



پایان نامه جهت اخذ مدرک کارشناسی ارشد شیمی گرایش آلی

عنوان:

**مطالعه بر روی چگونگی و میزان توزیع پذیری پرکننده بر روی خواص مکانیکی
آمیزه‌های لاستیکی مورد استفاده در صنعت تایر**

اساتید راهنما:

دکتر سعید استاد موحد

دکتر غلامحسین ظهوری

تحقیق و نگارش:

آرزو مهماندوست

تابستان ۹۰

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

به نام یگانه عالم هستی او که تقدیر زندگی را به تدبیر علم پیوندا بدی بخشید.

تقدیم به

کوه صبر و صلابت پدرم که تمام وجودم برایش درخروش است و تمام سپروزی های زندگی ام بدیه ای به آستان پر مهر و محبت اوست.

وجود همیشه بهاری مادرم او که نگاه نگران و مهربانش آینه پاک ترین عشق دنیا است.

همراه سیر زندگی ام همسر مهربانم به پاس همدلی و همراهی و به گامی اش که آرامش روحی و آسایش فکری را برایم فراهم نمود.

مراتب پاس و قدردانی خود را از جناب آقای دکتر سعید استاد موحد و جناب آقای دکتر غلامحسین ظهوری که به عنوان استاد راهنما در تمام مراحل اجرای این پروژه همواره از تشویق و راهنمایی های ارزنده شان بهره مند بوده ام ابراز می نمایم.

و همچنین شکر و قدردانی از جناب آقای مهندس یزدان بخش، معاونت محترم گروه کارخانجات پارت لاستیک و جناب آقای مهندس کریمی نژاد، مدیرت محترم بسپار سازه به جهت مساعدت ایشان در کلیه مراحل انجام این پروژه.

چکیده

کائوچوی طبیعی (لاستیک طبیعی) که از شیرهی درخت هوآ بدست می‌آید، اساس پلیمری در تایرهای کامیونی و هواپیما می‌باشد. لاستیک پخت شده بدون پرکننده استحکام لازم را برای مصارف صنعتی ندارد. کربن سیاه و سیلیکا پرکننده‌های متداول در صنعت لاستیک می‌باشند. سیلیکا قدرت استحکام بخشی بهتری نسبت به کربن سیاه دارد ولی توزیع پذیری آن در ماتریکس لاستیک بدلیل ماهیت قطبی آن ضعیف می‌باشد. برای رفع این مشکل از نانوسیلیکا اصلاح شده استفاده شده است. آمیزه‌های تولیدی از کربن سیاه، سیلیکا معمولی و نانو سیلیکا اصلاح شده تهیه گردید و توزیع پذیری پرکننده در آنها مورد مطالعه قرار گرفت. نانوسیلیکا اصلاح شده بطور محسوسی توزیع پذیری بهتری را نشان داد که بدلیل غیرقطبی بودن سطح آن و ابعاد نانو آن بود. علاوه بر این، خواص مکانیکی آمیزه‌های پخت شده مورد اندازه گیری قرار گرفت و نتایج حاصل، بهبود قابل ملاحظه‌ی آمیزه‌ی پر شده توسط نانوسیلیکا اصلاح شده را نسبت به سایر آمیزه‌ها نشان داد.

