ویژه یورتان استفاده شده است. در این فرمولبندیها همه مواد بجز یورتان و SBR ثابت اند.



شکل ۱ - مقایسه استحکام کششی در آمیزه های PU/SBR با سیستم پخت (C-F).

دلیل خواص فیزیکی و مکانیکی خوب از جمله مقاومت سایشی، مقاومت پارگی، مقاومت در برابر اوزون و عوامل محیطی و قدرت تحمل بار بیشتر همواره مورد توجه بوده اند [۲،۳]. بکارگیری و استفاده از ترکیبات یورتان در تایر به دلیل خواص سایشی خوب همواره مطرح بوده و به شکلهای مختلف از آنها استفاده شده است. ساخت تایرهایی با استفاده از سیستم قالبگیری تزریقی واکنشی (RIM) انجام و گزارش شده است [۴،۵]. تایرهایی که باروش RIM ساخته می شوند علاوه بر اینکه به تجهیزات ویژه برای ساخت نیاز دارند در موارد کاربرد خاصی نیز بکار گرفته می شوند. استفاده از انواع دیگر ترکیبات یورتان از جمله یورتانهای غلتک پذیر نیز در تهیه تایر به صورت مستقل [۶،۷] یا همراه با دیگر الاستومرها به منظور بهبود خصوصیات الاستومرهای عادی یا ارزان سازی آمیزه های یورتانی نیز مورد توجه قرار گرفته و تهیه آلیاژ از الاستومرهای یورتانی با الاستومرهای طبیعی و مصنوعی بررسی و گزارش شده است [۸-۱۲]. یکی از این آلیاژها، آلیاژ شبکه ای شده گرمایی پلی یورتان و الاستومر کلروپتیل است که با عامل پخت گوگردی پخت شده و درباره آن مطالعه شده است [۱۳]. این آلیاژها با سه روش مختلف آلیاژسازی تهیه می شوند و خواص آنها نشان می دهد که روش آلیاژسازی نقش مهمی در خواص آلیاژها ایفا می کند. مطالعات IR و بررسی طیفهای بدست آمده نیز حاکی از ایجاد پیوند عرضی در این آلیاژهاست که باعث بهبود خواص گرمایی آنها می گردد.

در این پژوهش، آلیاژ یک الاستومر پلی اتر یورتان غلتک پذیر با لاستیک استیرن بوتادی (SBR ۱۵۰۲) با عامل پخت گوگردی مورد مطالعه قرار گرفته و اثر نسبتهای مختلف اجزای همراه با سیستم پخت متفاوت بررسی شده است.

تجربی

مواد

در این پژوهش پلی اتر یورتان غلتک پذیر Urepane 50L06 G از شرکت راین شیمی (Rhein Chemie)، کائوچوی استیرن-بوتادی ان، دوده N 330 و N 339، روغن آروماتیک 290 بهران تایر، روی استنارات، استتاریک اسید، روی اکسید و گوگرد به ترتیب از شرکتهای کربن اهواز، بهران، کمال ایران، کالدیک، رنگینه پارس و استاگ ایران تهیه شد. همچنین، شتاب دهنده های Rhencure AUR، دی فنیل گوانیدین (NOBS) و دی بنزوتیازول دی سولفید (MBTS) شرکت بایر (Bayer) و مرکاپتوبنزوتیازول (MBT) و دی فنیل گوانیدین (DPG) شرکت فلکسیس (Flexsys) استفاده شد.

جدول ۱- فرمولبندی آمیزه ها (مقدار مواد برحسب phr است).

