بررسی عوامل موثر بر استحکام چسبندگی آمیزه گام بالشتک به سطح منجید مستعمل در تایر روکش شده

Study on the Adhesion of Cushion Gum to Carcass in Retreaded Tyre

غلامرضا بخشنده، محمدعلی سلطانعلی‌نژاد
پژوهشگاه پلیمر ایران، صندوق پستی ۱۴۹۶۵/۱۱۵
دریافت: ۷۹/۱/۲۶، پذیرش: ۷۹/۹/۶

چکیده
چسبندگی مطلوب آج به منجید در تایرهای روکش شده نقش مهمی در توسعه صنعت روکش‌گذاری تایرهای مستعمل دارد. لایه واسط آمیزه گام بالشتک، که در تایر روکش شده بین آج و منجید مستعمل قرار می‌گیرد، اساسی‌ترین نقش را در روکش‌گذاری موفق به عهده دارد. سیستم پخت گوگردی که باعث شکل‌گیری شبکه پیوندهای عرضی آمیزه گام بالشتک می‌شود، در صورت بهینه‌سازی نسبت توکبی، در برقراری پیوندهای بین سطحی کارآمد می‌تواند موثر باشد. وجود کائوچوی مصنوعی در آمیزه می‌تواند باعث کاهش جرم مولکولی آمیزه خام و در نتیجه تائیرگذاری بر پدیده نفوذ زنجیرهای پلیمری در ناحیه بین سطحی گردد. کارایی شتابدهنده نیز عاملی است که بطور مستقیم بر کینتیک و میزان پیوندهای عرضی بین سطحی موثر است. آماده‌سازی سطح که به عنوان عامل مهم در ایجاد پیوندهای پلیمر - پلیمر مطرح است در کینتیک چسبندگی آمیزه گام بالشتک به سطح منجید مستعمل اثر زیادی دارد. در این مقاله، اثر عوامل یاد شده بر استحکام چسبندگی آمیزه گام بالشتک به سطح یاد شده بررسی می‌شود.

واژه‌های کلیدی: تایر روکش شده، آمیزه گام بالشتک، منجید، استحکام چسبندگی، سیستم پخت
Key Words: retreaded tyre, cushion gum, carcass, bond strength, curing system

مقدمه

با پیشرفت روزافزون تکنولوژی و انواع تولیدات و محدودیت انرژی و مواد اولیه، ضرورت بازیافت انواع محصولات احساس می‌شود. در این میان، نقش حیاتی حمل و نقل جاده‌ای در توسعه کشورها و کاربرد انواع تایر بطور گسترده در جوامع بشری باعث توجه بیشتر به امکان بازیافت این محصول و روشهای آن شده است. با نگاهی به صنعت تولید تایر در کشور متوجه خواهیم شد که میزان تولید این محصول پاسخگوی تقاضای موجود نبوده است و در نتیجه شاهد واردات تایر از کشورهای خارجی بوده‌ایم. توجه به ساختار تایر بیانگر آن است که قسمت آج تایر تنها حدود ۲۰ تا ۳۰ درصد از وزن تایر را به خود اختصاص می‌دهد و باقیمانده آن یعنی منجید تایر، که هزینه بیشتری نیز برای تولید آن صرف می‌شود، در صورت رعایت استانداردهای مصرف پس از اتمام عمر آج ساختار خود را حفظ می‌کند و قابلیت آن را دارد که پس از روکش‌گذاری مجدد تایر به دوره کاربردی خود ادامه دهد. بنابراین، با رعایت الگوی مصرف مناسب و رعایت استانداردها می‌توان با تولید تایر روکش شده، کمبود تایر کشور را جبران کرد و از واردات غیر ضروری این محصول کاست.

جدول ۱ - اجزاء و خواص آمیزه منجید تهیه شده برای انجام آزمونهای چسبندگی [۲].

اجزای آمیزه و خواص	مقدار
(phr) NR	۱۰۰
(phr) ZnO	۵
استاریک اسید (phr)	۲
(phr) N ۳۳۰	۳۰
رزین کومارون (phr)	۴
(phr) HS	۲
(phr) CBS	۰/۵
گوگرد (phr)	۲/۵
دمای پخت (°C)	۱۵۰
t_{90} متوسط (min)	۳/۶۳
t_{90} متوسط (min)	۱۴/۹۶
(lbyin) M_{max}	۴۷/۷۴
گرانروی مونی قبل از پخت (۱۰۴) ML	۲۲/۷۵
آزمون چسبندگی (MPa)	۲۶/۲
ازدیاد طول تا پارگی (٪)	۶۰۰
(MPa) M۳۰۰	۶/۲۱
سختی (شور A)	۶۰

اشاره به این نکته ضرورت دارد که در برخی موارد کیفیت

جدول ۲ - شرایط قالبگیری نمونه‌ها به کمک پرس.

شرایط	مقدار
نیروی پرس (ton)	۳۱
سطح قالب (mm^2)	۳۵۵.۲۰۵
دمای پخت (°C)	۱۵۰
زمان پخت	t_{95}

نامطلوب تایر روکش شده و مشکلات مربوط به چسبندگی و پوست کن شدن تایر پاد شده در حین کاربرد باعث کاهش تقاضا برای این نوع تایر شده است، در حالی که در کشورهای توسعه یافته کیفیت مناسب تایرهای روکش شده علاوه بر افزایش تقاضا برای این محصول موجب شده است تا قابلیت روکش‌گذاری تایرها به دفعات به عنوان عاملی تعیین کننده در تهیه تایرهای نو برای خریداران این محصول مطرح شود.