فهرست شکل‌ها

- شکل ۱-۱-۱ برش عرضی تایر ۴
- شکل ۱-۱-۲ برش عرضی تایر ۵
- شکل ۱-۱-۳ خط تولید تایر ۶
- شکل ۱-۱-۴ کائوچوی طبیعی خام و ولکانیزه شده ۱۰
- شکل ۱-۱-۵ پل سولفوری ما بین مولکول‌های لاستیک ۱۳
- شکل ۱-۱-۶ تاثیر شتاب دهنده‌های مختلف بر روی منحنی کائوچوی طبیعی در حرارت 140°C ۱۸
- شکل ۱-۱-۷ نمونه‌هایی از شتاب دهنده‌های اولیه و ثانویه ۱۹
- شکل ۱-۱-۸ یک مدل ساده برای آغشته سازی ذرات کربن سیاه با لاستیک و تشکیل لاستیک پیوند شده ۲۷
- شکل ۱-۱-۹ مقایسه اندازه ذرات پرکننده و زنجیره‌های پلیمر در واکنش‌های پلیمر- پرکننده ۲۷
- شکل ۱-۱-۱۰ شرح تصویری مورفولوژی آمیزه‌های لاستیکی پر شده با کربن سیاه ۲۹
- شکل ۱-۱-۱۱ وجود رشته‌های ارتباطی در میکروگراف نوری آمیزه‌ی لاستیکی ۲۹
- شکل ۱-۱-۱۲ طبقه بندی پرکننده‌ها بر مبنای متوسط اندازه ذرات ۳۰
- شکل ۱-۱-۱۳ سطح دو پرکننده (تقویت کننده) اصلی مورد استفاده در صنعت لاستیک ۳۷
- شکل ۱-۱-۱۴ ساختار شیمیایی TESPT ۴۰
- شکل ۱-۱-۱۵ مکانیسم واکنش TESPT با سیلیکا و کائوچوی طبیعی ۴۰
- شکل ۲-۱-۱ میکروگراف الکترونی ذره‌ها، توده‌ها، و کلوخه‌های کربن سیاه ۴۵
- شکل ۲-۱-۲ مکانیسم گسستگی کلوخه‌های کربن سیاه در شبکه پلیمری لاستیک ۴۸
- شکل ۲-۱-۳ تقسیم کلوخه‌ها به کلوخه‌های کوچک تر در مکانیسم گسستگی ۴۹
- شکل ۲-۱-۴ ایجاد توده‌ها در اثر مکانیسم فرسایش ۴۹
- شکل ۲-۱-۵ مراحل مختلف مکانیسم نفوذ لاستیک به کلوخه‌ها ۵۰
- شکل ۲-۱-۶ سطح سیلیکا ۵۱
- شکل ۲-۱-۷ ساختار شیمیایی TESPT ۵۴
- شکل ۲-۱-۸ مکانیسم واکنش سیلیکا و TESPT ۵۶
- شکل ۳-۱-۱ اختلاف بین منحنی‌های پخت تخت، برگشتی و بالارونده ۵۸
- شکل ۳-۱-۲ طرح شماتیک یک مخلوط کن داخلی ۶۰
- شکل ۳-۱-۳ پخت سنج دیسک نوسانی ۶۳
- شکل ۳-۱-۴ منحنی ولکانیزاسیون (پخت) ۶۳
- شکل ۳-۱-۵ برش عرضی حفره ویسکومتر مونی ۶۷
- شکل ۳-۱-۶ منحنی مونی ویسکوزیته ۶۷
- شکل ۳-۱-۷ دستگاه سختی سنج ۶۹
- شکل ۳-۱-۸ دستگاه آزمون سایش ۶۹

- شکل ۳-۹ ابعاد استاندارد برای نمونه های دمبلی شکل آزمون کشش ۷۱
- شکل ۳-۱۰ دستگاه اندازه گیری ویژگی های کششی ۷۲
- شکل ۴-۱ تصویر SEM آمیزه ی شماره ۱ ۷۶
- شکل ۴-۲ تصویر SEM آمیزه ی شماره ۲ ۷۷
- شکل ۴-۳ تصویر SEM آمیزه ی شماره ۳ ۷۷
- شکل ۴-۴ تصویر SEM آمیزه ی شماره ۴ ۷۸
- شکل ۴-۵ تصویر SEM آمیزه ی شماره ۵ ۷۸
- شکل ۴-۶ منحنی پخت آمیزه ی شماره ۱ ۷۹
- شکل ۴-۷ منحنی پخت آمیزه ی شماره ۲ ۷۹
- شکل ۴-۸ منحنی پخت آمیزه ی شماره ۳ ۸۰
- شکل ۴-۹ منحنی پخت آمیزه ی شماره ۴ ۸۱
- شکل ۴-۱۰ منحنی پخت آمیزه ی شماره ۵ ۸۲

فهرست جدول‌ها

- جدول ۱-۱ نسبت A/S (شتاب دهنده به سولفور عنصری) در انواع سیستم‌های پخت ۱۵
- جدول ۱-۲ دسته بندی شتاب دهنده‌ها ۱۷
- جدول ۱-۳ طبقه بندی شتاب دهنده‌ها ۲۰
- جدول ۱-۴ طبقه بندی کربن سیاه ۳۲
- جدول ۱-۵ ویژگی‌های سطحی سیلیکا ۳۴
- جدول ۳-۱ فرمولاسیون برای اختلاط آمیزه ۶۱
- جدول ۳-۲ مقدار پرکننده و کائوچوی مورد نیاز برای اختلاط ۶۱
- جدول ۳-۳ فرمولاسیون پخت آمیزه‌ها (کلیه اعداد به phr می‌باشند) ۶۵
- جدول ۳-۴ فرمولاسیون پخت آمیزه‌ها (کلیه اعداد بر حسب گرم می‌باشند) ۶۶
- جدول ۴-۱ تغییرات دمایی نسبت به زمان اختلاط ۷۴
- جدول ۴-۲ نتایج تست ODR ۸۲
- جدول ۴-۳ نتایج تست مونی ویسکوزیته ۸۴
- جدول ۴-۴ نتایج اندازه گیری سختی آمیزه‌های ۱-۵ ۸۶
- جدول ۴-۵ نتایج حاصل از آزمون استحکام کششی برای آمیزه‌های ۱-۵ ۸۷
- جدول ۴-۶ نتایج حاصل از آزمون ازدیاد طول در نقطه‌ی پارگی آمیزه‌های ۱-۵ ۸۷
- جدول ۴-۷ نتایج اندازه گیری مدولوس آمیزه در افزایش طول‌های معین آمیزه‌های ۱-۵ ۸۹
- جدول ۴-۸ نتایج اندازه گیری استحکام پارگی آمیزه‌های ۱-۵ ۸۹
- جدول ۴-۹ نتایج اندازه گیری مقاومت سایشی آمیزه‌های ۱-۵ ۹۰
- جدول ۴-۱۰ نتایج اندازه گیری مانایی فشار آمیزه‌های ۱-۵ ۹۱