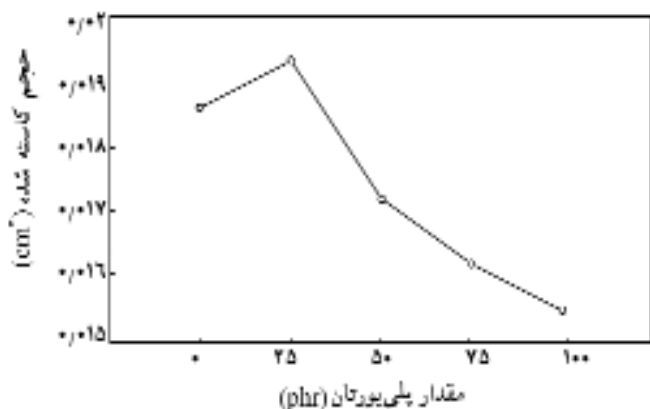
N	M _۲	M _۱	H	F	E	D	C	T	مواد اولیه آمیزه ها
۷۵	۷۵	۷۵	۰	۰	۲۵	۵۰	۷۵	۱۰۰	SBR
۲۵	۲۵	۲۵	۱۰۰	۱۰۰	۷۵	۵۰	۲۵	-	PU
۵۲/۵	۵۲/۵	۵۲/۵	-	-	-	-	-	۷۰	N 375
۱۲/۵	۱۲/۵	۱۲/۵	۵۰	۵۰	۵۰	۵۰	۵۰	-	N 330
۱۵	۱۵	۱۵	-	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۲۰	AROIL
۲	۱/۶۲۵	۱/۶۲۵	۰/۵	-	-	-	-	۲	STAC
۴	۳/۱۲۵	۳/۱۲۵	۰/۵	-	-	-	-	۴	ZnO
-	-	-	-	-	-	-	-	۵	ANTIDEGRADANT
۱/۲	۰/۹	۰/۹	-	-	-	-	-	۱/۲	NOBS
۰/۴	۰/۳	۰/۳	-	-	-	-	-	۰/۴	DPG
۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	S
-	۰/۵	۰/۵	۲	۲	۲	۲	۲	-	MBT
-	۱	۱	۴	۴	۴	۴	۴	-	MBTS
-	۰/۰۸۷۵	۰/۲۵	۱	۱	۱	۱	۱	-	RHENOCURE-AUR
۰/۱	۰/۱	۰/۱	۰/۱	-	-	-	-	۰/۱	PVI

پلی یورتان در آمیزه افزایش می یابد. سرعت افزایش در مقادیر کم پلی یورتان بیشتر از مقادیر زیاد آن است. علت افزایش استحکام کششی آمیزه ها، شکل شناسی خاص الاستومرهای پلی یورتان است که پیوند هیدروژنی را در آمیزه ها افزایش می دهد و به همین دلیل است که استحکام کششی الاستومرهای خالص یورتان از SBR خالص و آلیاژهای آن با PU بیشتر است (شکل ۱). شکل ۲ درصد ازدیاد طول تا پارگی آمیزه ها را نشان می دهد که با افزایش پلی یورتان کاهش می یابد. آمیزه های فوق در شرایط زمانمندی گرمایی در دمای ۱۰۵°C قرار گرفته و پس از ۲۴ و ۹۶ ساعت دوباره خواص آنها بررسی شده است. روند افزایش یا کاهش خواص پس از شرایط زمانمندی نیز همچنان برقرار

آمیزه های M_۱-N براساس آمیزه C و با تغییر مواد پخت تهیه شده اند. در این آمیزه ها مقدار پلی یورتان در حد ۲۵ درصد ثابت نگه داشته شده است.

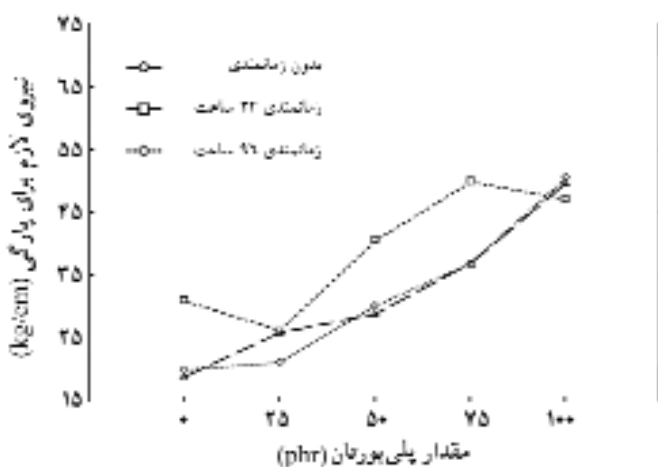
نتایج و بحث

خواص آمیزه های تهیه شده با خواص آمیزه های SBR و PU خالص قبل و بعد از زمانمندی گرمایی در دمای ۱۰۵°C مقایسه شده است. شکل ۱ مقایسه مقاومت کششی آمیزه های PU/SBR را نشان می دهد. همان طور که در این شکل مشاهده می شود، استحکام کششی با افزایش

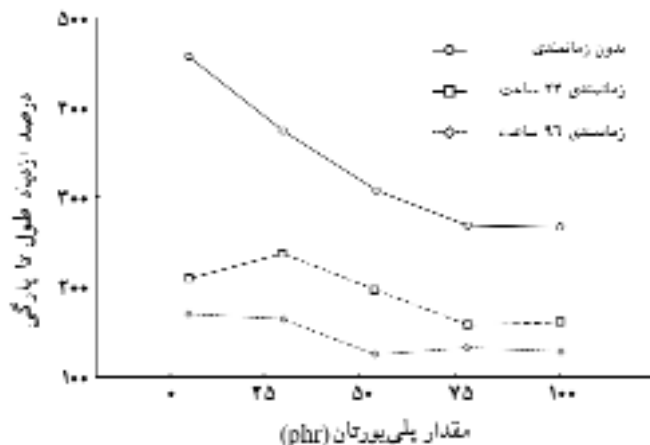


شکل ۴ - مقایسه میزان ساییش در آمیزه های PU/SBR با سیستم پخت PU (C-F).