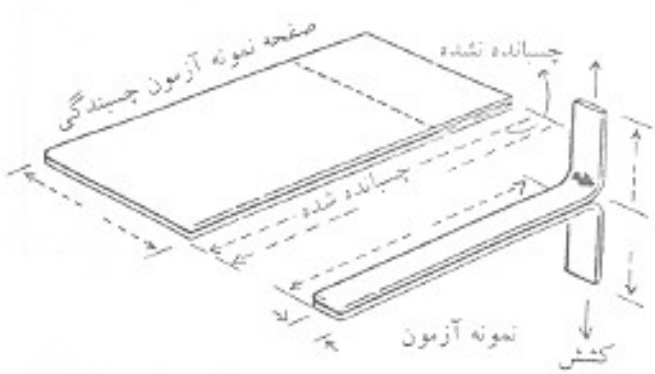
تجربی

مواد

آمیزه منجید [۲] که به عنوان ماده پایه در آزمون چسبندگی از آن (T-peel test) استفاده شد (جدول ۱)، به وسیله بنبوری آزمایشگاهی ۱/۵L ساخت Farrel مدل BR با ضریب پرشدگی متوسط برابر ۰/۷، دمای اولیه ۲۵°C و سرعت

جدول ۳ - آمیزه‌های گام بالشتک.

اجزای آمیزه‌ها	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱
NR	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۸۰	۶۰	۸۰	۶۰
BR	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۲۰	۴۰	۰	۰
SBR	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۲۰	۴۰
ZnO	۵	۵	۵	۵	۵	۵	۵	۵	۵	۵	۵
استاریک اسید	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲
N۳۳۰	۲۸	۲۸	۲۸	۲۸	۲۸	۲۸	۲۸	۲۸	۲۸	۲۸	۲۸
H.A.Oil	۵	۵	۵	۵	۵	۵	۵	۵	۵	۵	۵
رزین کومارون	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰
DPG	۰	۰	۰	۰/۵	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
MBT	۰	۰	۰	۰	۰/۵	۰	۰	۰	۰	۰	۰
CBS	۳	۲	۰/۵	۰	۰	۰	۰	۰/۵	۰/۵	۰/۵	۰/۵
TMTD	۳	۲	۰/۵	۰	۰	۰/۵	۰	۰	۰	۰	۰
ZDEC	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰/۵	۰	۰	۰	۰
گوگرد	۲/۵	۲/۵	۲/۵	۲/۵	۲/۵	۲/۵	۲/۵	۲/۵	۲/۵	۲/۵	۲/۵



شکل ۱ - ابعاد نمونه تهیه شده برای آزمون چسبندگی [۳].

۴۰ rpm تهیه شد (جدول ۲).

پس از خروج آمیزه از بنبوری نمونه تا رسیدن به گرانروی مونی برابر با ۲۲/۷۵ واحد مونی در یک غلتک آزمایشگاهی از نوع Schwabenthan Polymix ۲۰۰L به مدت ۵ دقیقه تحت عمل فروشکنی قرار گرفت (۷ rpm, nip=۱۵mm). آمیزه‌های گام بالشتک بر اساس فرمولبندی آمیزه گام بالشتک پایه [۱] پس از تهیه به وسیله یک پرس پخت ۱۰۰ تنی ساخت Bucher مدل KHL۱۰۰ روی ورقه‌های شاهد منجید پخت شده‌ای قرار گرفت، که عملیات سایش سطح با کاغذ سنباده‌و شستشو با حلال هپتان روی آن انجام شده بود (جدول ۳). ابعاد نمونه‌های تهیه شده برای آزمون چسبندگی در شکل ۱ ارائه شده است. آمیزه‌های اصلی گام بالشتک بدون سیستم پخت و کائوچوی مصنوعی نیز به کمک بنبوری آزمایشگاهی تهیه شد (جدول ۴). برای آنکه مقایسه بین آمیزه‌ها بدرستی صورت گیرد، همه آمیزه‌ها در شرایط برابر تهیه شدند. سیستم پخت و کائوچوی مصنوعی در شرایط یکسان (۷rpm, nip=۱۵mm) روی غلتک آزمایشگاهی پس از تهیه نمونه‌های اصلی افزوده شد.

آزمونهای انجام شده به شرح زیرند:

- استحکام چسبندگی [۳]،
- سنجش مقاومت رشد ترک یا عمر خستگی [۴]،
- جهندگی [۵]،

جدول ۴- شرایط تهیه آمیزه‌های منجید و گام بالشتک به کمک بنبوری (دمای تخلیه ۹۵-۸۵ °C).

ترتیب افزودن اجزاء	زمان (s)
کائوچو	۰
روی اکسید، استاریک اسید، روغن و نیمی از دوده	۶۰
نیم دیگر دوده و سایر مواد آمیزه	۱۴۰
تخلیه	۴۸۰

جدول ۵- اطلاعات رئومتری و شکست مربوط به اثر سیستم پخت.

خواص	نوع سیستم پخت گوگردی و نوع شکست		
	معمولی (چسبندگی)	نیمه‌موثر (مخلوط چسبندگی)	موثر (چسبندگی)
t_5(min)	۳/۰۱	۴/۰۵	۳/۷۹
t_{95}(min)	۱۶/۰۹	۷/۹۲	۷/۳۷
M_{max}(lbfin)	۴۲/۵	۶۹/۳	۷۹/۶

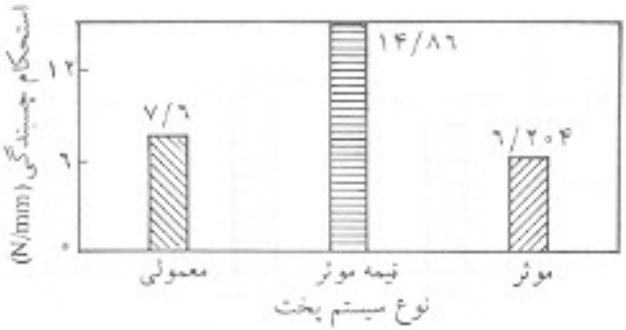
- سختی [۶] و
- رئومتری یا بررسی رفتار پخت [۷].

