

ساختار و عملکرد رزین‌های مورد استفاده در صنایع لاستیک

S

Structure and Operation of Resins That Use in Rubber Industry

چکیده:

رزین‌ها موادی آمورف و ترموپلاستیک با جرم مولکولی متوسط ۸۰۰-۴۰۰۰ هستند که می‌توانند به صورت مایع (با نقطه‌ی نرمینگی پایین) یا جامد (با نقطه‌ی نرمینگی بالا) باشند. در فرایند ولکانیزاسیون، رزین‌ها عملکردهای بسیاری دارند و روی ویژگی مکانیکی و دمایی آمیزه‌ی لاستیکی پخت شده مانند افزایش ویژگی کشسانی، طولانی کردن زمان شروع فرسودگی یا aging، و افزایش پایداری حرارتی بسیار مؤثرند.

واژه‌های کلیدی: رزین‌های هیدروکربنی، رزین‌های فنولی، آمیزه‌های لاستیکی.

نوع مقاله: پژوهشی

هدیه محمدی^(۱) و فرشته مطیعی^(۲)

۱- دانشجوی دکتری شیمی، دانشکده شیمی، واحد تهران شمال، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

۲- استادیار شیمی کاربردی، دانشکده شیمی، واحد تهران شمال، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

* عهده دار مکاتبات:

hediyemohamadi92@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۹۶/۲/۱۶

تاریخ پذیرش: ۹۶/۴/۳۱

تاریخ بازنگری نخست: ۹۶/۶/۱۳

تاریخ بازنگری دوم: ۹۶/۶/۲۲

مقدمه:

رزین‌ها از نظر تأثیری که روی ویژگی‌های آمیزه‌های لاستیکی می‌گذارند به چهار دسته‌ی رزین‌های چسبناک کننده، رزین‌های تقویت‌کننده، رزین‌های پخت و رزین‌های کمک فرایند تقسیم می‌شوند که در ادامه به بررسی هریک از آن‌ها می‌پردازیم.

هیدروکربنی و فنولیک. البته گاهی هم از مخلوط این دو استفاده می‌شود. چسبناک کننده‌های هیدروکربنی، چسبندگی اولیه‌ی خوبی را ایجاد می‌کنند اما از چسبندگی آن‌ها به‌مرور زمان کاسته می‌شود. رزین‌های فنولیک، چسبندگی اولیه‌ی خوب داشته و پس از گذشت زمان نیز این اثر را به‌خوبی حفظ می‌کنند. ساختار این رزین‌ها اغلب هنگام فرایند پخت بدون تغییر باقی می‌ماند [۱ و ۲].

۱- رزین‌های چسبناک کننده^(۱)

معمولاً در صنعت لاستیک از دو نوع مختلف رزین چسبناک کننده استفاده می‌شود که عبارت‌اند از رزین‌های:

۱-۱- رزین‌های هیدروکربنی

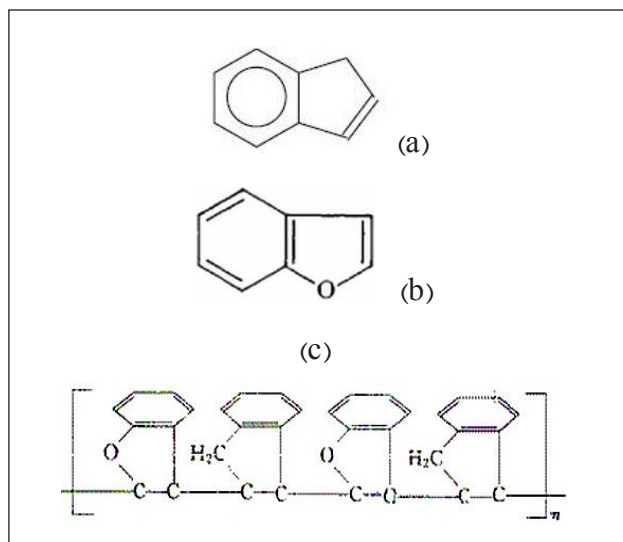
رزین‌های چسبناک کننده‌ی هیدروکربنی

1. Tackifiers

خود به سه دسته تقسیم می‌شود:

۱-۱-۱- رزین خانوادگی کومارون - ایندن

رزین‌های کومارون- ایندن نخستین دسته از رزین‌های هیدروکربنی طبیعی، با وزن مولکولی کم هستند که از پلیمریزه کردن اسیدی مونومرهای اولیه کومارون و ایندن (حاصل از فرایند کک‌سازی، یا در برش بنزول خام، یا حلال‌های سنگین خام که از بالای ستون‌های پیرولیز خارج می‌شود [۱۱]) تهیه می‌شوند. شکل (۱) ساختار رزین کومارون- ایندن و مونومرهای آن را نشان می‌دهد.



