

الاستومرهای خاص در تایرها

Speciality Elastomers in Tires

By: J. Walker and S.E. Horne, Jr.

Trans.: H. Omidian and M. Vafalan

Elastomerics, September 1985

ترجمه: مهندس حسین امیدیان
مهندس مهدی وفاپیان



الاستومرهای خاص در تایرها

در حال حاضر، تولیدکنندگان تایر به منظور دستیابی به سطح جدیدی از کارایی، در پاسخ به تقاضاهای صنایع اتومبیل، قوانین دولتی و فشار رقابت، به تلاش گسترده‌ای دست زده‌اند. اصلاحاتی که این دسته در جستجوی آنند، ترکیبی از مقاومت غلطشی، کشانش، فرسایش ترد و دوام کلی است.

اینگونه نیازها به همراه افزایش استانداردهای دقیق برای کیفیت محصول، تولیدکنندگان تایر و لاستیک را توأمأ در یک مبارزه تنگاتنگ قرار داده است.

رمز تکامل آمیزه‌های لاستیکی مناسب برای استفاده در تایرهای مدرن، تشخیص این نکته است که بسیاری از ترکیبات پیچیده فرآیند؛ با استفاده از آمیزه‌هایی که از یک الاستومر مینا گرفته باشند، قابل حصول نیست و



چکیده:

در این مقاله تاریخچه نسبتاً کاملی از الاستومرهای مصارف عمومی و الاستومرهای خاص ساخته شده توسط افراد و کمیته‌های مختلف طی ۱۰۰ سال اخیر و سیر تکامل هالوپولیتیل به عنوان الاستومرهای خاص در ارتباط با تکنولوژی و اجزاء مختلف تایر و نیز آمیزه‌های آنها به همراه لاستیک طبیعی و اهمیت آنها در تکنولوژی لایسنر داخلی بیان شده است. الاستومرهای خاص مصرفی در ترد جهت کمینه و بیشینه کردن مقاومت‌های غلطشی و لغزشی و همچنین اثر توزیع دوده در این مورد اهمیت بسزایی دارند. پلیمرهای حاری مقادیر مختلف وینیل یا او ۲، بوتادین، اصلاح مقاومت لغزشی، سواری آرام، دیواره‌های جانبی بادوام و نهایتاً دسترسی به توازن پیچیده از خواص موردنیاز در تایرهای مدرن توسط آلیاژ پلیمرها از جمله مواردی هستند که مورد بررسی قرار گرفته‌اند.

Key Words:

1 - Tire, 2 - Special Elastomers, 3 - Properties improvement, 4 - Blend

بالطبع آلیاز پلی‌مرها، باید مورد استفاده قرار گیرد. در بسیاری از موارد، نه تنها از آلیاز پلی‌مرها باید استفاده شود، بلکه یکی از پلی‌مرهای مصرفی در آلیاز باید یک الاستومر خاص باشد.

با علم به این واقعیت و در جهت حمایت از پژوهشهای فزاینده در این زمینه، مقاله حاضر مروری است بر روندهای جاری در تکنولوژی تایر- (جدول ۱)، توسعه الاستومرهای خاص، خواص الاستومرهای خاص، موارد استفاده و کاربردهای بالقوه آنها در تسرد، دیواره‌های جانبی، لایترهای داخلی و دیگر اجزاء تایر و روشهایی که از طریق آن پلی‌مرهای خاص را بتوان در جهت اصلاح خواص اجزاء تایر به کار برد.

۱۸۶۰	جی. سی. ویلیامز	ساختار ایزوپرن
۱۸۷۹	بوچارت	سنتز جامدلاستیک از ایزوپرن
۱۸۹۲	تیلدن	سنتز پلی‌ایزوپرن
۱۹۰۰	کوندوگا	پلی‌مریزاسیون ۲ و ۳-دی‌متیل بوتادی‌ان
۱۹۰۱	تیلی	پلی‌مریزاسیون پیپرین
۱۹۰۹	هافمن	پتنت اولین لاستیک سنتزی

جدول ۲- اولین کشفیات تاریخی

پژوهش و کوششهای اولیه برای سنتز لاستیک، اساساً در جهت بازیابی یا پیدا کردن یک جانشین برای لاستیک طبیعی بوده است. در سال ۱۹۱۷، هافمن^۱ بر روی دی‌متیل بوتادین که اساس تولید اولین لاستیک سنتزی به نام لاستیک متیل W توسط کمپانی بایر در آلمان بود (۲)، کار کرد.

تایرهائی که در آن زمان از لاستیک متیل W استفاده می‌کردند دارای مشخصات ضعف فرسایشی بودند.

در سال ۱۹۲۳، وایتنی^۲ و کاتز^۳، لاستیک متیل W را مورد آزمایش مجدد قرار دادند و دریافتند که افزودن ۲۵ قسمت دوده، بهبود قابل توجهی در خواص فیزیکی این ماده بوجود می‌آورد (۵). اگر هنگامی که لاستیک متیل W برای اولین بار تولید می‌شد، دوده‌های امروزی در دسترس بود، شاید تاریخ بعدی لاستیکهای سنتزی بسیار متفاوت می‌شد.

تجدید حیات عمده در پژوهش لاستیک یکی از کشفیات هرمان اشتادینگر^۴ که جایزه نوبل را برای او به‌همراه داشت، در سال ۱۹۲۰ صورت گرفت. کشف وی این بود که پلی‌مرهای موجود به صورت طبیعی، مولکولهای خطی بسیار بزرگ هستند که واحدهای موجود در آنها از طریق پیوندهای شیمیائی به هم متصل شده‌اند (۶). در بین بسیاری از کشفیات بعدی، در سال ۱۹۲۰، کار بسیار قابل توجهی توسط پاتریک^۱ و نوکین^۲ انجام گرفت، به این ترتیب که آنها با واکنش دادن اتیلن و پروپیلن دی‌کلرید با سدیم پلی‌سولفید یک ماده شبه لاستیکی که مقاومت در مقابل حلال آن از بقیه بهتر نبود به دست آوردند. این ماده که اولین الاستومر خاص صنعتی بود، تیوکول^۳ نامیده شد (۷).

دومین کار مهم در توسعه الاستومرهای خاص، کشف پلی‌کلروپرن توسط کاروتز^۴ و کولینز^۵ از کمپانی دوپان^۶ بود. این کشف، نتیجه کار فادر نیولند^۷ بر روی شیمی استیلن و پلی‌مر شدن کاتالیزوری کلروپرن است. نوپرن در سال ۱۹۳۲ به تولید تجاری رسید و اولین الاستومر مورد استفاده در تایرها بود. این الاستومر در مقابل ازون و هوازادگی مقاوم و از چسبندگی دینامیکی بالایی نیز برخوردار بود. هر دو خاصیت، در ساخت دیوارهای جانبی تایر مورد نظر است.

اقتصادی نمودن سوخت/مقاومت غلطشی یدکی مناسب/بدون یدگی	کارآئی بالا (اصلاح چاه روی/کشانش) رانش پکتواخت/سیستمهای خودبست
طراحی ROTC	تایر یکدست/سیستمهای توقف/چرخ
تایرهای چهارفصل	دوام - دیرپائی
پخشکن بدون گل میخ	کاهش اندازه - P155/80R13
رادپال بازی	اتوماسیون / استحکام/ کیفیت
حداقل افت هوا (باد)	

جدول ۱ روند جهانی: پژوهش و توسعه تایرها

تاریخچه:

لغت "Specialty" که در این مقاله «خاص» معنا شده است، در فرهنگ و بستر^۱ اینگونه تعریف شده است: «خاصیتی که با آن یک شخص یا شیء بطور ویژه مشخص گردد. کیفیت یا صفتی که مختص یک گونه باشد. الاستومرهای خاص، خواص منحصر به فرد و متفاوتی از دیگر الاستومرها، نظیر لاستیکهای طبیعی و لاستیکهای مصنوعی مصارف عمومی نظیر SBR دارا هستند.