بطور کلی سختی نمونه ها را افزایش می دهد. برای اندازه گیری مقاومت در برابر اوزون، روی نمونه ها به مدت ۵۰ ساعت تحت کشش ۱۵ درصد در غلظت ۵۰ ppm اوزون و در دمای ۴۰°C به صورت ایستا و پویا آزمون مقاومت در برابر اوزون انجام گرفت. در آزمون پویا در نمونه خالص پلی یورتان هیچ گونه اثر ترکی مشاهده نمی شود، ولی در آمیزه های دارای SBR موارد ترک و پارگی دیده می شود، اما در تمام نمونه های آلیاژ مقاومت در برابر اوزون بهتری را نسبت به SBR خالص می توان مشاهده کرد. آزمون ایستا نیز مؤید همین نظر است که با افزایش پلی یورتان مقاومت در برابر اوزون افزایش می یابد. در حالی که در نمونه های SBR خالص از مقدار ۵ phr مواد مقاوم کننده در برابر اوزون، اکسایش و گرما به صورت مواد ضد تخریب استفاده شده در نمونه های آلیاژی پلی یورتان به هیچ وجه از این مواد استفاده نشده است. نتایج



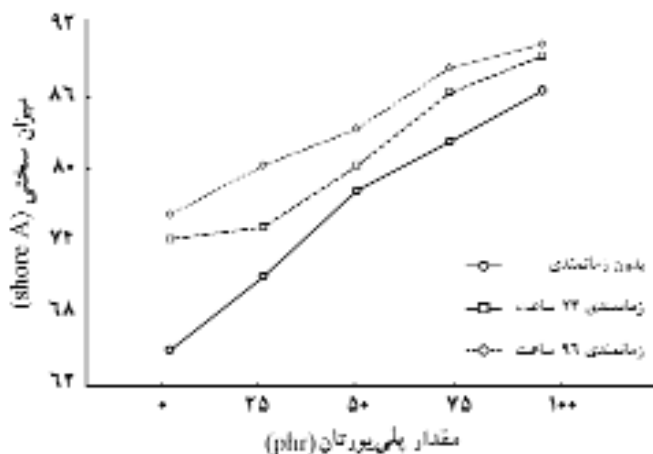
شکل ۵ - مقایسه مقاومت پارگی در آمیزه های PU/SBR با سیستم پخت PU (C-F).



شکل ۶ - مقایسه ازدیاد طول تا پارگی آمیزه های PU/SBR با سیستم پخت PU (C-F).

است و اعمال زمانمندی گرمایی تنها خواص یاد شده را بطور نسبی کاهش می دهد.

نتایج آزمونهای استحکام کششی در پارگی و درصد ازدیاد طول تا پارگی نشان می دهد که با افزایش میزان پلی یورتان ماندگاری خصوصیات بیشتر شده و هرچه زمان پیرسازی بیشتر باشد، افت خواص در آمیزه های دارای SBR بیشتر خواهد بود، به طوری که پس از ۹۶ ساعت زمانمندی، آمیزه با صد در صد SBR معادل ۳۱ درصد افت در میزان استحکام کششی در پارگی نشان می دهد، ولی آمیزه PU/SBR با ۷۵ درصد پلی یورتان افت ۱۸/۷۵ درصد و آمیزه PU/SBR با ۷۵ درصد یورتان یا ۱۰۰ درصد یورتان تقریباً هیچ افتی نشان نمی دهند. سختی نمونه ها با افزایش درصد پلی یورتان افزایش می یابد (شکل ۳) و این روند افزایش با اعمال زمانمندی همچنان ثابت می ماند. زمانمندی



شکل ۷ - مقایسه میزان سختی در آمیزه های PU/SBR با سیستم پخت PU (C-F).