شکل ۱: ساختار (a) ایندن، (b) کومارون و (c) رزین کومارون ایندن

در سال ۱۹۱۰ ساخته و عرضه شد. اگر قطران زغال‌سنگ را در دمای بالا حرارت دهیم، مواد اولیه‌ی این رزین‌ها تولید می‌شود. در طی فرایند کک‌سازی، زغال‌سنگ تحت یک پیرولیز در دمای ۱۰۰۰ تا ۲۰۰۰ درجه‌ی سانتی‌گراد به کک تبدیل می‌شود، اما اگر گازهای آزاد شده در فرایند کربونیزاسیون را تغلیظ و استخراج کنیم محصولات فرعی دیگری نیز به‌دست می‌آید. ۳٪ وزنی فرایند کربونیزاسیون زغال‌سنگ، قطران زغال‌سنگ است. از تقطیر قطران زغال‌سنگ، کمتر از ۳٪ وزنی روغن سبکی به‌دست می‌آید که منبع اصلی رزین‌های کومارون - ایندن است. دمای جوش این روغن سبک ۷۰ تا ۲۰۰ °C است و حاوی ۴۰-۱۰ درصد ترکیب‌های آروماتیکی غیراشباع است [۴]. از آنجا که امروزه استفاده از کک کاهش پیدا کرده است، در نتیجه تولید رزین کومارون- ایندن نیز کاهش یافته است [۱۳]. از این رزین‌ها به‌عنوان روان کننده و چسبناک کننده در آمیزه‌های لاستیکی استفاده می‌شود. همچنین وجود این رزین‌ها در آمیزه‌ی پخت نشده باعث پخش بهتر فیلرهای با رنگ روشن می‌شود. وجود پیوند دوگانه در ایندن و کومارون باعث ایجاد چسبندگی خوب در آمیزه‌ی خام و همچنین انجام پدیده‌ی پخت می‌شود. این دسته از رزین‌ها در بین رزین‌های طبیعی بالاترین میزان چسبندگی را دارد. این رزین‌ها در آمیزه‌های با پایه‌ی CR، EPDM، NBR، SBR و NR مصرف می‌شود [۵].

۱-۱-۲- رزین‌های تریپنی و صمغ کاج

این رزین‌ها دومین دسته از رزین‌های هیدروکربنی طبیعی هستند که از شیره یا درخت کاج به‌دست می‌آید. به‌دلیل اینکه جمع‌آوری و تولید این مواد زمان زیادی لازم دارد و همچنین تعداد درختان کاج در آمریکا کم شده است، دسترسی به مواد اولیه‌ی این رزین‌ها مشکل است. از تقطیر جزء به جزء مواد خام، رسوب روزین و حلال تریپن (الیگومری از ایزوپرن) به‌دست

این رزین‌ها، حاوی ۲۰ درصد ایندن، ۱۵ درصد کومارون و ۵ درصد استایرن هستند. مخلوطی از این مواد در حضور برم فلئوراید، آلومینیوم کلراید و سولفوریک اسید پلیمریزه می‌شود. رنگ این رزین‌ها از زرد روشن تا قهوه‌یی تیره است و نقطه‌ی ذوب آن‌ها بین ۶۰ تا ۱۴۰ درجه‌ی سانتی‌گراد است. این رزین‌ها در هیدروکربن‌ها، استرها و کتون‌ها حل می‌شود [۲]. نخستین بار رزین‌های کومارون- ایندن تجاری

دیان و ترکیب‌های آروماتیک شاخه‌دار آلکیلی با تعداد کربن C8-C10، که به رزین آروماتیک (C9) موسوم‌اند [۱۴]. رزین‌های آلیفاتیک و آروماتیک در مقابل آب و اتانول مقاوم‌اند، روی فرایند پخت آمیزه‌های لاستیکی تأثیری نمی‌گذارند و باعث افزایش استحکام، چسبندگی و نرم‌شوندگی لاستیک می‌شوند. سازگاری آن‌ها در حد رزین‌های چسبناک کننده طبیعی (مانند روزین) است. همچنین عامل اصلاح‌کننده و ایجاد چسبناکی عالی در آمیزه‌ی خام هستند. جهت اصلاح خواص این رزین‌ها از مخلوط آن‌ها نیز استفاده می‌شود. (C5/C9) باعث افزایش حالیت رزین می‌شود و به‌عنوان عامل تقویت‌کننده و چسبناک کننده استفاده می‌شود. علاوه بر در دسترس بودن این رزین‌ها، رزین‌های آروماتیک نفتی چندین امتیاز نسبت به رزین‌های کومارون- ایندن دارد که شامل بو و رنگ آن‌هاست. همچنین مقاومت در برابر اشعه‌ی ماورای بنفش و مقاومت گرمایی را بهبود می‌بخشند [۶ و ۱۱]. از دیگر تأثیرات این رزین‌ها روی آمیزه می‌توان به کاهش ویسکوزیته‌ی مونی، کاهش سختی و مدول آمیزه‌ی پخت شده، بهبود پراکنش پرکننده در آمیزه، و جلوگیری از چسبندگی آمیزه به تجهیزات خطوط تولید اشاره کرد. رزین‌های آروماتیک نفتی در آمیزه‌های CR، BR، SBR، NR، NR/SBR، NR/SBR/PBR، PBR/SBR، EPDM، NBR و رزین‌های آلیفاتیک نفتی در آمیزه‌های SBR، IIR، NBR، CR، BR، NR/SBR، NR و EPDM به‌کار می‌رود. شکل (۲) ساختار مونومرهای سازنده‌ی رزین‌های آلیفاتیک و آروماتیک را نشان می‌دهد.

۲-۱- رزین‌های فنولی

از واکنش فنول یا مشتقات آن با آلدهیدها در حضور کاتالیست و در محیط آبی، رزین‌های فنولی به‌دست می‌آید. در طی واکنش پلیمریزه شدن، با کنترل نسبت مونومرها، و نوع کاتالیست و انتخاب شرایط واکنش، می‌توان دامنه‌ی وسیعی

می‌آید. از پلیمریزاسیون اسیدی حلال‌های ترین، رزین ترین به‌دست می‌آید که ماده‌ی ترموپلاستیک با وزن مولکولی کم است. رزین ترین می‌تواند مایعی ویسکوز (و بسیار چسبنده) تا جامدی سخت و شکننده باشد. رزین‌های پلی ترینی چسبناک کننده‌ی بسیار خوبی هستند و از آن‌ها می‌توان در ترکیب‌هایی که در تماس با غذا و پوست است، استفاده کرد. از این رزین‌ها در آمیزه‌های لاستیکی با پایه‌ی الاستومرهای CR، IIR، SBR و NR استفاده می‌شود [۹].