با وجود این تفاوتها در خواص، تاریخچه الاستومرهای خاص با تاریخچه کشفیات و تحقیقات در خصوص لاستیکهای طبیعی و لاستیکهای سنتزی مصارف عمومی قطعاً از یک ارتباط تنگاتنگ برخوردار است. فاراد^۲ کشف کرد که لاستیک طبیعی، شامل واحدهای تکراری متشکل از ۵ اتم کربن است و به دنبال آن، پژوهش موفقیت‌آمیز ویلیام^۳ در سال ۱۸۶۰ [۱] در جداسازی ماده‌ای به فرمول $C_{10}H_{16}$ که او بعدها آنرا ایزوپرن نامید انجام گرفت. علاوه بر اینها سنتز یک جامد لاستیکی از طریق واکنش ایزوپرن و HCl [۲] برای اولین بار توسط بوچارت^۴ انجام شد. مجموع تمامی این وقایع از نظر مورخان تکوین صنعت لاستیک توصیف شده است [۳]. خلاصه‌ای از اینگونه کشفیات اولیه، در جدول ۲ نشان داده شده است.

در بین سالهای ۱۹۲۷-۱۹۲۹، پیشرفتهایی در زمینه پلی‌مر شدن امولسیون در آلمان به دست آمد و این هنگامی بود که لوتر^۸، هوک^۹، باخ^{۱۰} و شانکر^{۱۱}، پلی‌بوتادین را با استفاده از آلکیل نفتیل بنولفونیک اسیدها به عنوان عامل امولسیون کننده به شکل لاتکس^{۱۲} به دست آوردند. در سال ۱۹۲۹، گزارش شد که بوتادین و استایرین را می‌توان در یک سیستم امولسیون کوبلی‌مر کرد [۱۰] و در سال ۱۹۳۰ این مورد برای بوتادین و اکریلونیتریل نیز عملی شد [۱۱]. اسامی کوبلی‌مرهایی جدید به ترتیب برای استیرن، بونا-اس^{۱۳} و برای نیتریل، بونا-ان^{۱۴} انتخاب شد. به این ترتیب الاستومر خاص دیگری به نام بونا-ان، یا لاستیک نیتریل (NBR) موجودیت پیدا کرد. با وجود اینکه NBR هرگز به عنوان یک الاستومر خاص برای تأیر پذیرفته نشده است، به استثناء موارد معدودی که مقاومت در مقابل روغن ضرورت پیدا می‌کند، اما جهت پژوهش برای پیشرفتهای بعدی، در صورت دارا بودن، جالب است. اگر در سال ۱۹۴۰، فرآیند تثبیت شده‌ای برای تولید اکریلونیتریل وجود می‌داشت، تصور می‌شد که لاستیکهای بوتادین، اکریلونیتریل به جای لاستیکهای بوتادین-استیرن، مورد مصارف عمومی قرار گیرند. ولی از آنجائیکه یک فرآیند صنعتی برای تولید مونومر استیرن در سال ۱۹۴۰ وجود داشت، SBR به عنوان یک لاستیک مصارف عمومی و NBR همچنان یک الاستومر خاص باقی ماند. این شواهد در جدول ۳ خلاصه شده‌اند.

۱۹۱۱	اولین تولید لاستیکهای متیل
۱۹۲۰	تنوری مولکولهای پلی‌مر اشتاینرگر
۱۹۲۰	واکنش تراکمی برای لاستیک پلی‌سولفید
۱۹۲۱	نیولند - پلی‌مریزاسیون دی‌وینیل استیلن
۱۹۲۷	پلی‌مریزاسیون امولسیونی پلی‌بوتادین
۱۹۲۹	کوبلی‌مریزاسیون بوتادی‌ان و استیرن
۱۹۳۰	کوبلی‌مریزاسیون بوتادی‌ان و اکریلونیتریل
۱۹۳۳	عرضه نیوپرن
۱۹۳۴	اولین تولید لاستیک نیتریل
۱۹۴۲	اولین تولید لاستیک بوتیل

اولین بار توسط فارین کشف شده بود، به عهده گرفتند. این پلی‌مر، خواص الاستومری نشان می‌داد ولی ولکانش آن امکانپذیر نبود. توماس کشف کرد که در صورت کوبلی‌مر کردن مقدار کمی ایزوپرن با ایزوبوتیلن، یک الاستومر قابل ولکانش به دست می‌آید [۱۲]. برای این الاستومر خاص جدید، نام لاستیک بوتیل انتخاب گردید. لاستیک بوتیل از نظر رفتار دینامیکی و نفوذپذیری بسیار کم در مقابل گاز، بی‌نظیر است. این لاستیک حداقل نفوذپذیری را در میان تمامی الاستومرهای موجود تجارتي داراست و در دماهای پایین انعطاف‌پذیر است. از آنجائیکه این الاستومر تقریباً اشباع محسوب می‌شود، ولکانش توأم آن همراه با لاستیکهای مصارف عمومی بسیار مشکل است به طوری که تا سال ۱۹۵۳ این امکان وجود نداشت. در این زمان موریسی^{۱۵} فرآیند برهم‌دار کردن را برای لاستیک بوتیل به عنوان روشی جهت بهبود چسبندگی بوتیل به لاستیک طبیعی تکامل بخشید که از همان موقع، استفاده از این الاستومر خاص در تایرها اهمیت یافت [۱۳]. با وجود این لاستیکهای بوتیل از مدتها قبل و همینطور در حال حاضر، در صنعت تأیر قابل توجه بوده‌اند و ساخت تویی داخلی^{۱۶} و بلاد^{۱۷} پخت این صنعت را به خود اختصاص داده‌اند.

جنگ جهانی دوم، صنعت لاستیک را دچار بحران نمود. در پی کمبود و نامطلوب شدن ذخایر لاستیک طبیعی، کمپانی را بررزرو^{۱۸}، در سال ۱۹۴۰ به منظور جمع‌آوری مهارتها و اطلاعات صنعتی لازم جهت تولید لاستیک مصنوعی تشکیل شد. برنامه را بررزرو، موجب ساختن ۵۱ کارخانه به منظور تولید گسترده وسیعی از لاستیکهای مصنوعی شد. در سال ۱۹۴۴، جمع ظرفیت تولیدی آنها از مرز ۷۰۰،۰۰۰ تن فراتر رفت. این برنامه پایه صنعت امروزی لاستیکهای مصنوعی را تشکیل داد. کشف کاتالیزورهای فضاویزه توسط پروفیسور کارل زیگلر و استفاده از این کاتالیزورها توسط پروفیسور ناتا در پلی‌مر کردن لاستیکهای مصنوعی، افق جدیدی را در کنترل ریز ساختار پلی‌مرها باز نمود. در نتیجه اینکار، برای اولین بار پلی‌ایزوپرن با درصد سیس بالا توسط کمپانی بی-اف - گودریچ^{۱۹} [۱۴] و با استفاده از ترکیبی از تری‌آلکیل آلومینیوم و تیتانیوم تتراهالید ساخته شد. کاتالیزورهای آلی فلزی بر پایه آلکیل آلومینیوم و ترکیبات کبالت نیز به منظور کنترل ریز ساختار پلی‌بوتادین تکامل یافتند [۱۵].

در همان زمان، دو فرآیند دیگر جهت تولید پلی‌ایزوپرن و پلی‌بوتادین معرفی شد. کمپانی فایرستون^{۲۰} پلی‌ایزوپرن را با استفاده از لیتیم و آلکیل لیتیم سنتز کرد [۱۶]، در حالیکه سنتز سیس ۱ و ۴ - پلی‌بوتادین با استفاده از تری‌آلکیل آلومینیوم و تیتانیوم تتراکلرید توسط شرکت فیلیپس^{۲۱} گزارش شد [۱۷].