فهرست

فصل اول: اهداف پروژه، تولید و پخت آمیزه‌های لاستیکی

۲	۱.۱ مقدمه
۵	۲.۱ چگونگی ساخت تایر
۷	۳.۱ اهداف پروژه
۸	۴.۱ معرفی اصطلاحات رایج در صنعت لاستیک
۹	۱.۴.۱ کائوچوی طبیعی، ساختمان، ترکیب و خواص
۱۱	۲.۴.۱ مفهوم ولکانیزاسیون
۱۲	۳.۴.۱ سیستم پخت
۱۳	۱.۳.۴.۱ سولفور عنصری
۱۵	۲.۳.۴.۱ شتاب دهنده‌ها
۲۲	۳.۳.۴.۱ افزودنی‌های دیگر در سیستم پخت
۲۳	۴.۴.۱ فرایند تقویت و پرکننده‌ها
۲۴	۱.۴.۴.۱ اساس تقویت و تاثیر پرکننده‌ها روی خواص لاستیک ولکانیزه شده
۲۵	۲.۴.۴.۱ لاستیک پیوند شده
۳۰	۳.۴.۴.۱ طبقه بندی پرکننده‌ها
۳۶	۴.۴.۴.۱ مقایسه کربن سیاه و سیلیکا در لاستیک‌های هیدروکربنی
۳۸	۵.۴.۱ عوامل اتصال دهنده

فصل دوم: اهمیت توزیع پذیری، تقویت لاستیک با نانو سیلیکا

۴۳	۱.۲ مقدمه
۴۳	۲.۲ توزیع پذیری
۴۳	۱.۲.۲ ساختار کربن سیاه
۴۷	۲.۲.۲ مکانسیم توزیع پذیری کربن سیاه در لاستیک
۴۷	۱.۲.۲.۲ مکانسیم گسستگی
۴۹	۲.۲.۲.۲ مکانسیم فرسایش
۵۰	۳.۲.۲.۲ مکانسیم نفوذ لاستیک به کلوخه‌ها
۵۱	۳.۲.۲ ساختار سیلیکا
۵۲	۳.۲ تقویت لاستیک با نانوسیلیکا
۵۳	۱.۳.۲ سیلیکای آمورفی رسوبی اصلاح شده با TESPT

فصل سوم: مواد و روش‌های آزمون تجربی

۵۸	۱.۳ مقدمه
۵۹	۲.۳ مواد مورد استفاده برای اختلاط آمیزه و پخت آن
۶۲	۳.۳ اندازه گیری ویژگی‌های پخت آمیزه

۶۶	.....	۴.۳ اندازه گیری مونی ویسکوزیته
۶۸	.....	۵.۳ پخت آمیزه
۶۸	.....	۶.۳ اندازه گیری سختی لاستیک
۶۹	.....	۷.۳ اندازه گیری مقاومت سایشی
۷۰	.....	۸.۳ آزمون مقاومت در برابر پارگی
۷۱	.....	۹.۳ اندازه گیری ویژگی های کششی
۷۲	.....	۱۰.۳ اندازه گیری مانایی فشار

فصل چهارم: نتایج و بحث

۷۴	.....	۱.۴ اختلاط آمیزه
۷۵	.....	۲.۴ توزیع پذیری پرکننده در آمیزه
۷۹	.....	۳.۴ ویژگی های پخت آمیزه ها
۸۴	.....	۴.۴ مونی ویسکوزیته
۸۵	.....	۵.۴ اندازه گیری خواص مکانیکی
۸۵	.....	۱.۵.۴ سختی
۸۶	.....	۲.۵.۴ ویژگی های کششی
۸۹	.....	۳.۵.۴ مقاومت پارگی
۹۰	.....	۴.۵.۴ مقاومت سایشی
۹۰	.....	۵.۵.۴ مانایی فشار
۹۲	.....	۶.۴ نتیجه گیری
۹۴	.....	مراجع

فصل اول

اهداف پروژه

تولید و پخت آمیزه های لاستیکی

۱.۱ مقدمه

صنعت لاستیک^۱ به طور عام و تایر^۲ خودرو به طور خاص در سال‌های اخیر پیشرفت‌های قابل ملاحظه‌یی داشته است.