۱-۲-۱- رزین (کلوفونی)

رزین^(۱) از تقطیر جزءبه‌جزء شیره‌ی درخت کاج به‌دست می‌آید. پس از هیدروژن‌دار کردن رزین (کلوفونی)، رزین تبدیل به یک نرم‌کننده و چسبناک‌کننده‌ی خوب می‌شود که تیرهرنگ است و به پخش دوده در آمیزه کمک می‌کند. رزین همچنین باعث بهبود زمان فرسودگی و کاهش زمان پخت آمیزه می‌شود. عمل چسبناکی رزین روی کائوچوی طبیعی بسیار مؤثر است. همچنین رزین به‌عنوان یک رزین هم‌فازکننده مؤثر شناخته می‌شود [۹].

۱-۳-۱- رزین‌های نفتی

رزین‌های نفتی، سومین دسته از رزین‌های هیدروکربنی طبیعی هستند که چسبندگی کمتری نسبت به رزین‌های کومارون-ایندن دارند، اما به‌دلیل سهولت دسترسی، بیشتر مورد استفاده قرار می‌گیرند و جایگزین آن‌ها شده‌اند. این رزین‌ها را بر اساس تعداد کربن مونومرهای اولیه‌ی آن‌ها به دو دسته تقسیم‌بندی می‌کنند:

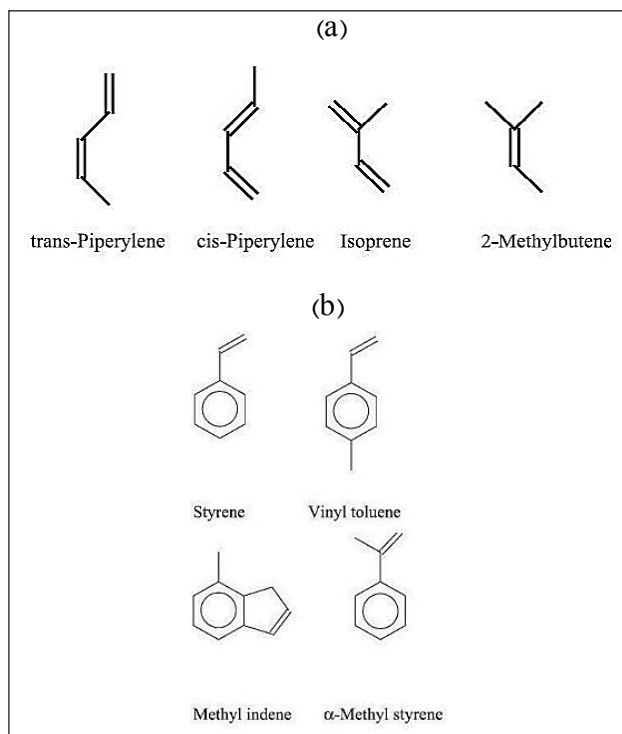
الف: مخلوطی از ایزوبوتیلن، ایزوپرن، پایپرلین و پارافین‌های اشباع‌شده با تعداد کربن C4-C6، که به رزین آلیفاتیک (C5) موسوم‌اند.

ب: مخلوطی از استایرن، متیل استایرن، ایندن، دی سیکلو پنتا

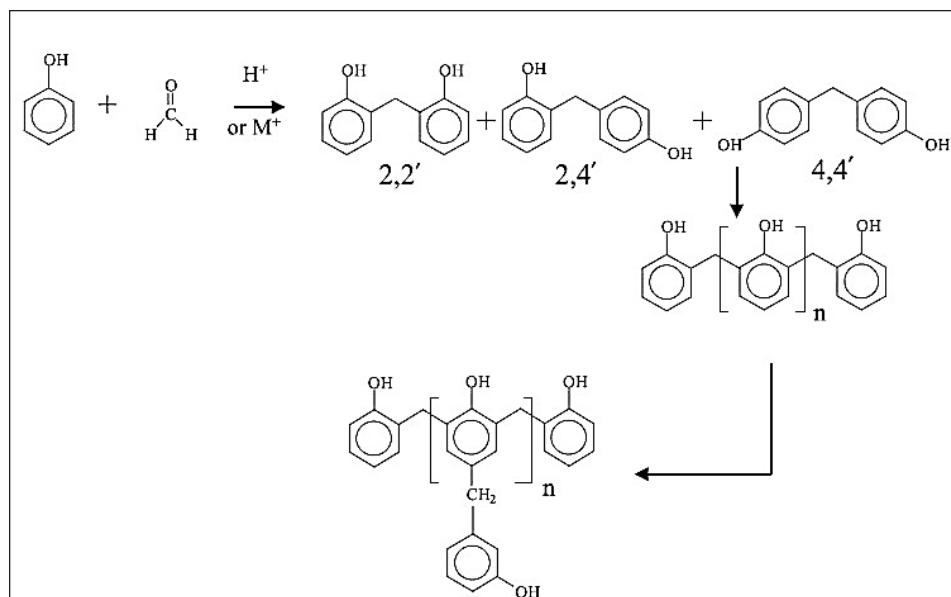
از این خانواده، رزین تهیه کرد. این رزین‌ها می‌تواند خطی یا شاخه‌دار باشد، دارای وزن مولکولی متفاوت باشد و گروه‌های عاملی و فعالیت شیمیایی مختلفی داشته باشد. ویژگی بارز رزین‌های فنولیک، مقاومت حرارتی بالا همراه باقیمت پایین آن‌هاست [۱۲]. مهم‌ترین این رزین‌ها که در صنعت لاستیک مورد استفاده قرار می‌گیرد رزین‌های نوولاک^(۱) است که در ادامه به شرح آن‌ها می‌پردازیم.