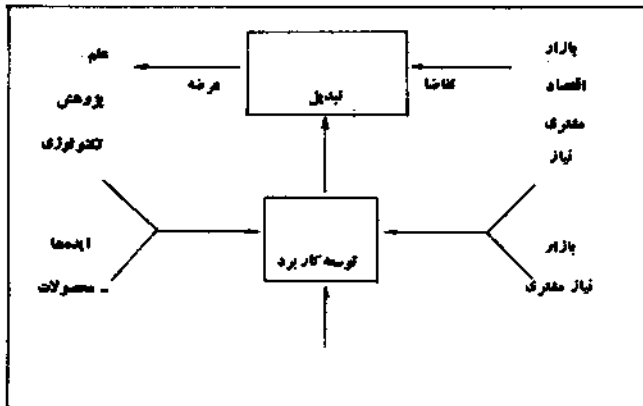
پیشرفت بسیار مهم دیگر که نتیجه کار زیگلر و ناتا بود، معرفی پلی‌مرهای اتیلن - پروپیلن و ترپلی‌مر^{۲۲} حاوی دی‌ان مزدوج در سال ۱۹۶۱ بود. این پیشرفتهای در شیمی پلی‌مر، در جدول ۴ فهرست شده است.

جدول ۳: خلاصه تاریخی از پژوهشهای انجام شده جهت تولید الاستومرهای خاص

توسعه مهم بعدی در خصوص الاستومرهای خاص در سال ۱۹۳۷ در نتیجه موافقت‌نامه مشترک بین آی. جی. فسارین^۱ در آلمان و شرکت استاندارد اوپل^۲ در نیوجرسی حاصل شد، که آنها در سال ۱۹۳۰، یک کمپانی مشترک به منظور همکاری در توسعه محصولات و فرآیندهای جدید مبتنی بر نفت ایجاد کردند. دو نفر از دانشمندان استاندارد اوپل به نامهای توماس^۳ و اسپارکس^۴، مطالعه بر روی پلی‌ایزوبوتیلن را که برای

می‌کنند. همچنین وی اهمیت قابل توجه فشار متحمل شده توسط تایر بر روی پایداری و کاربرد تایرهای رادیال را تشخیص داد. با توجه به این عوامل، میشلین استفاده از تیوبهای داخلی بوتیل و به دنبال آن لاینرهای داخلی نفوذناپذیر بر اساس لاستیک برم‌دار، که در همان کارخانه ساخته می‌شد، انتخاب کرد.

سیتمهای اجتماعی - محیط - انرژی



شکل ۱: روند تغییرات تکنولوژی (فنی)

به موازات این تغییر کاربردی در اروپا، بی - اف - گودریج، تایرهای بدون تیوب را در سال ۱۹۲۸ در ایالات متحده به بازار روانه ساخت [۲۰]. اولین آمیزه لاینر داخلی بر اساس آلیازی از SBR, NR و باز یافت بوتیل بود. مشکلات ناشی از آفت نسبتاً سریع فشار باد، جدا شدن عاج و شکستن اتصالات لاینر، نیاز به یک لاینر داخلی نفوذناپذیر تر را که بتوان آنرا به آمیزه‌های کارکاس^۱ ساخته شده از لاستیک طبیعی چسباند، بیشتر کرد. در سال ۱۹۵۲ بی - اف - گودریج، لاستیک بوتیل برم‌دار را با نام تجاری هیکار^۲ ۲۲۰۴ تولید کرد.

انواع ابتدایی لاستیک بوتیل برم‌دار توسط یک فرآیند بیج^۳ ساخته می‌شوند، به این ترتیب که لاستیکهای بوتیل منظمی را با یک عامل برم‌دار و پایدار کننده در یک مخلوط کن داخلی مخلوط می‌کردند. با وجود خواص قابل توجه، این پلی‌مر کاربرد گسترده‌ای پیدا نکرد و بعدها به علت هزینه بالای تولید و مشکلات دستیابی به مقاومت و پایداری، از بازار خارج شد.

لاستیک کلروبیوتیل در سال ۱۹۶۰ توسط اسو^۴ وارد بازار شد، این لاستیک توسط یک فرآیند پیوسته ساخته می‌شد که سطح خوبی از مقاومت و پایداری را نشان می‌داد و همچنین هزینه تولید آن در مقایسه با لاستیک بروموتیل که توسط فرآیند بیج ساخته می‌شد، خیلی کمتر بود.

استفاده از لاستیک کلروبیوتیل در آلیاژها به همراه لاستیک طبیعی برای لاینرهای داخلی تایرهای بایاس پلا^۵ و بایاس بلت^۶ مفید بود ولی چسبندگی کافی به آمیزه‌های کارکاس ساخته شده از لاستیک طبیعی را نداشت تا به تهای^۷ در آمیزه‌های لاینر داخلی مورد استفاده قرار گیرد. با توسعه تایر رادیال بدون تیوب با سیمهای فولادی، احتیاج به یک لاینر داخلی نفوذناپذیرتر افزون گشت.

کارل زیگلر	۱۹۵۱	کاتالیزورهای فشاری
جی. ناتا	۱۹۵۱	کوبلی مرزاسیون اتیلن و پروپیلن
بی. اف. گودریج	۱۹۵۴	سیس پلی ایزوپرن - آلومینیوم/تیتانیوم
بی. اف. گودریج	۱۹۵۷	سیس پلی بوتادی ان - کپالت/آلومینیوم
فایرستون	۱۹۵۶	سیس پلی ایزوپرن - بوتیل لیتیم
فیلیپس	۱۹۵۶	سیس پلی بوتادی ان - تیتانیوم/آلومینیوم/آلکیل
اسومونتساتینی	۱۹۶۱	لاستیکهای اتیلن پروپیلن

جدول ۴: تاریخچه پلی‌مرهای فضا ویژه

به این ترتیب طی یک دوره ۱۰۰ ساله از تاریخ ۱۸۶۰ با کشف ساختمان ایزوپرن توسط ویلیام، تا توسعه کاتالیزورهای فضای ویژه به منظور کنترل ریز ساختار در طول پلی‌مر شدن، پژوهشگران و صنعت، قابلیت تولید گستره وسیعی از پلی‌مرهای مناسب در صنعت تایر را به دست آوردند.

در میان طیف وسیع پلی‌مرهای تولید شده از طریق کارهای پژوهشی، الاستومرهای خاص شامل بوتیل، هالوبوتیل، SBR, EPDM محلول و امولسیون، وینیل پلی بوتادین و سیندیو تاکتیک پلی بوتادین به عنوان اجزاء تایر مورد استفاده قرار گرفته‌اند تا توازنی در خواص مورد نیاز شرایط خدماتی مورد مطالعه و ضروری برای عملکرد تایرهای امروزی، برقرار کنند.

سیر تکامل هالوبوتیل:

تغییرات فنی در استفاده از الاستومرهای خاص در تایرها بیش از آنکه جهش گونه باشد، سیر تکاملی را طی کرده است گرایش به قبول الاستومرهای خاص وقتی حاصل شده است که تغییر در فرآیند ساخت و ضوابط کارکرد تایر، نیازهایی را ایجاد می‌کرده است که لاستیکهای مصارف عمومی قادر به رفع آن نبوده‌اند شکل ۱.

در زمینه علوم و تکنولوژی تایر، مثالی از یک تغییر عمده در شرایط مورد نیاز فرآیند و کارکرد هر دو، زمانی روی داد که شرکت سیتروئن^۴ در سال ۱۹۴۷ برای اولین بار ماشینهایی که نیروی موتور بر روی چرخهای جلو اعمال می‌شد را به بازار روانه کرد و این شرکت تایر رادیال از نوع میشلین^۵ ZX را به منظور غلبه بر مشکلات ناشی از سایش سریع تایرهای بایاس^۶ برای این ماشینها، انتخاب کرد [۱۸، ۱۹].