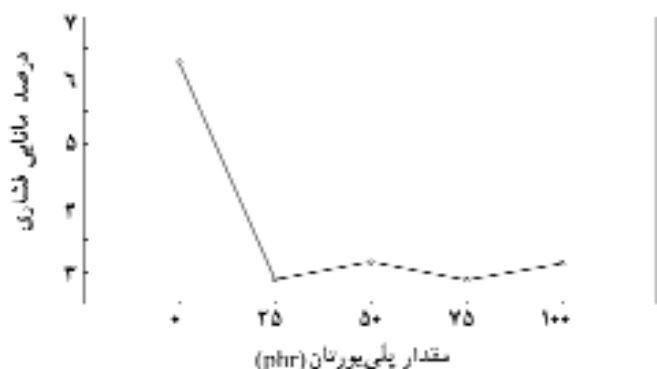
جدول ۲ - نتایج آزمون مقاومت در برابر اوزون و اندازه گیری پراکندگی دوده.

F		E		D		C		T		نمونه
۸-۹		۸		۷-۸		۷		۶		درصد پراکندگی دوده
ایستا	پویا	ایستا	پویا	ایستا	پویا	ایستا	پویا	ایستا	پویا	مقاومت در برابر اوزون
-	-	-	۲۰	-	۸	۱۰	۱۲	۲۳	۲	زمان شروع ترک (ساعت)
-	-	-	۳۰	-	۱۵	۳۰	۲۰	-	۶	زمان ترک کامل (ساعت)
-	-	-	۳۵	-	۳۰	-	-	-	۲۵	زمان پارگی نمونه (ساعت)

مقاومت باشد.

با توجه به اینکه چسبندگی رویه به منجید از پارامترهای مهم است، بنابراین میزان چسبندگی آلیاژ مورد نظر به دیگر اجزای تایر از جمله منجید نیز بررسی و مشاهده شد که با افزایش مقدار پلی یورتان چسبندگی به لایه کاهش می یابد و در آمیزه یورتانی خالص این مقدار تقریباً به صفر می رسد که حاکی از عدم اتصال مناسب پس از پخت با الاستومر عادی است. اما، میزان چسبندگی در آمیزه C به گونه ای است که در تایر قابل استفاده است (شکل ۶). آزمون چسبندگی براساس آزمون چسبندگی نواری طبق روش F 1503 شرکت جنرال تایر انجام شده است.

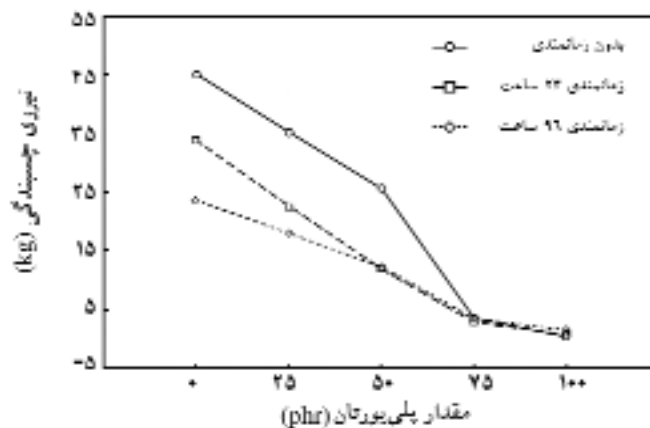
نتایج بررسیهای آزمون مانایی فشاری که براساس روش ASTM D 395-89 انجام گرفت نشان می دهد که در آمیزه های شامل پلی یورتان مقدار مانایی فشاری تقریباً مساوی با هم و برابر با نصف مانایی فشاری در آمیزه SBR خالص است (شکل ۷).



بررسیها نشان می دهد که با افزایش پلی یورتان میزان پراکندگی دوده در آمیزه بهبود می یابد که نشان دهنده دوده پذیری خوب الاستومر پلی یورتان است. این امر می تواند به وجود گروههای فعال موجود در سطح دوده و ساختار قطبی پلی یورتان مربوط باشد.

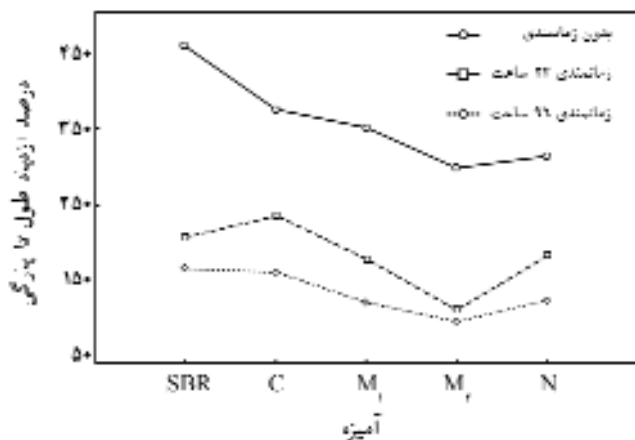
نتایج آزمون مقاومت در برابر اوزون و اندازه گیری پراکندگی دوده در جدول ۲ ارائه شده و مقاومت سایشی نمونه ها در شکل ۴ نشان داده شده است. ملاحظه می شود که با افزایش پلی یورتان اصولاً میزان سایش نمونه ها کمتر می شود و در واقع مقاومت سایشی افزایش می یابد.