۱-۲-۱- رزین‌های نوولاک

نخستین دسته از رزین‌های فنولی، رزین‌های نوولاک است. در این رزین‌ها نسبت مولی فرمالدئید به فنل کمتر از یک است و واکنش در حضور کاتالیست اسیدی انجام می‌شود. رزین‌های نوولاک، ترموپلاستیک‌هایی با جرم مولکولی ۵۰۰ تا ۵۰۰۰ و دمای انتقال شیشه‌یی ۴۵ تا ۷۵ هستند. این رزین‌ها توسط کاتالیست اسیدی پروتونی قوی مانند سولفوریک اسید، سولفونیک اسید، اگزالیک اسید و فسفریک اسید تهیه می‌شود.



شکل ۲- (a) مونومرهای سازندهی رزین‌های آلیفاتیک و (b) مونومرهای سازندهی رزین‌های آروماتیک



شکل ۳- مکانیزم تهیهی رزین‌های نوولاک

شکل (۳) مکانیزم تهیهی این نوع رزین‌ها را در حضور کاتالیست اسیدی نشان می‌دهد. این رزین‌ها در آمیزه‌های SBR و دیگر آمیزه‌های لاستیکی با پایه‌ی الاستومرهای مصنوعی به‌کار می‌رود [۱۵].

رزین‌های فنولی که در صنعت تایر و قطعات لاستیکی استفاده می‌شود بیشتر رزین‌های آلکیل فنولی بر پایه‌ی پارا ترشیواکتیل فنل (PTOP)، و پارا ترشیو بیوتیل فنل (PTBP) است. این رزین‌های نوولاک از واکنش آلکیل فنول‌هایی مانند PTBP یا PTOF با آلدئیدها در حضور کاتالیست اسیدی تهیه می‌شود. رزین‌های پارا آلکیل فنول-آلدئید موادی ترموپلاستیک با وزن مولکولی کم و ساختار خطی هستند. محصولات نوولاک به‌دست آمده از آلکیل فنول‌ها، بیشتر با کائوچوهای هیدروکربنی سازگارند. معمولاً میزان چسبندگی رزین‌های نوولاک به وزن مولکولی و ساختار مولکولی آن‌ها بستگی دارد، به‌همین دلیل این رزین‌ها براساس میزان چسبندگی آن‌ها کاربردهای متنوع و گسترده‌ی دارد. براساس میزان استفاده و میزان چسبندگی رزین‌ها، از رزین‌های نوولاک به‌دست آمده از PTOF و فرمالدئید، به‌عنوان رزین‌های چسبناک کننده استفاده می‌شود. رزین‌هایی که از واکنش PTBP و فرمالدئید تهیه می‌شود، چسبندگی زیادی ایجاد می‌کند ولی بالاترین میزان چسبندگی را رزین‌هایی ایجاد می‌کند که از واکنش PTBP و استیلین به‌دست می‌آید، که آن‌ها را با نام کو رزین می‌شناسیم. در جنگ جهانی دوم از این رزین به‌عنوان چسبناک کننده در کائوچوهای مصنوعی استفاده می‌شد. این رزین بیشترین چسبندگی را روی کائوچوهای BR و SBR ایجاد می‌کند. با توجه به عملکرد بالای کو رزین، اغلب آن را با نام سوپر رزین چسبناک کننده می‌شناسند.

اثرهای کو رزین روی آمیزه‌های لاستیکی با پایه‌ی الاستومرهای مصنوعی عبارت‌اند از:

- ایجاد چسبندگی بسیار زیاد اولیه که در طول زمان حفظ

می‌شود.

- عدم تأثیر بر زمان پخت زودرس آمیزه
- عدم تأثیر روی چسبندگی پیوند لاستیک-فلز یا لاستیک -الیاف مصنوعی
- عدم تأثیر بر ویژگی فیزیکی آمیزه‌ی پخت شده
- عدم تأثیر روی طول عمر محصول
- عملکرد بسیار خوب روی آمیزه‌های لاستیکی با پایه‌ی سیلیکا/SSBR

تنها کو رزین تجاری شناخته‌شده برای تایر و دیگر کاربردها، توسط کمپانی آلمانی BASF تولید می‌شود. کو رزین همچنین می‌تواند از واکنش PTBP و استالدئید در حضور کاتالیست اسیدی ساخته شود. رزینی که از PTBP و استالدئید تهیه می‌شود عمدتاً در کائوچوهای SBR و BR به‌کار می‌رود و باعث بهبود ویژگی چسبناکی کارکاس و ترد هنگام ساخت تایر می‌شود. این دسته از رزین‌ها با نام تجاری Technic KR-140 شناخته می‌شود [۷].