تغییر در چرخ جلو ماشینها، نیاز به تایرهای رادیال را ایجاد کرد. این امر به نوبه خود مستلزم تغییر در فرآیند ساخت تایر شد. وقتی میشلین ترکیب سیمی فولادی را قبول کرد، دریافت که نفوذ اکسیژن و رطوبت، اثرات زیان بخشی بر چسبندگی لاستیک به فولاد در درازمدت وارد

با وجود محدودیتهای اولیه، لاستیک بر روی تیریل از چند امتیاز بالقوه از جمله سرعت پخت و چسبندگی بهتر نسبت به لاستیک کلروپوتیل برخوردار بود. کمپانی پلی سار^۲ کوششهای پژوهشی خود را در جهت توسعه یک فرآیند پیوسته محلول که توسط آن بتوان یک محصول بسیار پایدار و مقاوم را در مقیاس وسیع تولید کرد، سوق داد. در نتیجه، اولین کارخانه تجارتهی جهت تولید لاستیک بر روی تیریل توسط یک فرآیند پیوسته ساخته شد و در سال ۱۹۷۰ به جریان افتاد [۲۱].

لاستیک بر روی تیریل به طور گسترده در لاینرهای داخلی تایرهای رادیال فولادی ماشینهای سواری با کارکرد عالی به کار گرفته شد. در اوایل سال ۱۹۸۲، شرکت جنرال موتورز^۳، دستور راهنمایی با عنوان «حداقل آفت هوا» برای تایرهای رادیال سواری صادر کرد که برای تولید ماشین در سال ۱۹۸۲ قابل اجراء بود. این دستور راهنما نیاز به آسترهای داخلی با نفوذناپذیری فوق العاده را افزایش داد.

لاینرهای داخلی:

شرایط خدماتی، مستلزم استفاده از آمیزه‌های لاینر داخلی است که از مقاومت عالی در برابر گرما (۸۰-۱۰۰) و همچنین مقاومت در برابر ترک^۴ تحت فشار هوا از ۳۰-۱۲۰ PSI و چسبندگی خوب به آمیزه‌های کارکاس برخوردار باشند. کارکرد برای تایر ماشینهای سواری ۸ سال و برای تایر کامیون ۵ سال است. آمیزه‌های مورد نظر باید بسیار نفوذناپذیر باشند به طوری که میزان پایداری را به حداکثر برسانند، و از جدا شدن لایه بلت ممانعت کنند و فشار کافی در تایر برای تضمین مقاومت کم غلطشی، لغزشی و کارآیی موثر، را حفظ کنند.

وجود اینگونه تقاضاها، رعایت یک مجموعه موارد فنی را در لاینر داخلی طلب می‌کند. با انتخاب یک لاستیک بر روی تیریل با ویسکوزیته مونی^۱ پایین تر و فرآیندپذیری ساده تر (۱۰۰ Phr) در آمیزه‌های تقریباً فاقد روغن، حداقل آفت هوا و نفوذپذیری در مقابل رطوبت را می‌توان تضمین کرد.

به این ترتیب، بعد از گذشت بیش از ۴۰ سال، از زمانیکه لاستیک بوتیل برای اولین بار ساخته شد، بر روی تیریل و کلروپوتیل به عنوان الاستومرهای خاص مهم، جهت استفاده در تایر معرفی شدند. در حالیکه نقش برتر را در تکنولوژی لاینر داخلی بازی می‌کنند، استفاده از این الاستومرها در دیواره‌های جانبی، نوارهای پوششی، ضدزنگ و ترد برای تایرهای مسابقه‌ای و تایرهای کارکرد بالا، اهمیت فزاینده‌ای یافته است.

الاستومرهای خاص در ترد:

کارکرد ترد، عامل محدود کننده استفاده از یک اتومبیل است، طی سالهای اخیر مهندسين طراح جهت درک بیشتر پارامترهای مهم طراحی موثر بر کارکرد تایر به پیشرفتهای مهمی نایل آمده‌اند. جریان پیوسته‌ای از مفاهیم جدید در طراحی تایر عرضه شده است. نردیسک^۱ [۲۲] تقاضاهای کلیدی و تکنولوژی تایر را به این ترتیب بیان می‌کند:

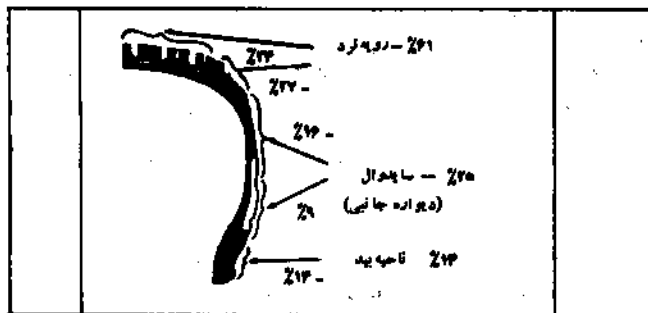
— ایمنی

— اقتصاد

— راحتی

از مهمترین ضوابط ایمنی، بی‌عیب بودن تایر، خواص سُریدن و حرکت بر روی جاده است. اقتصاد تابعی از مقاومت سایشی و مقاومت غلطشی تایر است و راحتی هم در اصل تسابمی از خفیدگی صوتی و مکانیکی است.

ترد، عمل اصلی در انتقال نیرو به جاده را انجام می‌دهد، ضمن اینکه سطح باند ترد^۲، حدوداً ۶۰٪ از اتلاف انرژی به صورت گرمای یک تایر را تشکیل می‌دهند (شکل ۲).



شکل ۲: توزیع اتلاف انرژی در تایرهای شعاعی

شانگ^۳ و شاکتون^۴ در مقاله خود «ارزیابی مقاومت غلطشی» [۲۳] و شورینگ^۵ در مقاله خود تحت عنوان «آفت غلطشی در تایرهای بادی» (۲۴) پیشرفتهای صورت گرفته در این زمینه را به طور گسترده مرور کردند و پیشنهاداتی در مورد زمینه‌هایی که اصلاحات آینده در آن احتمالاً حاصل خواهد شد، ارائه دادند.

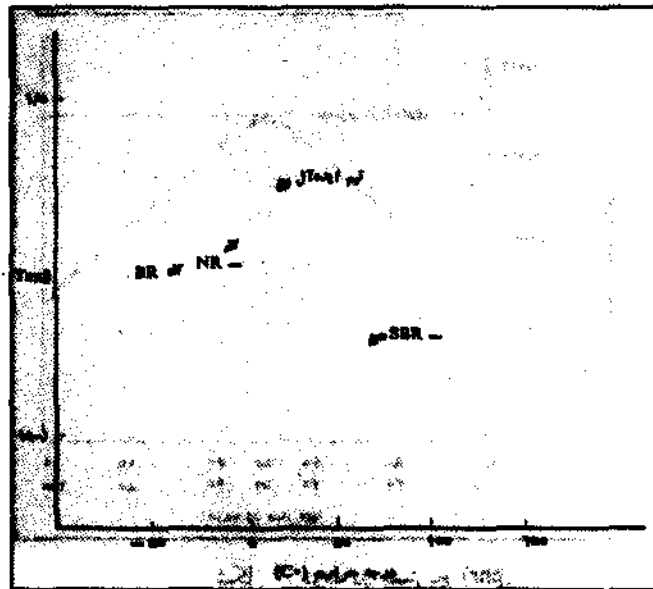
پس از بحران انرژی اوایل سال ۷۰، بر مبنای آییننامه اقتصاد سوخت میانگین متحد^۶ تاکید بر کاهش مقاومت غلطشی تایرها نهاده شد. امروزه مجموعه اهدافی در جریان است که این تاکید را به اصلاح در مقاومت لغزشی و استعمال بدون آفت مقاومت غلطشی تغییر داده است.