در آزمونهای بعمل آمده استحکام چسبندگی به صورت حاصل تقسیم میانگین حداکثر نیروهای لازم برای جدایی نمونه‌ها بر عرض ، مقطع نوار برحسب Nmm^{-1}، عمر خستگی به صورت میانگین هندسی اعداد حاصل از آزمون، درصد جهندگی به صورت یک عدد که بیانگر درصد بازگشت انرژی حاصل از فرود یک وزنه مشخص روی سطح لاستیک است و نتایج حاصل از آزمون رئومتری شامل t_5 زمان ایمنی برشتگی، t_{95} زمان پخت بهینه آمیزه الاستومری، M_{max} حداکثر گشتاور مربوط به دیسک نوسانگر دستگاه گزارش شده است.

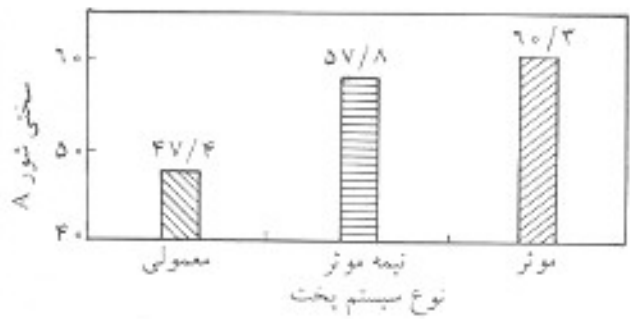
نتایج و بحث

اثر سیستم پخت

در آمیزه‌های ۱ تا ۳ با توجه به جدول ۵ و شکلهای ۲ تا ۵ با افزایش مقدار شتاب دهنده میزان جهندگی و سختی محصول به دلیل ازدیاد پیوندهای گوگردی کوتاهتر افزایش می‌یابد. بهترین استحکام چسبندگی نیز وقتی حاصل می‌شود که سیستم پخت از نوع نیمه موثر باشد. سیستم پخت موثر، به دلیل ایجاد محصول آج با



شکل ۲- اثر نوع سیستم پخت گوگردی بر میزان استحکام چسبندگی آمیزه پخت شده.



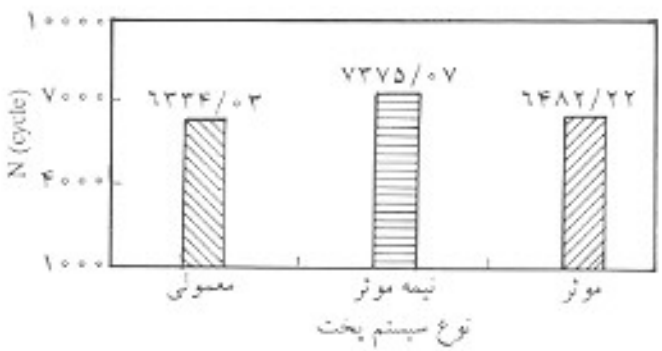
شکل ۳ - اثر نوع سیستم پخت گوگردی بر میزان سختی آمیزه پخت شده.

انعطاف‌پذیری کمتر و پیوندهای کوتاه و در نتیجه تسهیل پدیده شکست در ناحیه بین سطحی مناسب نیست (شکل ۶). در سیستم پخت نیمه موثر چون طول پیوندها نسبت به نوع موثر بلندتر است و پیوندهای بیشتری نیز نسبت به نوع معمولی وجود دارد، استحکام چسبندگی در حد مطلوب خواهد بود (شکلهای ۲ تا ۵).

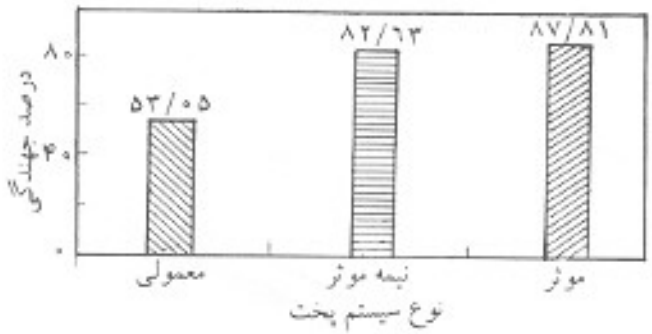
الف شتابدهنده

با توجه به اینکه پدیده نفوذ بسیار وابسته به زمان است و سرعت پخت و تشکیل پیوندهای گوگردی و نیز میزان پیوندهای بین سطحی با توجه به نوع شتابدهنده و میزان کارایی آن متفاوت است، از شتابدهنده‌های ZDEC (از خانواده‌های تیوکربامات‌ها)، TMTD (تیورام‌ها)، CBS (سولفونامیدها)، MBT (مرکاپتان‌ها) و DPG (گوانیدین‌ها) استفاده شد. ساختار شیمیایی این مواد در جدول ۶ ارائه شده است.

به منظور بررسی اثر نوع شتابدهنده بر استحکام چسبندگی بالشتک به منجید آمیزه‌های ۳ تا ۷ مورد مطالعه قرار گرفتند. از آنجاکه میزان پیوندهای عرضی ایجاد شده در آمیزه ارتباط مستقیمی با گشتاور ماکسیمم حاصل در آزمون رئومتری دارد [۹]ملاحظه شد که با افزایش



شکل ۴ - اثر نوع سیستم پخت گوگردی بر میزان عمر خستگی آمیزه پخت شده.