آزمون اندازه گیری مقاومت پارگی براساس استاندارد ASTM با جدید B و روش اصلاح شده مونسانتو انجام گردید. مقاومت پارگی در آمیزه های با پلی یورتان کم تغییر محسوسی نسبت به آمیزه SBR خالص ندارد، اما در آمیزه های با پلی یورتان زیاد و خالص میزان مقاومت پارگی بهبود می یابد (شکل ۵). نیروی جاذبه بین مولکولی و شکل شناسی خاص ترکیبات پلی یورتان می تواند موجب این بهبود



شکل ۶ - میزان چسبندگی به لایه.

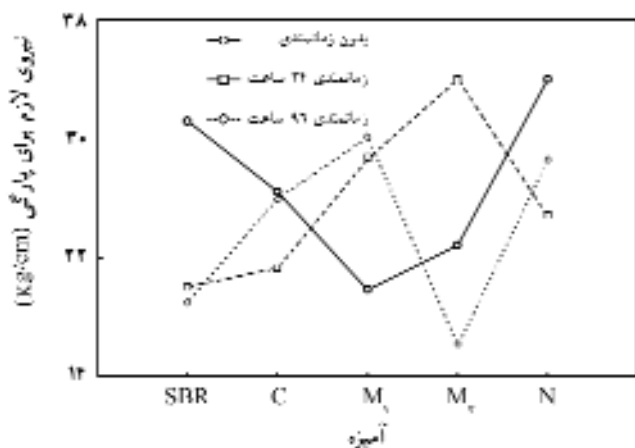
شکل ۷ - مقایسه مانایی فشاری در آمیزه های PU/SBR با سیستم پخت PU (C-F).



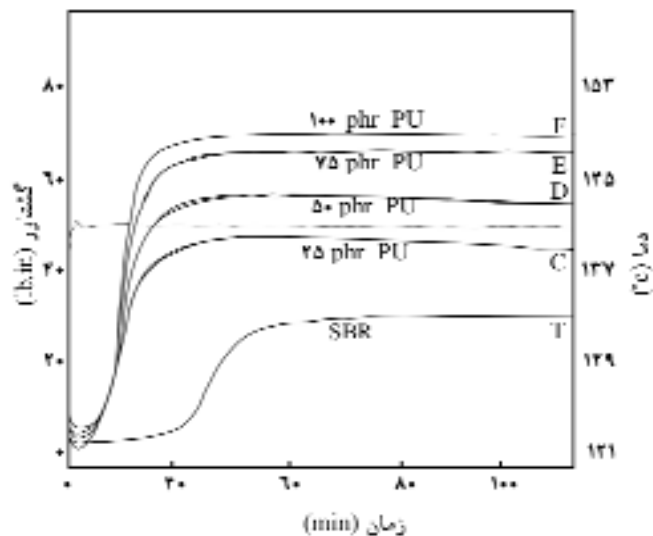
شکل ۱۰ - مقایسه ازدیاد طول تا پارگی آمیزه‌های دارای ۲۵ قسمت وزنی پلی یورتان و آمیزه مینا.

تایر اجتناب ناپذیر می‌کند. بنابراین، برای استفاده از آمیزه‌های یاد شده در رویه تایر باید منحنی پخت آنها تغییر کرده و با دیگر اجزای تایر OTR هماهنگ شود. با عنایت به این مطلب و به منظور ایجاد شرایط مناسب و بدست آوردن پخت بهینه، آمیزه‌های M₁، M₂ و N طراحی و تهیه شدند. در تمام این آمیزه‌ها نسبت درصد PU/SBR برابر با ۲۵/۷۵ بوده و تنها مواد پخت در آنها برای دستیابی به پخت مناسب و هماهنگ با دیگر اجزای تایر تغییر کرده است.

در نمونه M₁ برای هر یک از اجزای آلیاژ مواد پخت خاص خود بکار برده شده و نسبت مواد پخت آمیزه متناسب با نسبت هر الاستومر در آلیاژ بوده است (جدول ۱)، بدین معنی که براساس فرمولبندی مبنای C مواد پخت طوری انتخاب شده‌اند که ۲۵ درصد آنها مواد پخت PU براساس فرمول H و ۷۵ درصد آنها مواد پخت SBR بر اساس فرمول T باشد.