در صورتیکه مقاومت غلطشی، تنها ضابطه کارکرد ترد تایر باشد، انتخاب پلی‌مر بر مبنای پایین‌ترین پسماند و طبعاً پایین‌ترین انتقال درجه دوم خواهد بود. برای این منظور، سیس ۱ و ۴ — پلی بوتادین و سیس ۱ و ۴ — پلی ایزوپرن مطلوبند.

در هر حال، در تایرهای سواری، مشخصات کارکردی بسیار دیگری باید فراهم شود، که مهمترین آنها مقاومت در مقابل لغزش است. تا همین اواخر، درک عامه این بود که موارد پسماند و مقاومت لغزشی هر دو را تقریباً به طور کامل توسط دمای انتقال درجه دوم پلی‌مر می‌توان تعیین کرد و در نتیجه ایندو قویاً در ارتباط متقابل با یکدیگرند. اخیراً، وسایلی پیدا

تاکنون، توضیح مناسب و کاملی برای رسیدن به یک توازن مطلوب در خواص داده نشده است. به همین دلیل در حال حاضر، مطالعه چنین سیستمهایی در رأس کارهای پژوهشی در زمینه الاستومرها قرار گرفته است.

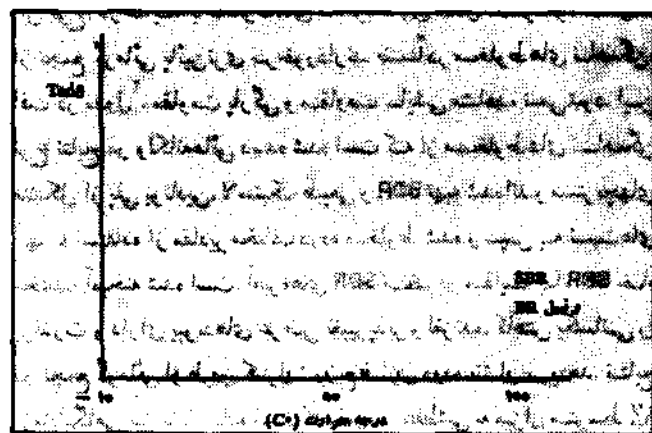
در یکی از پتنتهای^۳ برجستون در سال ۱۹۸۰ این چنین انحرافی نشان داده شد. در این پتنت ادعا شده که ۳۰ درصد کاهش در مقاومت غلطشی وقتی حاصل شده است، که میزان افت در مقاومت شکستن خیس تنها ۱۲٪ است. کمپانیهای شیل^۲ و دانلپ^۱ نیز پتنتهایی در رابطه با SBR محلول با درصد بالای وینیل و حاوی غلظتهای بالایی از گروههای استیرن در انتهای زنجیره، ارائه کردند [۲۹]. این انحراف از روابط کلاسیک مربوط به Tg نسبت به رفتار دینامیک و مقاومت غلطشی نسبت به مقاومت لغزشی، آمادگی لازم جهت پیشرفت در زمینه بهبود کارکرد کلی تایرها را ایجاد می کند.



شکل ۶: پاسخ دینامیکی لاستیکهای مصارف عمومی

تکامل یافتن الاستومرهای خاص:

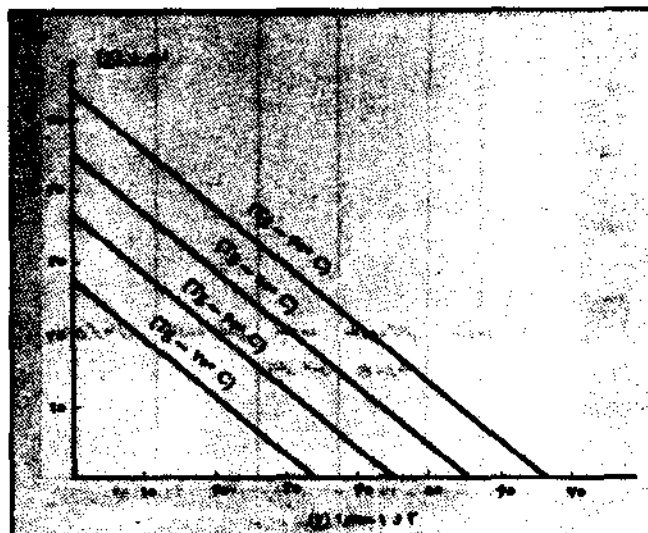
از سال ۱۹۷۸ فعالیت‌های ثبت شده بسیار زیادی بر روی پلی‌مرهای حاوی مقادیر مختلف وینیل یا ۲۰،۱ بوتادین، چه در هم‌پولی‌مرها و ترکیبات آنها و چه در شکل کوپولی‌مر شده با مقادیر مختلف استیرن و ترکیبات آنها، انجام گرفته است [۲۸]. در سال ۱۹۷۹ نردسیک^۱ و کیپارت^۱ ثابت کردند که پلی‌مرهای حاوی مقادیر مختلف ۱ و ۲ بوتادین، اما با دماهای انتقال شبیه‌ای برابر با لاستیکهای GP*، خواص دینامیکی نامشخصی از خود بروز می‌دهند. این کار و کارهای بعدی نشان داد که انحراف از روابط کلاسیک مربوط به Tg** و خواص دینامیکی امکان‌پذیر است [۲۸] (شکل‌های ۷ و ۹).



شکل ۹: rheorbron ترکیب ترد در Tg

ایجاد طیف وسیعی از SBRهای محلول و پلی‌مرهای BR و وینیل، سوالاتی را مطرح نمود، نظیر اینکه بهترین راه چیست و اینکه آیا چنین پلی‌مرهایی می‌توانند نسل جدیدی از لاستیکهای مصارف عمومی را به وجود آورند و یا اینکه آیا آنها را می‌توان به عنوان الاستومرهای خاص در نظر گرفت که قادر به اختلاط در مقادیر و نسبتهای مختلف با لاستیکهای مصارف عمومی موجود باشند، تا توازن مطلوبی از خواص را ایجاد کنند.

بهترین راه‌حل فنی اقتصادی، می‌توانست یک الاستومر خاص باشد که قادر به تشکیل آلیاژ با لاستیکهای مصارف عمومی باشد. این راه‌حل، تولید انبوه SBR و لاستیک طبیعی را از نظر اقتصادی مقرون به صرفه می‌کند به علاوه این امکان را در اختیار تهیه‌کننده‌ها می‌گذارد که بتوانند خواص آمیزه‌های ترد را مطابق با نیاز ویژه کارکرد تایر جفت و جور کنند. علاوه بر این، چنین راهی خود منجر به بهینه شدن رفتار دینامیک از طریق کنترل توزیع فازی دوده طی اختلاط خواهد شد. پلی‌مر مناسب برای اینکار می‌تواند پلی‌بوتادین با درصد بالای وینیل باشد. این مورد در مقایسه



شکل ۷: درصد استیرن در مقابل مقدار وینیل.

با پلی‌مرهای حاوی گروه‌های وینیل نسبتاً کمتر برای آمیختن با لاستیکهای دیگر مطلوبتر و در حقیقت، نامزد منحصر به فردی برای آمیزه‌های ترد است.

اصلاح مقاومت لغزشی، رانندگی ساکت

در اواسط دهه ۱۹۵۰، بیشترین تاکید در تیرسازی بر روی «آسایش» و رانندگی بی سروصدا گذاشته شد. جهت دستیابی به این امر، کارهای قابل ملاحظه‌ای در زمینه تکامل تایرهای ساخته شده از لاستیک بوتیل انجام گرفت. دلیل این امر، بازده بسیار بالاتر لاستیک بوتیل در خفیدن ارتعاشات نسبت به لاستیک طبیعی بوده است. تنها تعداد معدودی از چنین تایرهایی ساخته شد و به طریق تجارتی به فروش رسید.