امروزه لاستیک ماده‌ی مهم اقتصادی و راهبردی می‌باشد. صنایع حمل و نقل، شیمیایی، برق و الکترونیک و همچنین فضایی، از مصرف کنندگان اصلی لاستیک هستند.

صنعت لاستیک شامل؛ تولید مواد اولیه لاستیک‌های مصنوعی^۳، انواع گوناگون لاستیک، واردات کائوچوی طبیعی^۴، تولید افزودنیهای لاستیک و نهایتاً ساخت فرآورده‌های لاستیکی می‌باشد.

تایر خودرو محور ناوگان حمل و نقل در هر جامعه‌ای است. در واقع غیر ممکن است که یک زندگی اقتصادی بدون چرخ ماشین و تایر وجود داشته باشد.

ضرورت وجود تایر در خودرو:

- تحمل وزن خودرو
- کاهش ضربه ناشی از نیروهای وارده از طرف جاده
- امکان ایجاد حرکت در جهت دلخواه
- انتقال نیروی ترمز و یا شتاب‌گیری به جاده

تایر نیروی موردنیاز برای راندن در جاده را از موتور انتقال می‌دهد، ناهمواریهای سطوح جاده را صاف می‌کند و بنابراین رانندگی راحت‌تری را ایجاد می‌نماید. البته عنصر ارتجاعی هنگام راندن، تایر نیست بلکه هوا است، تایر فقط به عنوان محفظه‌یی، هوا را تحت فشار در خود نگه می‌دارد، در واقع باید بتواند روی هوا - مانند وسیله نقلیه‌یی که روی بالشتکی از هوا حرکت می‌کند- رانده شود، به هر حال، نیروی قابل ملاحظه‌یی برای جایگزین شدن حجم هوای از دست رفته لازم است.

^۱ -Rubber

^۲ -Tire

^۳ -Synthetic Rubber

^۴ - Natural Rubber

تایرهای وسایل نقلیه مهمترین کالاهای لاستیکی از نظر حجم تولید و اهمیت کاربردی می‌باشند. بیش از نیمی از کائوچوی طبیعی و لاستیک مصنوعی تولید شده در جهان در صنعت تایرسازی مصرف می‌شوند. یک تایر شامل اجزای مختلفی مانند؛ بدنه‌ی اصلی، آج، جداره و ... می باشد.

آج تایر^۱ بدون شک مهم ترین جزء یک تایر محسوب می‌شود که کاربرد و کارایی نهایی آن را تعیین می‌کند. آج به عنوان خارجی ترین لایه، رابط بین سطح جاده و تایر می باشد که با ترکیبی از کائوچوی طبیعی و لاستیک های مصنوعی وظیفه محافظت از بدنه را در برابر سایش و صدمات احتمالی بر عهده دارد. طرح‌های مختلف آج برای تخلیه ی بهتر آب از زیر تایر و افزایش قابلیت تایر در برخورد با شرایط گوناگون سطح جاده ساخته می‌شود. آج ضخیم ترین قسمت تایر نیز می باشد که باعث هدر رفت بیشتر انرژی و در پی آن افزایش دمای لاستیک و مصرف سوخت می‌شود. وجود آج همچنین باعث می‌شود که تایر در شرایط مختلف جاده (خشک مرطوب یخ بندان یا برف) بهترین اصطکاک و درگیری با سطح جاده را همراه با ایجاد کمترین سر و صدا داشته باشد، از این رو ترکیب شیمیایی آن با سایر قسمت‌های تایر متفاوت می‌باشد.

مثلث جادویی^۲ در عملکرد یک تایر عبارتند از:

- استحکام^۳
- مقاومت غلتشی^۴
- مقاومت در مقابل سرخوردگی بر روی سطح جاده^۵

افزایش مورد اول عمر تایر را زیاد نموده اما بایستی ما بین دو مورد آخر به نوعی همزیستی مسالمت آمیز رسید. افزایش مقاومت غلتشی اگرچه مقاومت در مقابل سرخوردگی را زیاد می‌نماید در عین حال باعث افزایش سوخت خودرو می‌گردد، که نامطلوب است. در حقیقت تلاش برای متعادل کردن رئوس مثلث