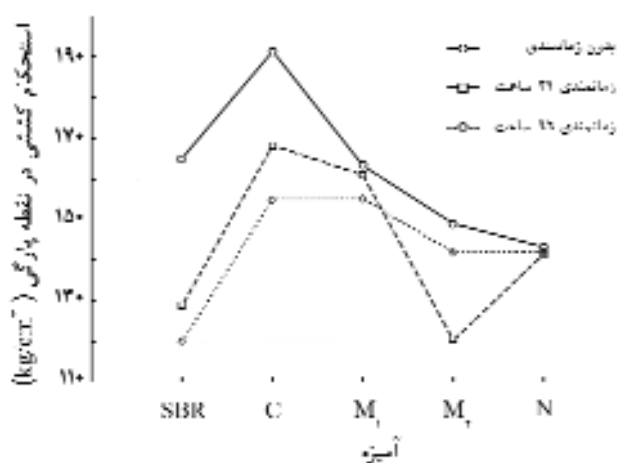


شکل ۱۱ - مقایسه مقاومت پارگی آمیزه‌های دارای ۲۵ قسمت وزنی پلی یورتان و آمیزه مینا.



شکل ۸ - منحنی پخت (رئومتر) آمیزه‌های PU/SBR با سیستم پخت (C-F)PU.

سرعت و زمان پخت نمونه‌ها به کمک دستگاه رئومتر ODR 2000 انجام شد. با توجه به منحنی‌های پخت حاصل هیچ یک از آمیزه‌های ساخته شده از نظر سرعت پخت با دیگر اجزای تایر هماهنگی مطلوبی ندارند (شکل ۸). خصوصیات رئومتری آمیزه‌ها مانند گشتاور مینیم (ML)، گشتاور ماکسیمم (MH)، زمان برشتگی اولیه (Ts₁)، زمان برشتگی نهایی (Ts_p)، زمان پخت ۲۵ درصد (T_{p25})، زمان پخت ۵۰ درصد (T_{p50}) و زمان پخت ۹۰ درصد (T_{p90}) در جدول ۳ آورده شده است. باتوجه به چسبندگی قابل قبول آمیزه C برای استفاده احتمالی در رویه تایر، موضوع مهم دیگر مسئله هم پختی آلیاژ مورد نظر با دیگر اجزای تایر است که ضرورت اصلاح پخت آمیزه C را متناسب با دیگر اجزای



شکل ۹ - مقایسه استحکام کششی آمیزه‌های دارای ۲۵ قسمت وزنی پلی یورتان و آمیزه مینا.

جدول ۳- نتایج پخت آمیزه های ۲۵ قسمتی پلی یورتان و آمیزه های مبنا.

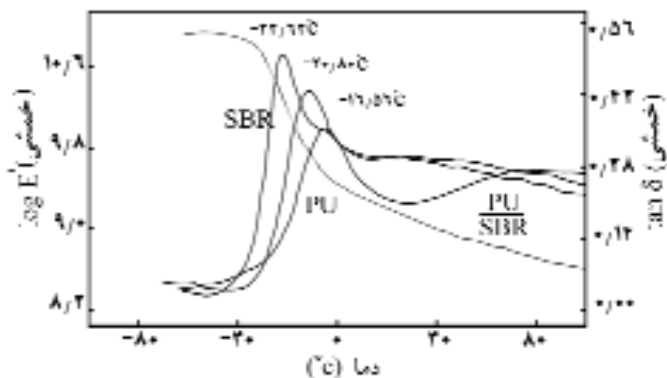
خواص	نام آمیزه	T	H	C	M ₁	M _۲	N
ML (1b/in)	۵/۲۸	۵/۱۵	۷/۵۸	۷/۷۳	۷/۸۳	۷/۷۹	
MH (1b/in)	۳۷/۸۰	۷۲/۸۰	۴۷/۵۲	۴۷/۱۳	۴۰/۴۵	۳۷/۵۹	
T _S (min)	۱۷/۲۱	۳/۸۸	۴/۸۸	۶/۴۲	۶/۶۹	۱۶/۹۳	
T _{S۲} (min)	۲۳/۵۹	۵/۰۲	۶/۰۹	۷/۸۴	۸/۰۵	۲۷/۸۵	
T _{۱۵} (min)	۲۹/۲۹	۱۰/۳۵	۹/۵۶	۱۱/۵۵	۱۱/۷۶	۲۸/۴۲	
T _{۵۰} (min)	۳۲/۸۴	۱۲/۹۱	۱۱/۸۳	۱۴/۳۹	۱۴/۵۷	۳۷/۷۷	
T _{۹۰} (min)	۴۵/۴۳	۲۴/۲۶	۲۲/۲۳	۲۲/۲۶	۲۱/۴۵	۴۳/۰۶	

PU/SBR با نسبت ۷۵ / ۲۵ و مقدار جدید شتاب دهنده تهیه گردید (فرمول M_۲ در جدول ۱).