تایرهای بوتیل از مقاومت لغزشی خوب و قابلیت پیچیدن مناسب در تابستان برخوردارند درحالیکه روی برف و یخ بسیار ناتوانند. این تایرها حین کار به طور استثنائی راحت‌اند و مقاومتشان در برابر فرسایش عالی است ولی مقاومت سایشی نسبتاً ضعیفی داشته و مشکلاتی نظیر چسبندگی به نخ و جدا شدن ترد روی برخی از تایرها وجود داشت. با وجود عدم موفقیت تایرهای بوتیل از پژوهشهای مربوط به آنها استفاده‌های زیادی حاصل شد.

در میان قابل توجه‌ترین این استفاده‌ها، یکی یافته‌های اولیه در زمینه برمدار کردن لاستیک بوتیل بود که در اصلاح چسبندگی ترکیبات ترد آمیزه‌های بوتیل ترد به آمیزه‌های لاستیک طبیعی کار کاس طبیعی، مفید گشت، دوم لاتکس بوتیل بود که جهت چسبندگی بهتر به نخ توسعه یافت. نهایتاً اثر متقابل ایجاد شده بین لاستیک بوتیل و دوده طی اختلاط در دماهای بالا و با استفاده از تهییج کننده‌ها بود.

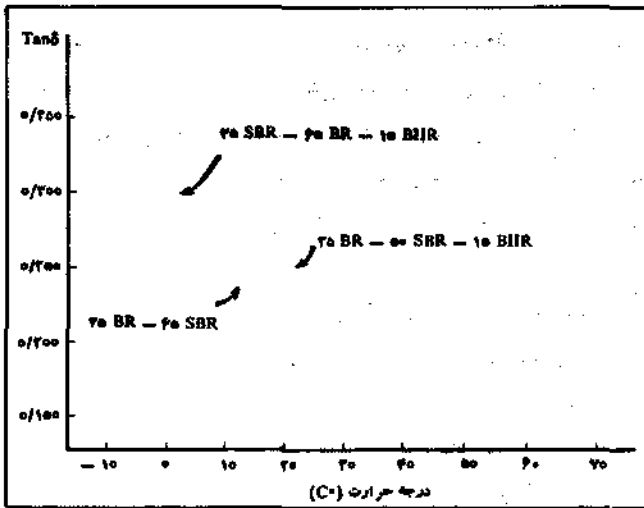
امروزه با تاکید بر اصلاح مقاومت لغزشی و مشخصه‌های نقل و انتقال و توسعه برموبوتیل و کلرو بوتیل که با لاستیکهای مصارف عمومی غیر اشباع هم بخت هستند، کار پژوهش در جهت چگونگی استفاده از این الاستومرهای خاص در آلیاژها جهت اصلاح مقاومت لغزشی تایرهای با کارکرد بالا، قرار گرفته است.

نابورینا و شوارتز [۳۰] حین پژوهش بر روی آلیاژهای پلی بوتادین و کلرو بوتیل دریافتند که «ضریب اصطکاک و لکانه‌های مرکب از این دو پلی‌مر با نسبتهای متفاوت بر روی بتون خیس، به میزان قابل توجهی بالاتر از مجموع مقادیر ضریب اصطکاک آنها به تنهایی است.

هراکاوا^۲ و همکاران در پنت خود [۳۱] ادعا نمودند که کاهش مقاومت غلطشی، اصلاح خواص سرش خیس و رسیدن به مقاومت سایشی قابل قبول در صورتی ممکن است که از آلیاژهای هالوبوتیل در آلیاژ با لاستیکهای عام‌المصرف استفاده شود. در پستت دیگری، هراکاوا و همکاران [۳۲] نشان دادند که کاهش مقاومت غلطشی بدون افت مقاومت لغزشی خیس در صورتی امکان پذیر است که مقداری از آلیاژ یا تمام هالوبوتیل در انتهای چرخه اختلاط افزوده شود. به نظر می‌رسد که این مورد، نتایج به دست آمده به وسیله بریگز^۳ و وی^۴ را تأیید می‌کند: به این

ترتیب که «با توزیع کنترل شده نامتناسب دوده در میان الاستومرهای آلیاژ»، مقاومت غلطشی کاهش می‌یابد، بدون آنکه مقاومت لغزشی، سرشی خیس کاهش یابد. آنها به چنین توزیع نامتناسبی از دوده با استفاده از SBR که در آن پیوند عرضی تغییر پذیر ایجاد شده است و ویسکوزیته بسالایی دارد، دست یافتند [۳۳]. مطالعه در زمینه سازگاری آلیاژهای لاستیکی بر پایه پلی بوتادین و کلرو بوتیل توسط باور^۱ و همکاران [۳۴] انجام گرفت. این نتیجه را به دست داد که، در آلیاژهای لاستیکی، ناهمگنی فازها همواره حاکم است و با استفاده از میکروسکوپ می‌توان آنرا نشان داد [۳۵]. سازگاری این آلیاژها به وسیله ظهور پیکهای افت دینامیکی حد واسط بررسی می‌شود که از طریق فرآیند ولکانشی که ایجاد پیوندهای عرضی بین فازهای ناهمگن پلی‌مر را تسریع می‌کند، قابل حصول است. این نوع سازگاری از طریق پیوندهای عرضی بین فازهای حتی با استفاده از پلی‌مرهای دارای پارامترهای انحلال پذیری بسیار متفاوت نیز امکان پذیر است.

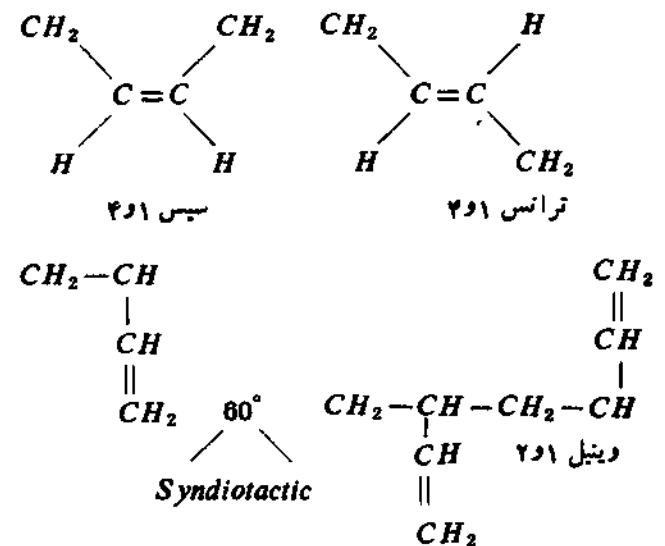
رفتار دینامیکی چنین آلیاژهایی در شکل [۱۰] نشان داده شده است. این راهها بر این واقعیت اشاره دارند که افزایش میزان پلی بوتادین با درصد سیس بالا، در یک آلیاژ از SBR/BR/BIIR مقاومت سایشی را اصلاح می‌کند و در عین حال، اصلاح مقاومت لغزشی و غلطشی را نیز موجب می‌شود. مورد اخیر، با استفاده از اندازه گیرهای تانژانت دلن^۵ معین شده است. پژوهشهای جاری که بر روی استفاده از هالوبوتیل در ترد تایر انجام گرفته است، بر این امر دلالت دارد که ناهمگنی آلیاژهای حاصل از الاستومرهای خاص با لاستیکهای عام‌المصرف توازنی مطلوب در خواص دینامیکی ایجاد می‌کند، کار بیشتر بر روی ولکانش چنین آلیاژهایی و نیز استفاده از توزیع فازی متغیر دوده در چنین سیستمها، نیاز به اصلاح مقاومت لغزشی را حین حفظ و یا حتی اصلاح مقاومت غلطشی برطرف می‌کند.