^۱- Tread Tire

^۲- Magic triangle

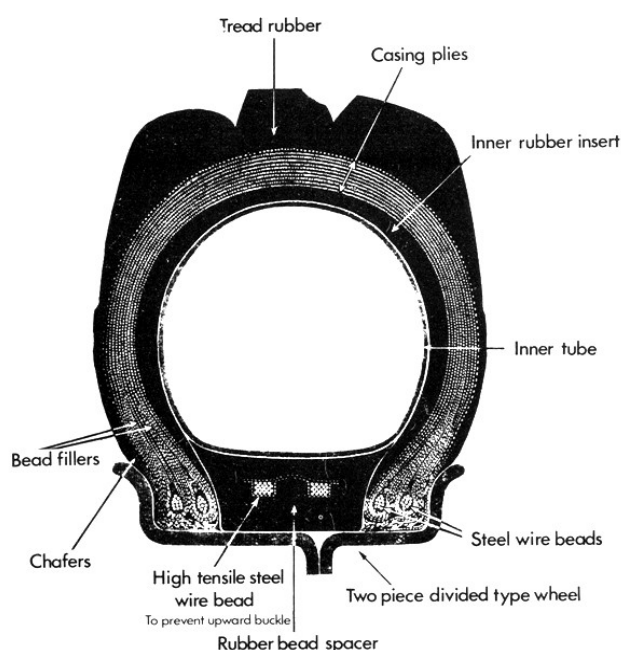
^۳- wearing

^۴- Rolling resistance

^۵- Wet grip

جادویی و چند فاکتور دیگر منجر به دستیابی به گستره‌ای از فرمولاسیون^۱ ترکیبی برای آج تایر از ترکیب کائوچوی طبیعی و یا لاستیک مصنوعی با نسبت‌های مختلفی از انواع پرکننده^۲های جایگزین شده است [1-4].

در شکل ۱-۱ و ۱-۲ [5] یک نمونه از برش عرضی تایر نشان داده شده است، همان طور که مشاهده می‌شود از آنجایی که آج تایر در تماس مستقیم با سطح جاده قرار دارد، نقش مهمی در کارایی تایر ایفا می‌کند.



شکل ۱-۱ برش عرضی تایر [5]

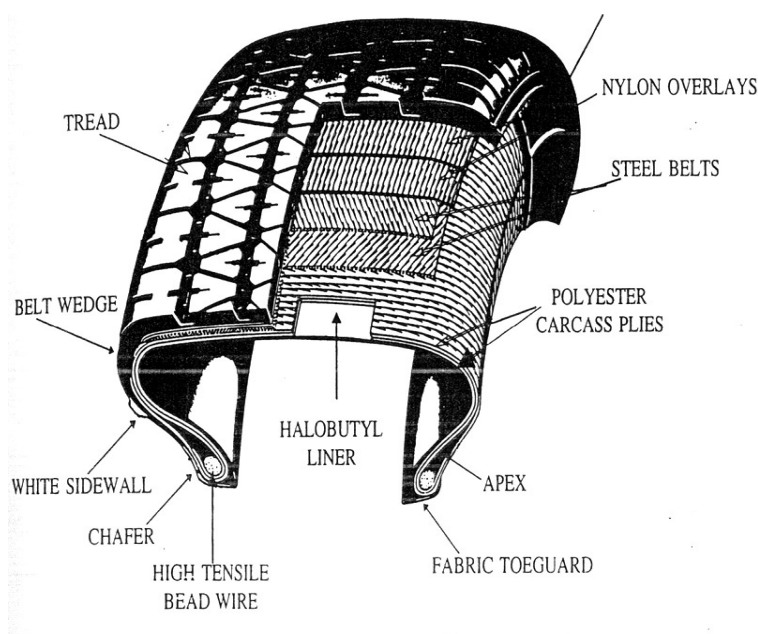
پرکننده‌های متداول در صنعت تایر و لاستیک (کربن سیاه^۳ و سیلیکا) و البته میزان توزیع پذیری^۴ یکنواخت این پرکننده‌ها در لاستیک خام نقش کلیدی را در عملکرد تایر دارند.

¹ -Recipe

² - Filler

³ -Carbon Black

⁴ -Dispersion



شکل ۱-۲ برش عرضی تایر [5]

۲.۱ چگونگی ساخت تایر

با این که فرایندهای ساخت فرآورده‌های لاستیکی می‌توانند کاملاً متفاوت باشد، اما معمولاً چندین مرحله‌ی مشخص و مشترک دارند.

معمولاً سازندگان فرآورده‌های لاستیکی سیستمی برای اختلاط^۱ دارند که در آن لاستیک خام، پرکننده، روغن، موادپخت و غیره با یکدیگر مخلوط می‌شوند. این اختلاط عموماً در یک مخلوط کن داخلی^۲ (مانند بنبوری) انجام می‌شود. عملیات اختلاط ممکن است یک مرحله‌ی، دو مرحله‌ی، سه مرحله‌ی یا حتی بیشتر باشد، به طوری که برای دست‌یابی به اختلاط بهتر در بعضی موارد، آمیزه^۳ طی چند مرحله توسط مخلوط کن داخلی مخلوط می‌شود.