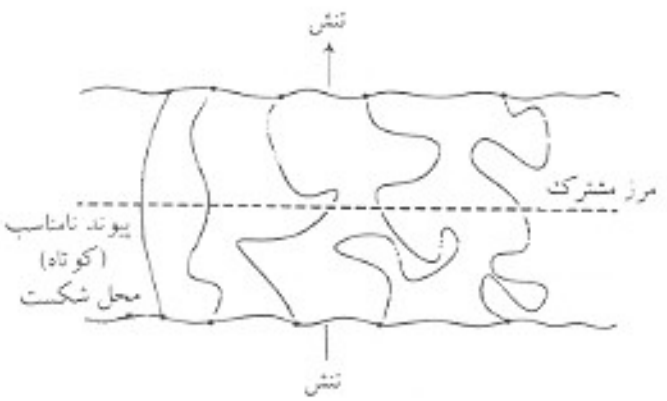


شکل ۵ - اثر نوع سیستم پخت گوگردی بر میزان جهندگی آمیزه پخت شده.

میزان پیوندهای عرضی در مقادیر برابر شتابدهنده‌های مختلف، استحکام چسبندگی آمیزه گام بالشتک نیز به محدوده مطلوبی بهبود می‌یابد که این موضوع با افزایش سرعت شتابدهنده نیز همراه است (جدول ۷ و شکل ۷).

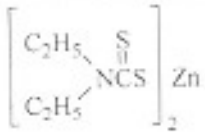
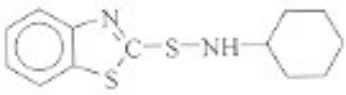
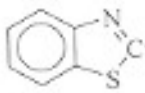
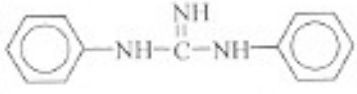
چنین می‌توان گفت که برای دستیابی به استحکام چسبندگی بیشتر کاربرد یک شتابدهنده کارا بسیار مفید است. در تولید تایر روکش شده برای حفظ ساختار تایر در برابر دریافت گرمای اضافی و بهینه کردن زمان پخت، یعنی کاهش زمان ایمنی برشتگی، کاربرد این نوع شتابدهنده‌ها بسیار مفید خواهد بود.

شکست نمونه‌های مربوط به آزمون چسبندگی در آمیزه دارای شتابدهنده DPG از محلی غیر از سطح مشترک می‌تواند ناشی از کارایی کم این نوع شتابدهنده باشد که باعث کاهش استحکام کششی آمیزه گام بالشتک شده است و این نوع شکست نباید به عنوان اثر مطلوب شتابدهنده DPG بر خواص چسبندگی تعبیر شود. در مورد سایر شتابدهنده‌ها نیز هر چه میزان پیوندهای عرضی افزایش یابد، استحکام چسبندگی نیز افزایش پیدا می‌کند.



شکل ۶ - اثر پیوند نامناسب در گسست زود هنگام پیوندهای بین سطحی.

جدول ۶ - ساختار شیمیایی و برخی از خواص فیزیکی شتابدهنده‌های بکار رفته.

نام و علامت اختصاری	چگالی (g/cm^3)	دمای ذوب (°C)	ساختار شیمیایی
دی‌اتیل دی‌تیوکرومات روی (ZDEC)	۱/۴۹	≥۱۷۵	
تترامتیل تیورام دی‌سولفید (TMTD)	۱/۴	≥۱۴۶	
N سیکلو هگزیل - ۲ - بنزوتیازیل سولفونامید (CBS)	۱/۳	≥۹۸	
۲ - مرکاپتو بنزوتیازول (MBT)	۱/۵	≥۱۷۴	
دی‌فنیل گوانیدین (DPG)	۱/۱۹	≥۱۴۵	

اثر آلیاژسازی باکائوچوی مصنوعی

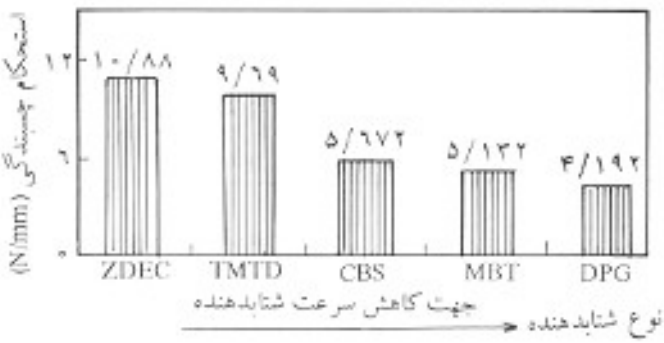
با توجه به چسبندگی عالی در کائوچوی NR و قیمت بیشتر آن نسبت به کائوچوی مصنوعی و همچنین آمیزه‌کاری برخی از اجزای تایر به صورت آلیاژی که ضرورت مشابهت آمیزه‌ها را مطرح می‌کند، اثر آلیاژسازی کائوچوی طبیعی با دو کائوچوی مصنوعی BR و SBR در دو نسبت مختلف NR:BR برابر ۸۰:۲۰ و ۶۰:۲۰ بررسی شد. با توجه به گرانروی مونی کمتر کائوچوهای یاد شده نسبت به کائوچوی NR (جدول ۸)، وجود آنها در آمیزه به صورت آلیاژ می‌تواند باعث بهبود و تسهیل فرایند و جریان‌یابی گرانرو آمیزه نهایی گردد [۱۱].