شکل ۱۰: نسبتهای BIIR, BR, SBR

لازمه طول عمر تایرهای رادیال، چه کامیونی و چه سواری، استفاده از دیواره‌های جانبی بادوام استثنائی است. تحت بعضی از شرایط خدماتی تایرها قادرند بیش از ۵ سال عمر کنند. در وسایل نقلیه‌ای که نیروی موتور بر روی چرخهای جلو اعمال می‌شود، تایر چرخهای عقب، حدود ۸ تا ۹ سال نیز دوام خواهند داشت.

الاستومرهای خاص شامل پلی کلوپرن، EPDM و هالوبوتیل برای دیواره‌های جانبی سیاه و سفید، هر دو، و در نوارهای پوششی به عنوان راه‌حلی موثر جهت اصلاح مقاومت در برابر هوازگی، مقاومت خستگی و خمشی و مقاومت دینامیکی و استاتیکی در مقابل اوزن، مورد استفاده قرار می‌گیرند. در ضمن چسبندگی دیواره‌های جانبی با آمیزه‌های ترد و کارکاس باید بالا باشد. علاوه بر این باید از مقاومت خوبی در مقابل برش و خراش برخوردار باشند. توسعه گسترش تایرهایی با نسبت ابعاد پایین موجب شده است که انجام خدمات در مورد دیواره‌ها به سختی و مشکل صورت گیرد.



ثویرن توسط پلی‌مرهای دیگر جایگزین شده است. EPDM دارای مقاومت در مقابل اوزن و خواص خمشی خوبی است، اما فاقد چسبندگی به آمیزه‌های کارکاس و ترد و نیز از چسبندگی ناکافی برای تیرسازی مؤثر برخوردار است. حتی وقتی به صورت آمیزه با لاستیک طبیعی استفاده شود، میزان استعمال آن محدود به ۳۰٪ شده، چرا که در مقادیر بالاتر از میزان چسبندگی آن کاسته می‌شود و سازگاری محدود آن با NR، SBR به خواص مکانیکی آسیب می‌رساند.

جهت غلبه بر مشکلات چسبندگی مکانیکی سیستمهای پخت جهت اصلاح سازگاری پخت توسعه یافتند [۴۰-۳۶]. اصلاحات مورد نظر در سرعت پخت با تنظیم مقدار مونومر سوم در EPDM انجام گرفت و در ضمن انتخاب کلرو بوتیل و برموبوتیل در آمیزه با لاستیک طبیعی نیز تا حدی مؤثر واقع شد.

سودمندی لاستیک بوتیل برمدار به عنوان یک مانع زنگ و استفاده از آمیزه‌های برموبوتیل همراه با لاستیک طبیعی در نسبت ۶۰/۴۰ جهت نوارهای پوششی، توسط بلاک‌شاور^۱ نشان داده شد. در هر حال، روند طراحی برای تایر، ساده‌سازی ساختمان دیواره جانبی، کاهش ضخامت دیواره جانبی و بنابراین حذف نوارهای پوششی و مانع زنگ است. این مورد همراه با مسأله طول عمر تایرهای رادیال معایبهایی جدیدی را جهت تولید ترکیب مناسبی برای تایرهای آینده ایجاد نموده است.

یک روش استفاده از ۱ و ۲- بوتادین سیندیوتاکتیک در آلیاژ با لاستیکهای مصارف عمومی است که مقاومت خستگی خمشی و مقاومت پارگی [۳۱، ۴۲] فوق‌العاده‌ای را ایجاد می‌کند و علاوه بر این پایداری و دوام قابل توجه دیواره‌های جانبی در تایر کامیون را نیز موجب می‌شود. جالب توجه است که ساختار این پلی‌مر، متشکل از مجموعه لیفهای کوچک است. این حفره‌های بلوری لیفی بر روی تبلور القائی در اثر تنش مؤثرند، در ضمن ممکن است سهمی هم در مقاومت سرشی اصلاح شده داشته باشند.

نامزد دیگر جهت اصلاح کارکرد دیوار جانبی، کوبلی‌مر پروپیلن-بوتادین [۴۳] است که مقاومت خستگی خمشی خوبی را نیز ارائه می‌دهد. نتیجه‌گیری:

با مروری بر تاریخچه الاستومرهای خاص و چگونگی استعمال آنها در اجزاء ویژه تایر، نیازهای صنعت تیرسازی و ماهیت تکاملی تغییرات تکنولوژیکی در این زمینه تشریح شد. آنچه که از این مبحث مسلم گشت این بود که توازن پیچیده از خواص مورد نیاز در تایرهای مدرن را نمی‌توان به وسیله یک پلی‌مر منفرد برقرار کرد و تنها با استفاده از آلیاژهایی که مواد مختلف و به وسیله اجزاء متشکل از الاستومرهایی با خواص و ساختارهای متفاوت امکان‌پذیر است.

بهبود نمودن آمیزه‌ها و چسبندگی پلی‌مرهایی با ترکیب غیرمشابه مستلزم ارائه کارهای پژوهشی در زمینه شکل‌شناسی^۱ و پیوندهای بین سطحی، به علاوه جفت و جور کردن ساختارهای پلی‌مری برای به دست آوردن خواص مورد نظر است. امروزه الاستومرهای خاص نقش بسیار

با وجود آنکه اصلاحات پراهمیتی در جهت محافظت لاستیکهای عام‌المصرف بوسیله سیستمهای آنتی‌اکسیدانت و آنتی‌اوزونانت صورت گرفته است ولی نیاز به یک ترکیب ذاتاً مقاوم در برابر اوزن، هوازگی و اکسید شدن برای دیواره‌های جانبی محسوس است. ترجیحاً دارا بودن خواصی چون مقاومت در مقابل رنگ پس دادن و رنگ پریدن در معرض نور خورشید و اتمسفر، مطلوبتر است.

ثویرن اولین الاستومر خاصی بود که در دیواره‌های جانبی از آن استفاده شد. هنگامی که از نسبت ۵۰/۵۰ آن با لاستیک طبیعی استفاده شود، محافظت خوبی برای تایرهای بایاس پلائی ایجاد می‌کند.

توازن پیچیده از خواص مورد نیاز در تایرهای مدرن را نمی‌توان توسط یک پلی‌مر منفرد برقرار ساخت، اینکار از طریق آلیاژ پلیمرها امکان‌پذیر است.