در مرحله کلندرینگ شکل دادن به لاستیک ادامه می‌یابد که شامل یک یا دو (گاهی، چهار) غلتک است که ورقه‌های لاستیک از بین آنها عبور کرده و آمیزه به عنوان یک ورقه‌ی با ضخامت و عرض یکسان آماده می‌شود.

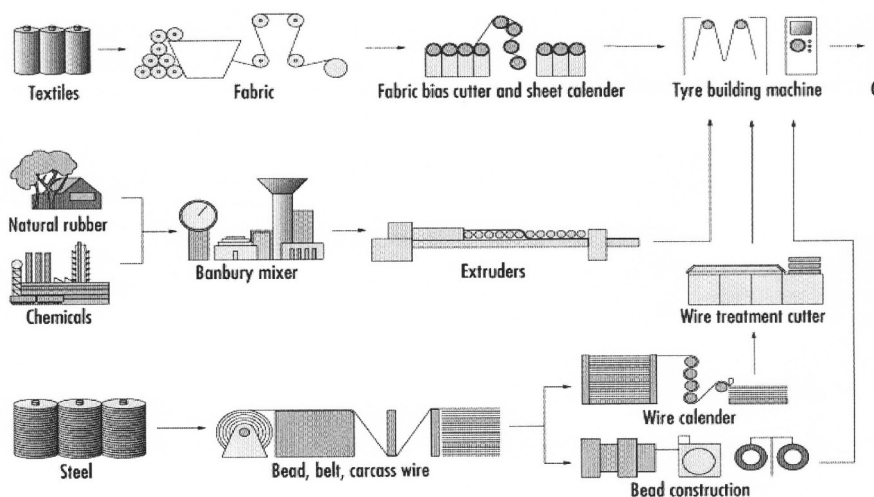
^۱- Mixing

^۲-Internal Mixer

^۳-Compound

مرحله‌ی بعدی ساخت تایر که کاملاً خودکار می‌باشد، شامل یک استوانه چرخان است که محصول نهایی بر روی آن مجتمع می‌شود. اجزای تایر شامل آج، دیواره‌ی کناری و... تا این مرحله هنوز به صورت کاملاً ثابت و محکم جای‌گیری نشده‌اند، در ضمن هیچ گونه علامتی روی دیواره و یا طرحی روی آج وجود ندارد. بعد از اینکه تمام اجزا و قطعات سرهم شدند، محصول نهایی به عنوان تایر خام^۱ شناخته می‌شود. مرحله پخت یا ولکانیزاسیون مهم‌ترین مرحله در تولید تایر است. اپراتور، تایر خام را درون پرس پخت قرار می‌دهد و تمام علامت‌ها و الگوی آج بوسیله قالب‌های مربوط روی تایر ایجاد می‌شود، گرمای بکار رفته در حین انجام این کار باعث محکم شدن هر چه بیشتر اتصال بین اجزای تایر می‌شود. برای حرارت دادن یا پخت تایر خام از پرس بخار استفاده می‌شود، در لاستیک پخت شده یا ولکانیزه شده، مواد چسبناک و انعطاف پذیر به موادی غیرچسبناک و با انعطاف پذیری کمتر تبدیل می‌شوند. در مرحله آخر، بعد از گذراندن مراحل بررسی کیفیت تایر تولیدی، لاستیک اضافه از تایر جدا و درانتها محصول بسته بندی و آماده عرضه می‌شود.

در شکل ۱-۳ به طورمختصر یک خط تولید تایر نشان داده شده است [6].



شکل ۱-۳ خط تولید تایر [6]

^۱ -green Tire

۳.۱ اهداف پروژه

اهداف این پروژه تحقیقاتی به طور خلاصه به شرح ذیل است:

۱. استفاده از نانوتکنولوژی در بهبود خواص مکانیکی آمیزه ی لاستیکی توسط نانوسیلیکا و مقایسه‌ی آن با انواع مرسوم پرکننده ها

۲. استفاده از سیلیکای آمورفی رسوبی اصلاح شده^۱ با TESPT به جای TESPT^۲ مایع به همراه سیلیکا جهت کاهش مشکلات فنی تهیه‌ی آمیزه

۳. کاهش تعداد مواد شیمیایی مصرفی در تایر همراه با بهینه سازی مصرف این مواد

۴. کاهش هزینه‌ها از طریق کاهش مواد شیمیایی مصرفی، هزینه کارگر و انرژی در تولید آمیزه به همراه بهبود خواص مکانیکی

برای نیل به اهداف فوق در مرحله‌ی اول توزیع پذیری پرکننده‌های مختلف در آمیزه‌هایی بر مبنای کائوچوی طبیعی مورد مطالعه قرار گرفته که برای این منظور از فن آوری میکروسکوپ الکترونی^۳ استفاده شده است.