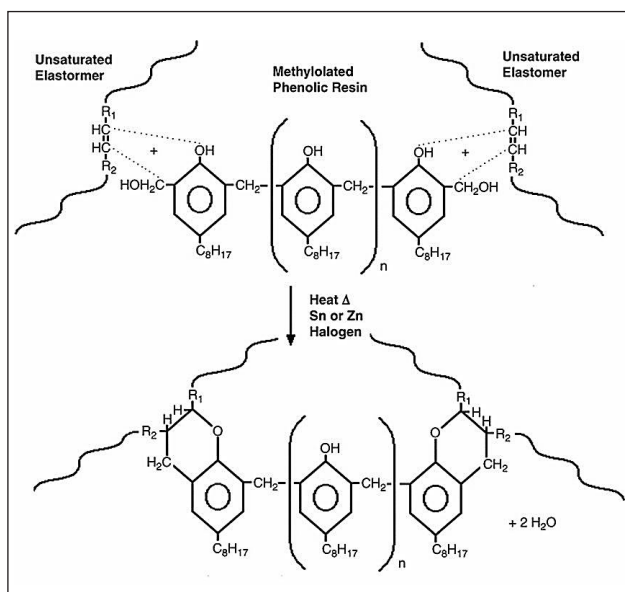
از دیگر مزایای کو رزین این است که می‌توان از آن در ساخت آمیزه‌های پایه استفاده کرد و آمیزه را برای مدت نسبتاً زیادی نگه‌داری کرد. از این رزین‌ها در ساخت رویه‌ی تایر نیز استفاده می‌شود [۸].

علت ایجاد چسبندگی در آمیزه‌های لاستیکی

کائوچوی طبیعی در حضور هوا یا اکسیژن می‌تواند اکسید شود که این پدیده روی سطح زنجیره‌های پلیمری گروه‌های هیدروکسیل یا هیدروپراکسید ایجاد می‌شود. در آمیزه‌های لاستیکی با پایه‌ی کائوچوی طبیعی، ویژگی چسبندگی کائوچوی طبیعی اکسید شده، به گروه‌های هیدروکسیل متصل به زنجیره‌های هیدروکربنی الاستومر نسبت داده می‌شود.

اما الاستومرهای مصنوعی مانند BR یا SBR فعالیت زیادی در برابر اکسیژن اتمسفر ندارند و این امر موجب عدم وجود

میزان چسبندگی پارا آلکیل فنولها بستگی به وزن مولکولی آنها دارد. به نظر می‌رسد که ویژگی چسبندگی با افزایش وزن مولکولی افزایش می‌یابد. هرچه نقطه‌ی نرمینگی رزین افزایش یابد (که وابسته به وزن مولکولی رزین است) ویژگی چسبندگی نیز افزایش می‌یابد. هرچه که وزن مولکولی بالاتر رود میزان پیوندهای هیدروژنی نیز افزایش می‌یابد. از طرف دیگر، اگر مولکول رزین، ترکیبی از دو یا سه مولکول پارا آلکیل فنول تکراری باشد، رزین میزان زیادی از قدرت چسبندگی‌اش را از دست می‌دهد. بنابراین برای رسیدن به بالاترین میزان چسبندگی در کاتئوچوهای مصنوعی از رزین‌های با وزن مولکولی بالا استفاده می‌شود [7]. شکل ۵ نحوه‌ی تشکیل پیوندهای عرضی بین الاستومر و رزین فنولی را نشان می‌دهد.



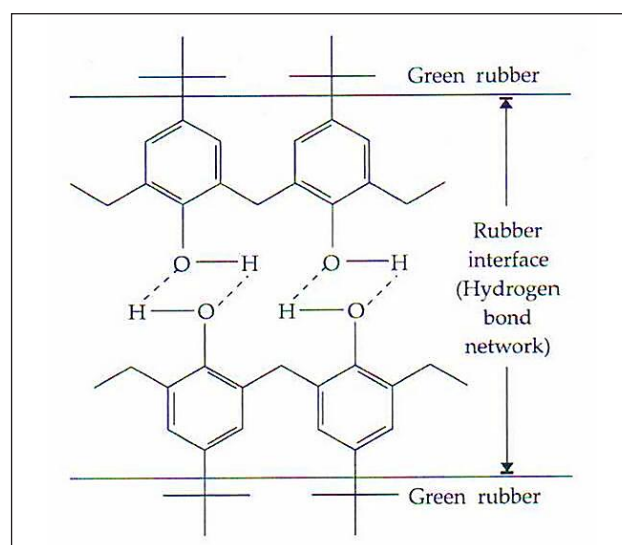
شکل ۵: نحوه‌ی تشکیل پیوندهای عرضی بین الاستومر و رزین‌های فنولی

۲- رزین‌های تقویت‌کننده

رزین‌های فنولی علاوه بر به‌کارگیری به‌عنوان عامل چسبناک کننده، به‌عنوان عامل تقویت‌کننده نیز در صنعت لاستیک بکار

چسبندگی ذاتی در این الاستومرها می‌شود. به‌همین دلیل در آمیزه‌های حاوی SBR و BR از رزین‌های آلکیل فنولی استفاده می‌شود که چسبندگی بسیار بالایی را ایجاد می‌کند. رزین‌های آلکیل فنولی نسبت به SBR و BR قطبیت بسیار بالاتری دارد. وقتی رزین قطبی و الاستومر غیر قطبی باهم مخلوط شود، مواد قطبی به سطح آمیزه می‌آیند، گروه‌های قطبی آنها باهم واکنش می‌دهد و در نتیجه دو سطح به‌هم می‌چسبند.