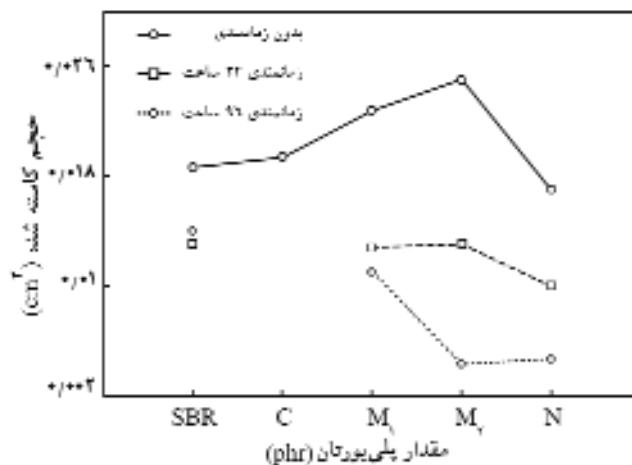
برخلاف انتظار مشاهده شد که سرعت پخت در نمونه M_۲ هیچ تغییر محسوسی هماهنگ با سرعت پخت سایر اجزا پیدا نکرد (جدول ۳) و خصوصیات آمیزه جدید نسبت به آمیزه M_۱ نیز افت نشان داد. با جمع بندی نتایج فوق چنین بنظر می رسد که در رقابت بین SBR و پلی یورتان در مصرف مواد پخت، SBR با مواد پخت یورتان واکنش می دهد و آن را مصرف می کند و پلی یورتان که سرعت پخت کمتری دارد با شتاب دهنده های کند SBR واکنش می دهد که در زمان داده شده برای پخت در رئومتر عملا پلی یورتان به پخت بهینه نمی رسد. هر چند پلی یورتان با سیستم پخت غیر مؤثر و شتاب دهنده های مورد استفاده برای SBR بسیار کند پخت می شود و پخت آن در قالب با مشکل مواجه می شود، اما باید از سیستم پختی استفاده شود که هر دو آمیزه SBR خالص و PU خالص با آن سرعت پخت آهسته ای را داشته باشند. بدین

نتایج رئومتری نشان می دهد که هیچ بهبود خاصی در جهت هماهنگی پخت آمیزه با دیگر اجزای تایر در نمونه M_۱ مشاهده نشده در ضمن، براساس نتایج آزمون استحکام کششی مشاهده شد که استحکام کششی نیز کاهش یافته است و همچنین درصد ازدیاد طول تا پارگی نیز کمتر شده است و مقاومت های پارگی و سایشی نیز کاهش یافته اند (شکل های ۹-۱۱).

با توجه به نتایج بدست آمده بنظر می رسد که وقتی دو سیستم پخت با هم مخلوط می شوند، آمیزه های SBR و پلی یورتان هر کدام با مواد پخت خود به صورت مجزا واکنش می دهند و به صورت دو فاز جدا از هم پخت می شوند. در این مرحله با کاهش شتاب دهنده Rhencure AUR که نقش عمده ای در سرعت پخت آمیزه دارد، سرعت پخت کاهش داده شد و دوباره آمیزه ای از هر دو الاستومتر



شکل ۱۳- نتایج آزمون DMTA.



شکل ۱۲- مقایسه میزان سایش آمیزه های دارای ۲۵ قسمت وزنی پلی یورتان و آمیزه مبنا.

آلیاژها را به تنهایی هم در آج تایر بکار برد. میزان چسبندگی با افزایش مقدار درصد پلی یورتان روندی نزولی خواهد داشت.

درصد ازدیاد طول تا پارگی آمیزه‌ها با افزایش پلی یورتان کاهش و سختی آمیزه‌ها با افزایش درصد یورتان افزایش می‌یابد. آلیاژ PU/SBR با نسبت درصد ۲۵/۷۵ دارای سختی ثابت حدود ۷۰ (Shore A) است. استحکام کششی آمیزه‌ها بر اثر افزایش پلی یورتان افزایش می‌یابد. استحکام کششی با زمانندی کاهش می‌یابد و با افزایش درصد یورتان از میزان کاهش نسبی کاسته می‌شود.