کاربرد کائوچوی SBR به دلیل اثر نامطلوب بر ویژگی چسبندگی آمیزه [۱۲،۱] و نیز گرمادهی که باعث جدایی لایه‌ای می‌شود [۱۳] در اجزای داخلی تایر مورد استفاده قرار نمی‌گیرد. با این دیدگاه آمیزه‌های ۳ و ۸ تا ۱۱ در شرایط برابر تهیه شده و از نظر خواص چسبندگی، رئومتری، سختی، جهندگی و خستگی مورد مقایسه قرار گرفتند (جدول ۹ و نمودار ۱۱ - ۸).

افزودن کائوچوی مصنوعی به آمیزه گام بالشتک در هر دو مورد باعث کاهش سرعت پخت می‌شود. در آلیاژسازی با میزان ۲۰phr از کائوچوهای مصنوعی BR و SBR، ویژگی سختی تغییرات زیادی ندارد. خصوصیت جهندگی با کاربرد کائوچوی SBR افزایش و با

جدول ۷ - اطلاعات رئومتری و شکست مربوط به نوع شتابدهنده.

خواص	نوع شتابدهنده و شکست				
	ZDEC (جسته‌گی)	TMTD (جسته‌گی)	CBS (جسته‌گی)	MBT (جسته‌گی)	DPG (جسته‌گی - همچسبی)
t_5(min)	۰/۸۲	۱/۴۰	۳/۵	۲/۲۷	۲/۹۷
t_{90}(min)	۴/۳۶	۳/۷۸	۹/۵۳	۱۵/۸۱	۱۹/۱۷
M_{max}(lb-in)	۶۱/۳	۵۹/۶	۲۹/۵	۴۱/۳	۱۴/۸



شکل ۷ - اثر نوع شتاب‌دهنده بر میزان استحکام چسبندگی آمیزه پخت شده.

جدول ۸ - مشخصات کائوچوهای مصرفی.

نام	گرانروی مونی ML(۱+۴)	چگالی (g/cm^3)
کائوچوی طبیعی SMR - ۲۰	۰/۹۲	۹۰/۴۵
کائوچوی استیرن‌بوتادی‌ان SBR - ۱۵۰۲ (۲۳/۵ درصداستیرن)	۰/۹۴	۵۲
کائوچوی بوتادی‌ان BR - ۱۲۲۰ (۹۶ درصد ۴،۱ سیس بوتادی‌ان)	۰/۹۱	۵۱

مصرف کائوچوی BR کاهش می‌یابد. با افزودن کائوچوهای SBR یا BR مقاومت رشد ترک و استحکام چسبندگی افزایش پیدا می‌کند. در مورد آمیزه ۸ این اثر در حد بسیار مطلوبی است. با توجه به جدول ۶ میزان پیوندهای عرضی ایجاد شده در این آمیزه بیش از سایر آمیزه‌هاست [۹]. کائوچوی NR در مقایسه با کائوچوهای مصنوعی BR و SBR جرم مولکولی بیشتری دارد و با افزودن کائوچوی مصنوعی به کائوچوی NR جرم مولکولی متوسط آمیزه آلیاژی خام کاهش می‌یابد. با کاهش جرم مولکولی استحکام پیوندهای بین سطحی و استحکام کششی آمیزه کم می‌شود، اما با وجود زنجیرهای پلیمری کوتاهتر پدیده نفوذ بین مولکولی بهتر شده و میزان پیوندهای بین سطحی حاصل از نفوذ نیز بیشتر می‌گردد. بنابراین، می‌توان در شرایط بهینه‌ای از نسبت آلیاژسازی و نوع کائوچوی آلیاژی به استحکام چسبندگی مطلوب دست یافت که در شکل ۸ این مورد در آمیزه آلیاژی NR/BR با نسبت ۸۰/۲۰ مشاهده می‌شود.

نکته قابل توجه در مورد اثر کائوچوی BR با نسبت NR/BR = ۸۰/۲۰ آن است که با این کار گرمادهی آمیزه نیز به میزان زیادی کاهش می‌یابد. در چنین آمیزه‌ای افزایش استاریک اسید تا میزان سه برابر با کاهش چشمگیر گرمادهی آمیزه گزارش شده است [۱۴].

اثر آماده‌سازی سطح

در بسیاری از کاربردها که پیوندهای چسبی به نحو مطلوبی باید تشکیل گردد، از جمله چسباندن قطعات مختلف به یکدیگر، پوشش‌دهی رنگی روی فلزات و چاپ ضروری بنظر می‌رسد. برای دستیابی به بیشترین بازدهی در فرایند چسباندن، سطوح اتصال یابنده باید از طریق برخی از روشها قبلا آماده‌سازی شوند [۱۵،۱۶].

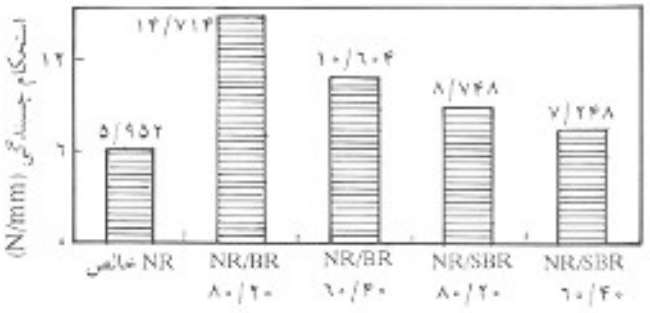
چسبهایی وجود دارد که سطوح پوشیده شده با روغنهای محافظ یا نرم کننده‌های دارای وزن مولکولی کم را از طریق حل کردن آنها در خود و از بین بردن لایه مرزی به یکدیگر پیوند می‌دهد. در این حالت نیز غالبا انجام نوعی آماده‌سازی سطحی ضروری است تا بیشترین تماس مولکولی بین سطحی حاصل شود و دوام پیوندهای چسبی افزایش یابد [۱۵]. اما، در برخی موارد نیز نمی‌توان از قابلیت آمیزه چسب در انحلال لایه مرزی و برقراری پیوندهای چسبی مناسب اطمینان داشت و ضروری است تا سطوح آغشته به اجزایی چون ترکیبات با جرم مولکولی کم که در سطح شکفته شده‌اند مانند روغنهای فرایند و مواد رهاساز که باعث ایجاد لایه مرزی ضعیف خواهند شد [۱۷] از قبل تحت عملیات آماده‌سازی ویژه‌ای قرار گیرند.