در ادامه خواص مکانیکی آمیزه‌های تولید شده توسط پرکننده‌های معمولی در صنعت تایر با آمیزه‌ی تولید شده توسط سیلیکای اصلاح شده به ابعاد نانو مورد مقایسه قرار داده شده است.

کسانی که در صنعت تایر فعالیت می‌کنند به ویژه آنهایی که در قسمت تهیه آمیزه و پخت هستند به طور پیوسته در معرض مواد شیمیایی مختلفی قرار دارند، مواد شیمیایی به کار برده شده در ترکیبات تایر برای انسان و محیط زیست مضر بوده و در نتیجه کاهش تعداد این مواد و کاهش مصرف آنها در آمیزه‌های تایر بایستی در اولویت قرار گیرد [7]. برای مثال استفاده از 5phr اکسید روی و 2phr

¹- Precipitated amorphous white silica nano filler pretreated with TESPT

²- Bis(3-tri ethoxy silyl propyl) tetra sulfide

³- Scanning Electron Microscopy

⁴- part per handered rubber

استتاریک اسید به عنوان فعال کننده^۱ برای تسریع پخت آمیزه‌ی تایری متداول است، افزایش غلظت روی در آب برای جانداران آبی (جلبک ها، خزه‌ها سخت پوستان و ماهی‌های آزاد) سمی و کشنده است. همچنین غبار لاستیک که از فرسایش تایر حاصل می‌شود در هوا پراکنده شده و یا در کنار جاده‌ها و بزرگراهها انباشته می‌گردد که همه‌ی این عوامل باعث آلودگی هوا و آب‌های جاری رودخانه‌ها می‌گردد. بنا به دلایل فوق کاهش مصرف مواد شیمیایی در فرمولاسیون آمیزه‌ی لاستیکی (تایری) الزامی است. برای نیل به این مقصود در آمیزه‌ی تهیه شده در پروژه ۰/۳ phr اکسید روی به ترتیب بکار گرفته شده اند [8].

۴.۱ معرفی اصطلاحات رایج در صنعت لاستیک

ماده اولیه برای تولید تایر و سایر محصولات لاستیکی، کائوچوی طبیعی و یا لاستیک‌های مصنوعی می‌باشد [9].

تفاوت زیادی میان لاستیک خام و لاستیک‌های شبکه‌یی شده^۲ وجود دارد [10]، لاستیک خام کاملاً قابلیت تغییرشکل پلاستیکی دارند به ویژه اگر در دماهای بالا قرار گرفته باشند، زیرا آنها ساختمان شبکه‌یی سفت و سخت ندارند. در مقابل، لاستیک‌های شبکه‌یی شده دارای محدوده‌ی گذر یا انتقال به حالت پلاستیک نیستند زیرا آنها به شبکه‌های سه بعدی تبدیل شده اند که از حرکت ماکرومولکول‌های زنجیره‌ی مولکول جلوگیری می‌کنند. این مواد فقط بعد از متحمل شدن بعضی تغییرات ساختاری فیزیکی یا شیمیایی که بر اثر عوامل شیمی- رئولوژیکی ناشی از فرسودگی، تجزیه و یا تغییر آرایش مولکولی و یا بعد از ایجاد شکاف فیزیکی یا شیمیایی در اتصالهای عرضی می‌توانند به صورت پلاستیکی تغییرشکل یابند.

¹ - Activator

² -Crosslinked Rubber

۱.۴.۱ کائوچوی طبیعی، ساختمان، ترکیب و خواص

اولین ماده شناخته شده به عنوان لاستیک، کائوچو (مشتق از کلمه سرخپوستی کا، ئو، چو، به معنای درخت تراوش کننده یا گریه کننده) طبیعی یا پلی ایزوپرن بازیافت شده از شیرهی درخت هوآی برزیلی می‌باشد [10]. امروزه در مقایسه با لاستیک‌های تولید شده به روش مصنوعی، این ماده به عنوان کائوچوی طبیعی شناخته می‌شود. کائوچوی طبیعی برای تشکیل اتصالهای عرضی (ولکانیزاسیون) در دمای بالا با گوگرد می‌تواند واکنش دهد. بنابراین، قادر است کاملاً از یک حالت چسبناک و خیلی نرم (پلاستیکی) به حالت الاستیکی تغییر یابد.