چسبندگی رزین‌های آلکیل فنول- آلدئید این‌گونه توصیف می‌شود که زنجیره‌های منحنی شکل و محکم پارا آلکیل فنول به‌وسیله‌ی گروه‌های هیدروکسیلی و یا متیلنی و در فواصل منظم نسبت به یکطرف مولکول رزینی، پیوند هیدروژنی یا پل‌های متیلنی ایجاد می‌کنند. افزایش ویژگی چسبندگی وقتی حاصل می‌شود که گروه R حجیم‌تر و بزرگ‌تر شود. هنگامی که گروه R ترشیواکتیل باشد ویژگی چسبندگی و سازگاری با الاستومر بیشتر وجود دارد. نحوه‌ی تشکیل پیوندهای هیدروژنی گروه‌های هیدروکسیلی پارا- ترشیو بیوتیل فنول موجود در سطح آمیزه‌ی لاستیکی در شکل ۴ نشان داده شده است.



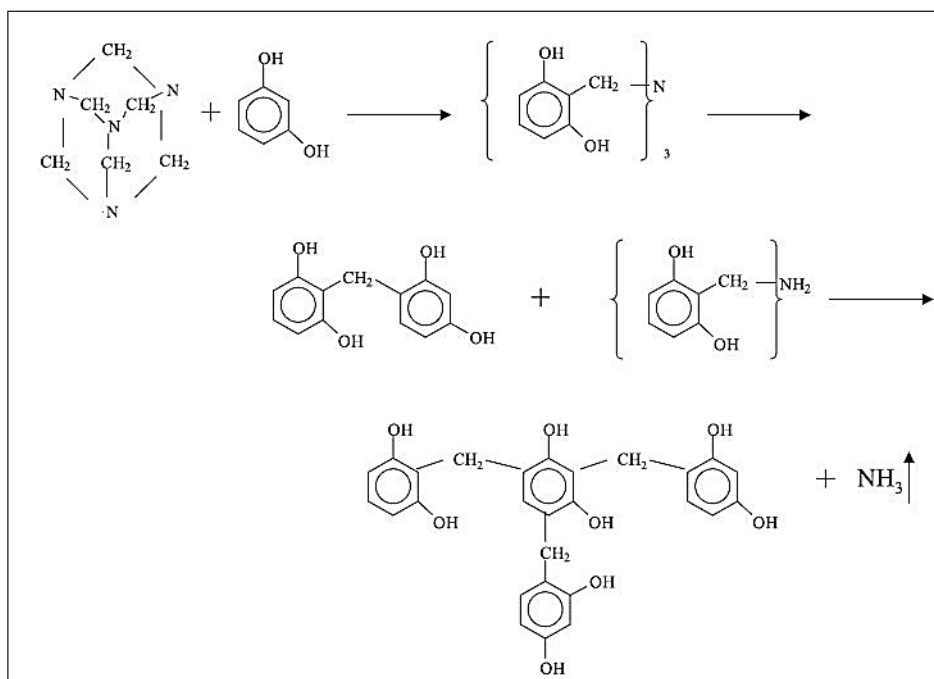
شکل ۴- نحوه‌ی تشکیل پیوندهای هیدروژنی گروه‌های هیدروکسیلی پارا- ترشیو بیوتیل فنول موجود در سطح آمیزه‌ی لاستیکی

دمای پایین و در پایان عملیات اختلاط به آمیزه اضافه می‌شود. تحقیقات اخیر نشان داده است که، واکنش رزورسینول با رزین اپوکسی بیس فنول A، تولید رزین منحصربه‌فردی می‌کند که مقدار رزورسینول آزاد آن کمتر از ۱٪ است که هیروسکوپ هم نیست. رزین‌های تقویت‌کننده با تشکیل یک شبکه‌ی نفونی، باعث انجام واکنش با بقیه‌ی پلیمرها می‌شوند. سیستم HMTA- رزورسینول در دمای بالاتر از ۱۲۰°C واکنش انجام می‌دهد. آن‌ها در دمای پخت (۱۶۰°C) باعث افزایش سختی آمیزه می‌شوند. معمولاً از رزین‌های فنولیک نوولاک و رزین‌های SBR با استایرن بالا به‌عنوان تقویت‌کننده و افزایش‌دهنده‌ی سختی و مدولوس آمیزه استفاده می‌شود. رزین‌های نوولاک رزورسینول معمولاً به‌عنوان یک بخش از سیستم چسبناک کننده بین لاستیک و سیم و یا نخ‌های موجود در تایر استفاده می‌شود. هر دو رزین (نوولاک فنولی و نوولاک رزورسینول) برای ایجاد پیوندهای عرضی کامل و ترموست، به یک دهنده‌ی متیلن مانند HMTA یا HMMM یا NMP احتیاج دارند. شکل ۶ نحوه‌ی انجام واکنش HMTA را با رزورسینول نشان می‌دهد.

می‌روند. در این نوع رزین‌ها، از رزین نوولاک - رزورسینول به‌همراه هگزامتیلن تترآمین (HMTA) یا هر دهنده‌ی متیلنی استفاده می‌شود. از آنجا که رزین‌های نوولاک هیچ نوع گروه متیلنی ندارند، بنابراین نمی‌توانند در اثر حرارت ساختارهایی با پیوندهای عرضی ایجاد کنند. برای ایجاد پیوندهای عرضی، این مواد را با ترکیب‌هایی که دهنده‌ی متیلن هستند و می‌توانند پل‌های متیلنی ایجاد کنند، مانند هگزامتیلن تترآمین، تحت حرارت ترکیب می‌کنند و ساختارهای غیرقابل نوب ترموست را به وجود می‌آورند. دهنده‌های متیلن به‌کار رفته در این‌گونه رزین‌ها عبارت‌اند از:

- ♦ ۲-نیترو-۲-متیلن پروپانول (NMP): با نقطه‌ی جوش حدود ۹۴°C
- ♦ هگزامتیلن تترآمین (HMTA): با نقطه‌ی نوب حدود ۲۹۰°C و دمای جوش بسیار بالا
- ♦ هگزامتوکسی متیلن ملامین (HMMM): مایع و با دمای جوش نامشخص

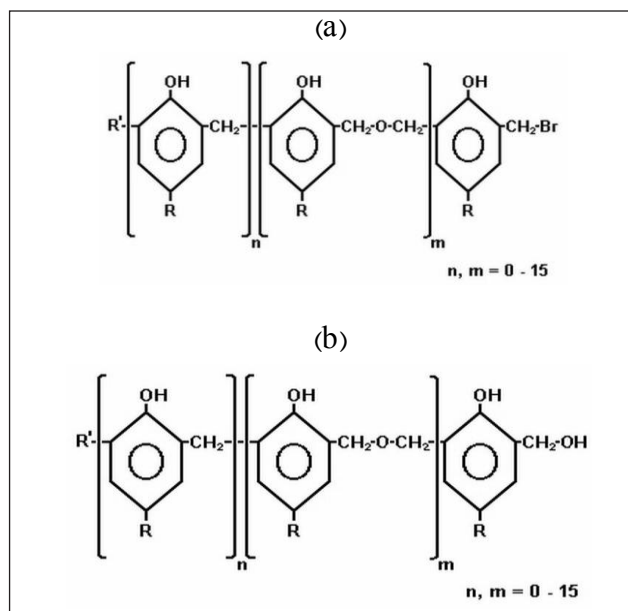
هگزامتیلن تترآمین و هگزامتوکسی متیلن ملامین، برای بکارگیری در آمیزه‌های لاستیکی ترجیح داده می‌شود. هر دو این ترکیب‌ها در



شکل ۶- واکنش HMTA با رزورسینول

پلاستی سایزر عمل می‌کنند. به‌منظور سرعت بخشیدن به فرایند پخت می‌توان این رزین‌ها را هالوژنه کرد. در حضور این رزین‌ها، آمیزه‌ی لاستیکی نیاز کمتری به شتاب‌دهنده‌های آمینی نسبت به سیستم پخت گوگردی دارد. ساختار بی‌شکل با طول زنجیره‌های متفاوت، سایت‌های فعال مضاعف، وجود پل‌های اتری یا متیلنی در واحدهای مونومری از جمله خواص این رزین‌هاست. مونومرهای این رزین‌ها توسط پل‌های متیلنی یا اتری به هم وصل شده است.

در شکل ۷ ساختار این دو رزین نشان داده شده است (SP1045 و SP105 دو نمونه‌ی تجاری از رزین‌های پخت).



شکل ۷- (a) رزین پخت SP 1045 (b) رزین پخت SP1055

رزین SP1055 نوع هالوژن دار شده رزین‌های رزول است. این رزین‌ها می‌تواند برای پخت الاستومرها بکار رود. گروه‌های متیلنی و هیدروکسیلی رزین می‌تواند با سایت‌های غیراشباع الاستومر وارد واکنش شود و باعث بهبود مقاومت سایشی و استحکام کششی شود. تشکیل پیوندهای کووالانسی کربن- کربن در فرایند پخت، که به راحتی شکسته نمی‌شود،

مقداری آمونیاک در حین فرایند پخت آمیزه و رزین آزاد می‌شود که اثرهای مخربی را روی آمیزه‌ی لاستیکی و سیم‌های فلزی می‌گذارد [۹ و ۱۲].

۱-۲- دی سیکلو پنتا دیان

یکی دیگر از رزین‌های تقویت‌کننده، رزین‌های دی سیکلو پنتا دیان است. این رزین‌ها جزو رزین‌های هیدروکربنی طبیعی به‌شمار می‌رود و از پلیمریزه شدن گرمایی رزین‌های آلیفاتیک C5 به‌دست می‌آید. این رزین‌ها به‌طور ذاتی فعال‌اند، بوی مشخص و رنگ تیره دارند. هیدروژن دار کردن این رزین‌ها باعث افزایش پایداری آن‌ها می‌شود. ویژگی‌های این رزین‌ها مابین آروماتیک و آلیفاتیک است و رزین‌هایی که از بخارهای مونومری خالص به‌دست می‌آید، نقطه‌ی نرمی بالاتری دارد که باعث افزایش سختی و مدولوس می‌شود. از رزین‌های تقویت‌کننده هنگامی که قیمت تمام‌شده‌ی آمیزه مهم نباشد و رنگ و پایداری آن مهم باشد استفاده می‌شود [۹].

۳- رزین‌های پخت

این گروه از رزین‌ها شامل رزین‌های رزول می‌شود که از واکنش فنول و فرمالدئید و در حضور کاتالیست بازی مانند هیدروکسید پتاسیم، هیدروکسید کلسیم، و هیدروکسید باریم تهیه می‌شود. در آمیزه‌های لاستیکی از رزین‌های فنولیک رزول خیلی استفاده نمی‌شود، زیرا آن‌ها در اثر حرارت فعال می‌شوند. استثنائاً رزین‌های رزول که با پارا آلکیل فنول تهیه می‌شود در تهیه بلادرها که پایه‌ی کائوچوی بوتیلی دارند استفاده می‌شود. در این رزین‌ها گروه آلکیلی تعیین‌کننده‌ی حلالیت و سازگاری است. در این پلیمرها گروه‌های عاملی زیادی وجود دارد که باعث انجام واکنش‌های زیادی می‌شود. در این آمیزه‌ها، پلیمر و رزین با ایجاد پیوندهای عرضی با هم واکنش می‌دهند ولی تا پیش از فرایند پخت به‌عنوان یک

۳. اصلاح‌کننده از نوع واکس‌ها و روغن‌ها، و مواد معدنی از نوع اکسید روی و اکسید منیزیم [۱۰].