در ساخت قطعه‌ای مثل تایر روکش‌شده که آمیزه آج روی منجید مستعمل چسبانده می‌شود، آمیزه خام موجود در ناحیه بین سطحی با برقراری تماس مناسب و انجام نفوذ موثر زنجیرهای پلیمری، که از جانب یک ویژگی چسبندگی مناسب تامین می‌شود، و برقراری گره‌خوردگیهای زنجیرهای پلیمری و پیوندهای بین مولکولی بین سطحی، همچون پیوندهای هیدروژنی، برهمکنش اسید و باز یا نیروهای بین مولکولی وان‌دروالسی یا قطبی می‌انجامد، در نهایت با برقراری پیوندهای شیمیایی از نوع پیوندهای گوگردی به حد نهایی چسبندگی می‌رسد [۱۸]. تنها با انجام عملیات آماده‌سازی سطح مناسب روی منجید مستعمل می‌توان به این چسبندگی نهایی دست یافت. با این دیدگاه اهداف انجام عملیات سطحی را چنین می‌توان برشمرد.

از بین بردن یا جلوگیری از تشکیل هرگونه لایه مرزی ضعیف روی سطح مورد نظر بدیهی است اگر همه لایه‌های ضعیف روی سطح پاک نشود، احتمال پیوند ضعیف روی این لایه و سطح قطعی خواهد بود. مثالهایی از چنین لایه‌های ضعیف عبارتند از مواد دارای وزن مولکولی کم که به سطح جسم مهاجرت کرده‌اند، رسوبات اکسیدی روی سطوح فلزی و لایه‌های

جدول ۹ - اطلاعات رئومتری و شکست مربوط به اثر آلیاژسازی.

خواص	NR خالص (چسبندگی)	NR/BR		NR/SBR	
		۸۰/۲۰ (همچسبی)	۶۰/۴۰ (چسبندگی - همچسبی)	۸۰/۲۰ (چسبندگی)	۶۰/۴۰ (چسبندگی)
t_5(min)	۳/۳۵	۲/۷۱	۰/۱۷	۳/۸۱	۳/۹۴
t_{95}(min)	۱۷/۲۶	۱۹/۶۱	۲۰/۹۷	۱۸/۰۲	۱۸/۷۳
M_{max}(lb/in)	۳۹/۲	۴۱/۳	۳۸/۳	۳۸/۴	۳۸/۸



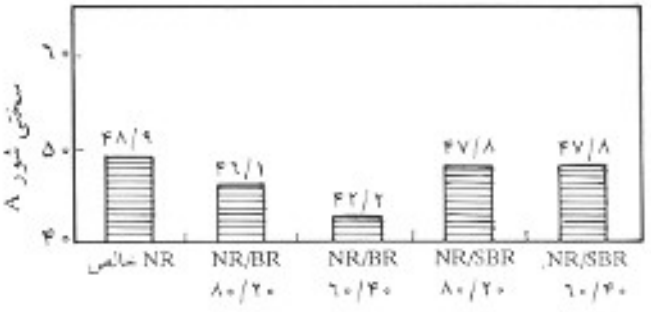
شکل ۸ ـ اثر نسبت آلیاژسازی بر استحکام چسبندگی آمیزه پخت شده.

محافظ روغن و گریس و چربی. همچنین، لایه مرزی ضعیف ممکن است بعد از تشکیل پیوند چسبی بوجود آید. مثالی در این مورد شکنندگی برخی از مواد افزودنی بعد از فرایند شکل‌دهی است. مثلا استئارات پس از چسباندن فیلمهای پلیمری به یکدیگر به مناطق بین سطحی نفوذ می‌کند [۱۵].

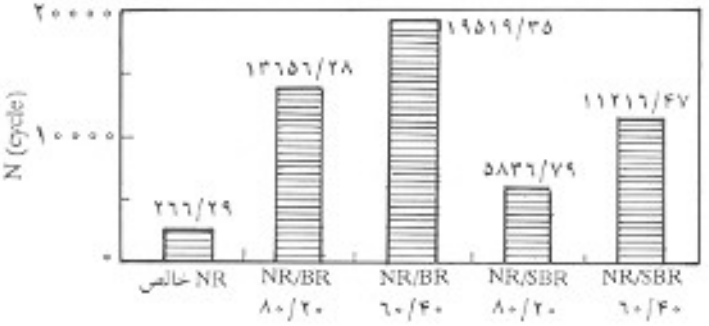
در این مورد باید تمام اجزای آمیزه در ساخت قطعات الاستومری مشکل شکنندگی در سطح را نداشته باشند که در صورت عدم رعایت این شرط مشکلات نقص چسبندگی روی خواهد داد. همچنین، نواحی تخریب شده یا اکسید شده سطح قبل از انجام پیوند چسبی باید جدا شود [۱۹].