با استفاده از سیستم پخت سنتی در این آلیاژها خصوصیات سایشی و پارگی آمیزه‌ها بهبود می‌یابد و در اصل می‌توان از مزایای پخت سنتی در این آمیزه‌ها استفاده کرد و به سیستم پختی متناسب با دیگر اجزای تایر دست یافت، در حالی که در آمیزه یورتانی خالص از سیستم پخت سنتی استفاده نمی‌شود. با استفاده از پلی یورتان در آمیزه‌ها مقاومت زمانندی آنها افزایش می‌یابد.

مطالعات DMTA نشان‌دهنده سازگاری نسبی دو سیستم آمیزه‌ها هم است. با استفاده از پلی یورتان در آمیزه‌ها بطور کلی مقاومت سایشی و پارگی بهبود می‌یابد.

تشکر و قدردانی

بدین وسیله از آقای مهندس رحیم رحمانی که در انجام این پژوهش نهایت همکاری را داشته‌اند صمیمانه سپاسگزاری می‌گردد.

مراجع

- ۱- کیقبادی آذر شهره و موحد وحیده، "پدید فرسایش رویه تایر، معاونت تحقیقات و توسعه"، شرکت تولیدی ایران تایر، ۱۳۶۸.
2. Wright P. and Cumming A.P.; *Solid Polyurethane Elastomer*; Gordon & Breach, USA, 1969.
3. Barikani M.; *Polyurethane Chemistry, Property, Application and Aging*; Iran Polymer Institute (IPI), 1997.
4. Marchiando R., "Lim Molded Tire Technology Strategic Consideration", 8th International Technical Marketing Conference, California, Nov. 1983.
5. Pajtas S.R., "Process for Making a Multiple Nonpneumatic Tire", *US Pat. 5, 676, 900*; 1977.
6. Dombrow B.A.; *Polyurethane*; Reinhold, New York, 2nd ed., 1965.
7. Chodha C.; *Polyurethane*; UKI Uniroyal Technical Paper, 2000.

منظور و برای رسیدن به این هدف آمیزه N با سیستم پخت همانند SBR طراحی و ساخته و خواص آن بررسی شد. نتایج بدست آمده نشان می‌دهد که:

الف- آمیزه دارای سرعت پخت متناسب با دیگر اجزای تایر است (جدول ۳).
ب- استحکام کششی کاهش یافته است که البته با توجه به اینکه سیستم پخت به یک سیستم تقریباً سنتی تبدیل شده، افت استحکام کششی طبیعی است.

ج- مقاومت پارگی آلیاژ بهبود یافته و میزان افت خصوصیات بر اثر زمانندی در مقایسه با SBR کمتر شده است (شکل ۱۱).

د- مقاومت سایشی بهبود می‌یابد و بر اثر زمانندی بهبود بیشتری مشاهده می‌شود (شکل ۱۲).

ه- منحنی DMTA نشان می‌دهد، مشکل عدم سازگاری دو الاستومر در آمیزه وجود ندارد (شکل ۱۳).

با توجه به نتایج بالا بنظر می‌رسد که با فرمولبندی N نمونه مناسبی از آلیاژ PU/SBR برای استفاده در رویه تایرهای OTR بدست می‌آید.

نتیجه گیری

استفاده از آلیاژ پلی یورتان به عنوان رویه، چسبندگی به منجید را کاهش می‌دهد. اما، این کاهش در درصدهای کم یورتان با عنایت به بهبود دیگر خواص کاربردی آلیاژها در حد قابل قبول است، بطوری که می‌توان این

۸- پارسا مهرداد، "طراحی و بهینه سازی الاستومرهای طبیعی و پلی یورتان براساس خواص مکانیکی و شیمیایی"، دانشگاه صنعتی شریف، تابستان ۱۳۷۵.

9. Suresh K.I. and Thachil E.T., "Study on Blending of Millable PU Derived from Castor Oil with Natural Rubber", *Die. Angew. Makromol. Chem.*; 224, 55-60, 1995.
10. Jablonowski T.L.; *Blend of Polyurethane with Conventional Rubber*; American Chemical Society, Chicago, 1999.
11. Jablonowski T.L., "Peroxide Curing of Millable Polyurethane", *Rubber World*; 221, 25-38, 1999.
12. Kuo C.H., "Method for Making a Vulcanized Elastomer Capable of Combining with Polyurethane without Use of Adhesive and Method of Using the Elastomer so Made"; *US Pat. 6, 337, 041*; 2002.
13. Khatua B.B. and Das C.K., "Thermally Crosslinked Polymer Blends of Polyurethane and Chlorobutyl Elastomers (Sulfur Cure)", *Polym. Int.*; 50,5,495-502, 2001.