۴- رزین‌های کمک فرایند

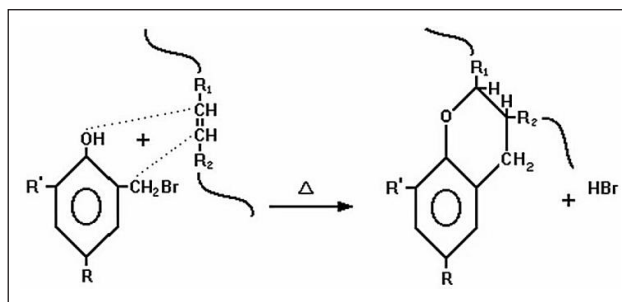
۱-۴- مخلوط رزین‌های هیدروکربنی نفتی:

مخلوط رزین‌های هیدروکربنی نفتی که معمولاً به‌عنوان رزین‌های C5-C9 معروف‌اند، حتی اگر خوراک آروماتیکی آن‌ها شامل آروماتیکی‌های وینیلی C8-C10 نیز باشد، کاربردشان بستگی به سازگاری آن‌ها با پلیمر دارد. وجود ترکیب‌های آروماتیک در این رزین‌های هیدروکربنی، حلالیت رزین را افزایش می‌دهد و سازگاری آن را با پلیمر بهبود می‌بخشد. این رزین‌ها در صنعت لاستیک به‌عنوان عامل تقویت‌کننده و چسبناک‌کننده استفاده می‌شود [۱۱].

سپاسگزاری:

نگارندگان بر خود لازم می‌دانند از آقای دکتر سعید تقوایی که ما را در انجام این پژوهش یاری نمودند، تشکر و قدرانی کنند.

باعث افزایش مقاومت محصول هنگامی که در معرض دوره‌های حرارتی متوالی قرار می‌گیرد می‌شود. شکل ۸ نحوه انجام واکنش رزین‌های فنولی حاوی برم با الاستومرهای غیراشباع را نشان می‌دهد.



شکل ۸- نحوه انجام واکنش رزین‌های فنولی حاوی برم با الاستومرهای غیراشباع

به‌طور کلی رزین‌های فنولی رزول در آمیزه‌هایی با فرمولاسیون

کلی زیر استفاده می‌شود:

۱. الاستومر از نوع بیوتیل یا هالوبیوتیل،

۲. پرکننده و تقویت‌کننده از نوع خاک رس و دوده،

مراجع

1. <http://www.ramcharan.org/pdf/Phenolic%20Resin.pdf>
2. Avraam I. Isayev, Sanjay Palsule, Encyclopedia of Polymer Blends, Volume 2, Wiley-VCH, 193-194, 2011
3. <http://encyclopedia2.thefreedictionary.com/Coumarone-Indene+Resins>
4. <http://chempedia.info/info/70657>
5. Ramcharan company, b SYNTHETIC.I. RESIN - COUMARONE INDENE RESIN, volume 1, 2013
6. <http://chempedia.info/page/166181101154254073243158195200014210046248189028/>
7. Raj B. Dura raj, Superior Tackier Resin, Rubber Science Magazine, 26(1), 148-157, 2013.
8. <http://www.intermediates.basf.com/chemicals/rubber/koresin>
9. Rodgers Brendan, Rubber Compounding Chemistry and Applications, Taylor & Francis, 427, 2004
10. Lamb J, Phenolic Resins for Curing Elastomers, 2003

۱۱- هومن توتونچی، وحید حمیدی، مطالعه‌ی ساختار رزین‌های مورد استفاده در صنعت لاستیک، نشریه‌ی صنعت لاستیک ایران، شماره‌ی ۴۵، ۴۳-۴۹

۱۲- مهدویان احدی، محمد. مروری بر رزین‌های فنولیک و روش‌های اصلاح آن. نشریه‌ی علمی ترویجی مطالعات در دنیای رنگ. ۳. ۱۹-۳۴. ۱۳۹۲

13. Rodgers Brendan, Rubber Compounding Chemistry and Applications, Taylor & Francis 428, 2004

14. Rodgers Brendan, Rubber Compounding Chemistry and Applications, Taylor & Francis, 429, 2004

15. Rodgers Brendan, Rubber Compounding Chemistry and Applications, Taylor & Francis, 444, 2004

S tructure and Operation of Resins that Use in Rubber Industry

H. Mohammadi^{1,*} and F. Motiee²

1. Ph.D. in Chemistry, Faculty of Chemistry, Tehran North Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran
2. Assistant Prof. of Applied Chemistry, Faculty of Chemistry, Tehran North Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

*Corresponding author Email: hediymohamadi92@yahoo.com

Recieved: May 2017, First Revised: July 2017, Second Revised: September 2017, Accepted: September 2017

Abstract: Resins are considered to be amorphous, thermoplastic materials with weight average molecular weights in the range of 800-4000. They can be either liquids (low softening points) or solids (high softening points). In the cure state they have been used extensively as high performance composite materials, due to their outstanding mechanical and thermal properties such as high tensile properties, high fatigue life and high thermal stability.

Keywords: Hydrocarbon Resins, Phenolic Resins, Rubber Compounds.