به حداکثر رساندن میزان تماس مولکولی بین چسب و سطوح اتصال یابنده

این موضوع برای رسیدن به تماس سطحی مناسب ضروری است. در اتصال سطوح با انرژی کم (مثل پلی‌اولفینها و پلیمرهای فلوئوردار) برای افزایش انرژی سطحی وقوع تغییرات شیمیایی ضروری است [۱۵]. به علاوه، برای تمام سطوح وجود درجه‌ای از زبری سطح اغلب اوقات به تکامل تماس سطحی کمک می‌کند و در مورد سطوح لاستیکی جدا کردن سطح خارجی (تراشیدن سطح) که دارای انرژی کمی است و همچنین پوست که از تماس مناسب سطوح اتصال یابنده ممانعت می‌کند ضروری است [۲۰].



شکل ۹ ـ اثر نسبت آلیاژسازی بر میزان سختی آمیزه پخت شده.



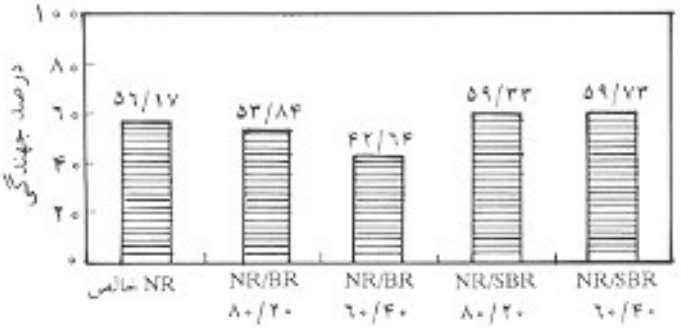
شکل ۱۰ ـ اثر نسبت آلیاژسازی بر عمر خستگی آمیزه پخت شده.

حصول اطمینان از کارایی نیروهای چسبندگی بین سطحی

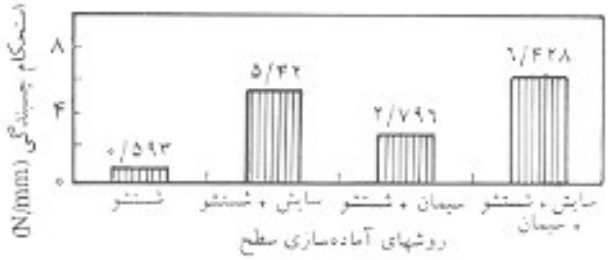
برای ایجاد استحکام و دوام مورد نیاز در مورد سطوح پلیمری با انرژی کم انتخاب یک روش آماده‌سازی که باعث افزایش انرژی سطح گردد این هدف را تامین می‌کند. همچنین، گاهی لازم می‌شود که روی سطح گروههای شیمیایی تشکیل شود تا با چسب پیوندهای قویتری تشکیل بدهد. اما، در مورد سطوح فلزی با انرژی زیاد معمولا مشکل مهم عدم دستیابی به چسبندگی ذاتی کافی برای پیوندهای مقاوم نیست، بلکه مساله تثبیت نیروهای چسبندگی ذاتی مقاوم در برابر حملات جوی مثل رطوبت است که این مسئله هم غالبا با بکارگیری آسترهای مخصوص نظیر آسترهای آلی فلزی رفع می‌شود. این مواد می‌توانند پیوندهای مرزی پایدارتری نسبت به پیوندهای وان در والس تشکیل دهند [۱۵].

کمک به سخت کردن چسب

اصولا این مورد هدفی عمومی در روشهای آماده‌سازی سطح نیست، ولی برای بعضی از چسبها مانند سیانو آکریلاتها، آسترهایی وجود دارد که به سطح مورد نظر زده می‌شود تا باعث تسریع پلیمرشدن در آمیزه چسب گردد [۱۵].



شکل ۱۱ ـ اثر نسبت آلیاژسازی بر درصد جهندگی آمیزه پخت شده.



شکل ۱۲ - اثر روشهای آماده‌سازی سطح بر میزان استحکام چسبندگی آمیزه پخت شده.

حفاظت سطح مورد نظر قبل از انجام چسباندن

اغلب لازم است سطوح دارای انرژی زیاد مانند فلزات پیش از انجام عمل چسباندن آماده‌سازی شوند. علت آن است که سطح آماده شده از طریق چربی‌زدایی و سایش به مقدار بسیار زیادی فعال می‌شود. بنابراین، لازم است تا برنامه‌های کارگاهی به نحوی تدوین شود که روی سطوح تمیز و آماده‌سازی شده حداکثر تا چند ساعت بعد از آماده‌سازی عمل چسباندن صورت گیرد تا از آلودگیهای جوی محافظت گردد. مطالعات ویت این پدیده را ثابت کرده است که برخی سطوح آماده پس از مدتی با مواد موجود در جو محیط به تعادل می‌رسند که می‌توان این پدیده را به صورت افزایش تدریجی زاویه تماس آب با این سطوح مشاهده کرد [۱۷]. برای جلوگیری از وقوع چنین مشکلاتی در سطوح لاستیکی آماده، اعمال آمیزه خام محافظی به نام سیمان (cement) روی سطح توصیه شده است تا ضمن رفع این مشکل باعث تر شدن بهتر سطح توسط آمیزه خام اصلی و حل شدن ذرات لاستیکی کوچک و بهبود کیفیت چسبندگی گردد [۲۰،۲۱].

عموما بهتر است که یک پیش پرداخت که سازگار با چسب

جدول ۱۰ - فرمولبندی سیمان بدون حلال.

اجزای آمیزه	مقدار (phr)
NR	۱۰۰
ZnO	۳
استاریک اسید	۱
H.A. Oil	۵
N۶۶۰	۲۸
Flectol H	۰/۵
Koresin*	۲/۵
CBS	۰/۸
گوگرد نامحلول	۱/۵

* محلول غلیظ بوتیل فنول و استیلن.