به علت خمیدگی بیشتر در تایرهای رادیال مدرن و قیمت نسبتاً بالا،

- [15] - Carlson, E.J., and S.E. Horne, Jr., U.S. Patent 3, 135, 725, May 31, 1957, B.F. Goodrich Company.
- [16] - Stately, F.W., *Industrial Engineering Chemistry*, 40, 778 1956.
- [17] - *The Wall Street Journal*, April 26, 1956.
- [18] - Bourdon, P.M., French Patent 1,001, 585, 1951.
- [19] - Tompkins, Eric, "The History of the Pneumatic Tire", Eastland Press.
- [20] - Massouber, J., *Journal of Applied Polymer Science*, 129 - 149, 1984.
- [21] - Canada Patent 659, 469, 1963. Feniak, et al., "Bromobutyl - A New Versatile Butyl Rubber."
- [22] - Nordstiek, K.H., "Model Studies For the Development of an Ideal Tread Rubber", ACS Rubber Division, May, 1984.
- [23] - Chang, L.Y., and J.S. Shackleton, "An overview on Rolling Resistance", ACS Rubber Division, October 1982.
- [24] - Schuring, D.J., "The Rolling Loss of Pneumatic Tires", *Rubber Chemistry & Technology*, 153 (3) 600, August (1980).
- [25] - Hess, W.M., and V.E. Chirico, *Rubber Chemistry & Technology*, P. 301, 50, 1977.
- [26] - Breggs, G.J., with Y.K. Wei, *Rubbercon*, 81, Harrogate, England, June 1981.
- [27] - Iwami, I., 24th Meeting ILSRP, Kyoto, May 1983.
- [28] - (a) U.K. Patent GB 2, 110, 695 A, 1981.
(b) Patent JP 58, 112, 939, 1982.
(c) Patent JP 58, 122, 947, 1982.
(d) Patent JP GB 985614, 1982.
(e) Yoshimura, N., with N. Okuyama, K. Yamagishi, ACS, Chicago, Ill., Oct. 5, 1982. Duck, E.W., and J.W. Locke, *Journal of the IRI*, 2,223 (1968). Nordstiek, K.H., *PRT Polymer Age*, 4, (9), 832, 1973. Duck, E.W., presented to the ILSRP, Kyoto, Japan, 1974. Lacrova, A.A., et al., *Int'l. Polymer Science & Technology*, 5 (3), 14, 1978. Kuperman, F.E., et al., *Int'l. Polymer science & Technology*, 5 (3), 51, 1978. Duck, E.W., *European Rubber Journal*, Vol. 155, No. 12, p. 38, 1973.
- [29] - Dunlop, U.K. Patent GB 2, 046, 276, 1980.
- [30] - V.S. Tyurina and A.G. Shwarts, "Properties of Standard Tread Compounds Modified with Chlorobutyl Rubber", *International Polymer Science & Technology*, Vol. 3, No. 1, KK 76/01/32, 1976. (Translated by R. J. Mosely.)
- [31] - Yokohama, U.S. Patent 4,323, 485 April, 1982.
- [32] - Nippon Zoon/Yokohama, U.S. Pat. 4,321, 168, March 1982.
- [33] - Briggs, W., et al., "Reduced Rolling resistance with SBR", ACS Rubber Division meeting, Cleveland, October 13, 1981.
- [34] - Bauer, R.F., and E.A. Dudley, "Compatibilization of Rubber Blends Through Phase Interaction", *Rubber Chemistry & Technology*, Vol. 50, pp. 35 - 41.
- [35] - Kresge, E.N., "Elastomeric Blends", *Journal of Applied Polymer Science*, pp. 39, 37 - 57, 1984 (c) John Wiley & Sons, Inc., N.Y.
- [36] - Blackshaw, C.G., I.Kristensen, "Blends of Bromobutyl, EPDM and Natural Rubber in Light Coloured Compounds", ACS Rubber Division Meeting, May, 1974.
- [37] - Unroyal, Inc., "A New Vulcanizing System for Tire Applications".
- [38] - Crepeau, A., "Natural Rubber - Halobutyl - Ethylene Propylene Diene Compounds for Radial Tire Sidewall Service", ACS Rubber Division Meeting, San Francisco, October 1976.
- [39] - Speranzini and Drost: "EPDM and Chlorobutyl Blends for Tire Sidewall", ACS, Buffalo, N.Y., October, 1969.
- [40] - Herzlick, Ostrander, and Thompson, "Commercially Acceptable EPDM White Sidewall/Coverstrip Compounds", ACS, Miami Beach, Fla., April, 1971.

پراهمیتی را در تکنولوژی کنونی تأیر بازی می کنند. در مورد لاینرهای داخلی، روند در جهت رسیدن به لاینرهای هر چه نفوذناپذیرتر است که از چسبندگی و مقاومت گرمایی و خستگی خمشی خوبی نیز برخوردار باشند. به این جهت توجه اساسی بر آمیزه های برموبوتیل تقریباً فاقد روغن که از مونی کم و فرآیندپذیری آسانتری برخوردارند، متمرکز گردیده است. در مورد دیواره جانبی از آلیاز EPDM، هالوبوتیل و لاستیک طبیعی جهت اصلاح مقاومت دینامیکی در برابر اوزن استفاده می شود و از آنجا که روند به سوی هر چه ساده تر شدن ساختمان و نازکتر کردن دیواره جانبی است، نیاز به ترکیبات اصلاح شده بیشتر احساس می شود.

با گسترش و توسعه پلی بوتادین وینیلی و SBR وینیلی محلول که در این مرحله به عنوان پلی مرهای خاص در نظر گرفته می شوند، اما ممکن است زمانی به عنوان نسل جدیدی از لاستیکهای مصارف عمومی توسعه یابند، جستجو در زمینه دستیابی به توازن مطلوب از مقاومت غلطشی، لغزشی صورت گرفته است. راه حل پیشنهادی دیگر جهت اصلاح مقاومت لغزشی بدون افت مقاومت سایشی و یا مقاومت غلطشی استفاده از آلیازهای هالوبوتیل یا پلی بوتادین و SBR است. پیشنهاد شده است که بهترین راه حل فنی - اقتصادی جهت رفع نیازهای پیش بینی شده در صنعت تایر سازی، ممکن است از طریق استفاده از آلیازهای حاوی الاستومرهای خاص حاصل شود، در حالیکه، هم زمان با آن از اقتصاد مطلوب تولید و خواص دلخواه لاستیک طبیعی و لاستیکهای مصنوعی مصارف عمومی نیز باید استفاده کرد.

References:

- [1] - Williams, G.C., *Proceedings of the Royal Society, Great Britain*, Vol. 10, P. 516 (1860) *Journal of the Chemical Society*, 111 (1862).
- [2] - Bouchard, F.G., *Comptes Rendus*, 89, 1117 (1897).
- [3] - Horne, S.E., Jr., "History of Synthetic Rubber From Genesis to Revelation", *Rubber World*, October 1964.
- [4] - Gottlob, K., *Gummi - Zeitung*, Vol. 33, pp. 508, 534, 551, 576, 599, 1919.
- [5] - Whitby, G.S. and M.Katz, *Industrial Engineering Chemistry*.
- [6] - Staudinger, H., *Berichte* Vol., 53, p. 1073, 1920; *Helvetica Chimica Acta*, Vol. 5, p. 785, 1922; *Berichte* 57, p. 1203, 1924.
- [7] - Dunbrook, F.F., "Historical Review" in *Synthetic Rubber*, G.S. Whitby, John Wiley & Sons, 1954. Whitby, G.S., Ed., Wiley, New York, 1954, p. 32. Patrick, J.C., U.S. Pat. 1,890, 891, F. Dec. 6, 1927. Patrick, J.C., and N.M. Mnookin, *British Patent Nos. 302, 270*, f. December 13, 1927.
- [8] - Collins, A.M., *Rubber Chemistry & Technology*, 46, G45 (1973).
- [9] - Luther, M., and C. Heuck, U.S. Pat. 1,864, 078, f. Jan. 8, 1927; German Pat. 558, 890; U.S. 1,890, 461, f. Feb. 8, 1928, to I.G. Farben. Boch, W., and E. Tschunkur, U.S. Patent 1,924, 227, f. Sept. 21, 1928; German Patent 558, 585; U.S. Patent 1, 898, 552; f. Jan. 15, 1930 to K.G. Farben.
- [10] - Tschunkur, E., and W. Boch; German Patent 570, 980, f. July 20, 1929; U.S. Pat. 1,936, 731, Dec. 12, 1933, to I. G. Farben.
- [11] - Konard, E., and E. Tschunkur, German Patent, 650, 172, f. April 20, 1931; U.S. Patent 1,973, 000, Sept. 11, 1934, to I.G. Farben.
- [12] - Sparks, W.J., and R.M. Thomas, U.S. Patent 2,346, 129, f. Dec. 29, 1937 to Jasco.
- [13] - Morrissey and Crawford, U.S. Patent 2,631, 984, 1953.
- [14] - Horne, S.E., J., U.S. Patent 3, 144, 743, f. Dec. 2, 1954, to Goodrich - Gulf Chemical Co., Inc.