ترکیب هیدروکربن کائوچوی طبیعی شامل بیش از ۹۹/۹۹ درصد پلی ایزوپرن خطی سیس ۱ و ۴ است، پلی ایزوپرن ترانس ۱ و ۴ (گوتاپرچا و بالاتا) دارای خواص کاملاً متفاوتی نسبت به کائوچوی طبیعی است. وزن مولکولی متوسط پلی ایزوپرن در کائوچوی طبیعی از ۲۰۰۰۰۰ تا ۴۰۰۰۰۰۰ با یک توزیع وزن مولکولی نسبتاً وسیع است. این وزن مولکولی با حدود ۳۰۰۰ تا ۵۰۰۰ واحد پلی ایزوپرن در هر زنجیره پلیمر برابر است، و به خاطر توزیع وزن مولکولی وسیع، دارای رفتار فراورش عالی است. وزن مخصوص کائوچوی طبیعی در ۲۰ درجه سانتی گراد، ۰/۹۳۴ است و اگر کائوچو یخ زده باشد وزن مخصوص آن افزایش می‌یابد [11].

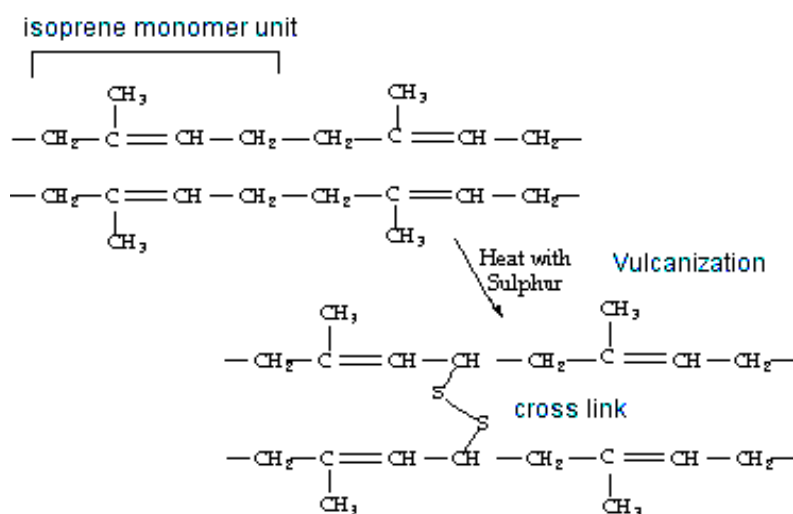
در شکل ۱-۴ ساختمان شیمیایی کائوچوی طبیعی خام و ولکانیزه شده نشان داده شده است [11]. در پلی ایزوپرن کائوچوی طبیعی، یک پیوند دوگانه برای هر واحد ایزوپرن وجود دارد. این پیوند دوگانه و گروه‌های α متیلن، گروه‌های فعال برای واکنش‌های ولکانیزاسیون با گوگرد را تشکیل می‌دهند. بنابراین پیوندهای دوگانه لازمه واکنش ولکانیزاسیون با گوگرد است [12].

آمیزه‌های ولکانیزه شده‌ی کائوچوی طبیعی حرارت زایی پایینی دارند و همیشه برای تولید تایرهای کامیونی از اهمیت زیادی برخوردار بوده‌اند. با ساخت تایرهای سواری رادیال، از کائوچوی طبیعی نیز به مقدار زیادی در این نوع تایرها استفاده شده است. انعطاف پذیری عالی، این کائوچو را به ویژه برای

آمیزه‌های ساییدوال تایرها مناسب کرده است [13] و حرارت زایی کم آن در تایرها سبب می‌شود که هنگام سرویس، تایرها سردتر بمانند و زیاد داغ نشوند.

بیش از نصف تولید کل کائوچوی طبیعی و لاستیک مصنوعی در صنعت تایرسازی و باقیمانده آن برای تولید سایر محصولات لاستیکی که محدوده‌ی وسیع و گوناگونی را شامل می‌گردد، مصرف می‌شود. محدوده این تولیدات از دسته موتورها و شیلنگ بنزین و نوارهای دور شیشه و تسمه نقاله‌های سنگین تا پوسته‌های نازک برای کلیه‌های مصنوعی را شامل می‌شود [14].

Natural Rubber



شکل ۱-۴ کائوچوی طبیعی خام و ولکانیزه شده [11]

در طی توسعه و گسترش تولید مواد سنتزی یا مصنوعی که به کائوچوی طبیعی شبیه باشند، ترکیبات مشابهی بدست آمده است که می‌توانند با گوگرد اتصال عرضی برقرار کنند [15].

به هر حال فقط ترکیبات ماکرومولکولی که دارای پیوندهای اشباع نشده هستند می‌توانند اتصالات عرضی با گوگرد تشکیل دهند. در زنجیره‌ی پلیمر، یا بخشی دارای پیوندهای اشباع نشده است و یا به طور کامل همه‌ی آن از مونومرهای دی‌انی (دارای پیوند دوگانه) ساخته شده اند، که می‌توان به عنوان مثال از لاستیک‌هایی مانند پلی‌ایزوپرن، پلی‌بوتادین، استایرن بوتادین نام برد [16].