باشد، بلافاصله پس از عملیات آماده‌سازی به سطح زده شود. بدین‌ترتیب، چنین سطوحی را می‌توان برای مدت زمان بیشتری نگهداشت بدون آنکه آمیزه چسبی روی آن آورده شود [۱۵].

روشهای آماده‌سازی سطح عبارتند از: سایش سطح، آغشته‌سازی سطح به پیش پرداخت سیمان و شستشو با حلال هیتان. سیمان لاستیکی با فرمولبندی آمده در جدول ۱۰ از کارخانه روکش ایران مستقر در تاکستان خریداری شده از شرکت ماراگونی ایتالیا تهیه شد.

در این آزمون چهار نمونه منجید بطور یکسان تهیه شد و روی هر یک، عملیات آماده‌سازی سطح انجام گرفت. سطح نمونه اول فقط با حلال هپتان شستشو داده شد و عملیات پخت آمیزه بالشتک گام پایه روی آن صورت گرفت. در نمونه دوم سطح منجید پس از سایش به کمک کاغذ سمباده با حلال هپتان شستشو داده شد. در نمونه سوم سطح منجید پس از شستشو به کمک قلم مویی به سیمان آغشته شده و سرانجام در نمونه چهارم همه این کارها انجام شد.

آزمون چسبندگی برای سنجش میزان استحکام چسبندگی روی نوارهای لاستیکی حاصل انجام شده و نتایج در نمودار ۱۲ ارائه شده است. ملاحظه می‌شود که اثر سایش سطح در بین موارد یاد شده بیشتر از سایر روشهاست. سایش سطح باعث ایجاد تخلخل سطحی و نفوذ بهتر و برقراری پیوندهای چسبی موثرتر می‌گردد.

نتیجه‌گیری

۱ - کاربرد سیستم پخت تیمه موثر در حصول استحکام چسبندگی با مقاومت رشد ترک کم مفید است.

۲ - بکارگیری شتابدهنده کارا باعث افزایش استحکام چسبندگی می‌شود.

۳ - بکارگیری کائوچوی مصنوعی BR در آمیزه گام بالشتک با افزایش چسبندگی بالشتک به منجید و مشابهت و سازگاری آمیزه‌های گام بالشتک با آج نیز همراه خواهد بود.

۴ - آماده‌سازی سطح از عوامل موثر بر استحکام چسبندگی آمیزه گام بالشتک است و ضرورت دارد تا ضمن جلوگیری از اثر آلایندگی مواد خارجی در سطح مشترک، عملیات آماده‌سازی سطح روی سطوحی که آمیزه گام بالشتک با آنها تماس مستقیم خواهد داشت انجام شود. در این میان، سایش سطح منجید مستعمل و نیز سطح زیرین آج در روکش‌گذاری پیش پخته ضروری است.

مراجع

1. MRPRA; Tyre Retreads- Cashion gum formulation for Precured Tread; *NR Technology*; **7**, 2, 50, 1976.
2. Morton M.; *Rubber Technology*; Second ed., Van Nostrand Reinhold, New York, 173, 1973.
3. Annual Book of ASTM Standards, D1876-93, **9**, 1, 105, 1995.
4. Annual Book of ASTM Standards, D4482- 85, **9**, 654, 1995.
5. Annual Book of ASTM Standards, D1054-91, **9**, 193, 1995.
6. Annual Book of ASTM Standards, D2240-91, **9**, 400, 1995.
7. Annual Book of ASTM Standards, D2084, **9**, 1995.

۸- جان اس. دیک، آمیزه‌کاری در صنایع پلیمری، ترجمه محمدحسن امیرخیزی، انتشارات دانشگاه صنعتی اصفهان، ۱۳۷۳.

9. Kersti J. and Pier F., Vulcanization of Rubber Kinetic Parameters for SBR Simulation of Vulcanization in a Mold *Applied Polym. Sci. Tech.*; **43**, 1777-87, 1991.
10. Natural Rubber Technical Information Sheets, Dry Rubber Series, D113, 1989.
11. Hamed G. R., Tack and Green Strength of Elastomeric Materials; *Rubber Chem. Tech.*; **54**, 576, 1981.
12. Baker C.S.L., Factors Affecting Polymer Choice in Truck Tyre Retreading, Development of NR Based Truck Tyre Retreading Compound.; 7, Rapra Technology.

۱۳- فرهنگ صنعت لاستیک، شرکت مهندسی و تحقیقات صنایع لاستیک، ۱۳۷۱.

14. Kuriakose B., Effect of high temperature Vulcanization on the Physical Properties of Precured Retread Compounds; *Rubber Develop.*; **46**, 11, 23, 1993.

۱۵- چسبها (آشنایی و کاربرد)، دکتر روح الله باقری. جهاد دانشگاهی واحد صنعتی اصفهان، چاپ اول ، ۱۳۷۵.

16. Brewis D. M., Pretreatments of Polymer; Adhesive Hand book, Edited By Shields, 1985.
17. Délollis N. J., Theory of Adhesion, Mechanism of Bond Failure, and Mechanism for Bond Imporvement; *Adhesives Age.*; **11**, 12, 21, 1968.
18. Keys J. F.; US Pat. No. 5769975; Jan. 25, 1996.
19. Courel J. et al.; US Pat. No. 5759322; Dec. 20, 1994.
20. Corish P. J., Some Aspect of Rubber; *Rubber Adhesion Prog. Rubber Plast. Tech.*; **12**, 1, 12-22, 1986.
21. Pelletier G.; US Pat. No. 4011125; May 31, 1974.