

بهبود ویژگی‌های نفوذناپذیری و فیزیکی - مکانیکی اینرلاینر با تهیه نانوکامپوزیت /
نانوسیلیکا با پایه مخلوط CIIR / NR

Improvement of the Impermeability and Physical- Mechanical Properties of the
Inner Liner by the Preparation of Nanocomposite / Nanosilica Based on CIIR / NR

چکیده:

در این مقاله، میزان عبوردهی گاز و نفوذپذیری، ویژگی‌های فیزیکی- مکانیکی و رئولوژیکی یک آمیزه‌ی الاستومری که با نسبت الاستومرهای CIIR (80Phr) و NR (20Phr) و درصد‌های مختلف وزنی نانوسیلیکا (هیدروفیلیک) (۰٪، ۱٪، ۲٫۵٪ و ۵٪) ساخته شد، موردبررسی قرار گرفت. نتایج رئومتری نشان داد با افزایش درصد ذرات نانوسیلیکا زمان ایمنی پخت (t₅) و زمان پخت (t₉₀) و گشتاور حداکثر افزایش پیدا می‌کند و سرعت پخت کاهش می‌یابد. همچنین با افزایش درصد نانوذرات سیلیکا، خواص فیزیکی - مکانیکی آمیزه‌های تهیه‌شده افزایش و میزان عبوردهی گاز کاهش نشان داد. با بررسی نتایج آزمون رئولوژیکی، مدول الاستیک و استحکام کششی افزایش و Tanδ کاهش پیدا کرد.

واژه‌های کلیدی: نانوسیلیکا (هیدروفیلیک)، خواص رئولوژیکی، Tanδ.

نوع مقاله: پژوهشی

سیدعلی حسینی مهر*

مرکز تحقیقات شرکت تولیدی لاستیک دنا

* عهده دار مکاتبات:

a.hoseinimehr@gmail.com

تاریخ دریافت: ۹۵/۵/۱۲

تاریخ بازنگری نخست: ۹۵/۶/۱۷

تاریخ بازنگری دوم: ۹۶/۷/۲

تاریخ پذیرش: ۹۶/۷/۲

مقدمه:

امروزه توجه روزافزونی به نانوکامپوزیت‌های آلی- معدنی، چه در عرصه‌ی علم و چه در عرصه‌ی صنعت، می‌شود، زیرا ترکیب آن‌ها با هم ویژگی‌های بیش‌ازحد انتظار طبق قانون تشدید اثر (Synergistic) نشان می‌دهد. یکی از این موارد، استفاده از صفحه‌های معدنی از جنس لایه‌های سیلیکاتی است. این لایه‌ها بهبود قابل‌توجهی در ویژگی‌های فیزیکی- مکانیکی، کاهش عبورپذیری مواد مایع و گازها، کاهش قابلیت آتش‌گیری و تخریب حرارتی پلیمر نانوکامپوزیت ایجاد می‌کند. بررسی‌ها نشان داده است که با افزایش درصد ناچیزی از این مواد به ترکیب نانوکامپوزیت، مدول و استحکام کششی بسیار بالا و مقاومت حرارتی و جذبی باورنکردنی حاصل می‌شود. چنین به نظر

جدول ۱- مشخصه‌های نانوسیلیکا

ویژگی‌ها	تولیدکننده	نام تجاری	مواد
Particle size: 15-20nm S(BET)=150±10m ² /g	Guangzhou GBS High Tech. & Industry Co	HL-150	نانوسیلیکای هیدروفیلیک پودر نانو سیلیکا

دستگاه‌های اندازه‌گیری آزمون:

تهیه‌ی آمیزه‌ها با استفاده از میل آزمایشگاهی دوغلتکی (Roll Mill) انجام گرفت. جهت تعیین مشخصه‌های پخت آمیزه‌ها از رنومتر MDR 2000 مطابق استاندارد D2084 در دمای ۱۸۵ درجه‌ی سانتی‌گراد و مدت‌زمان ۳ دقیقه استفاده شد. میزان عبوردهی گاز اکسیژن نمونه‌های مختلف در دمای ۲۰ درجه‌ی سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۹۰٪ توسط دستگاه GDP-C 150 آلمان بر طبق استاندارد ASTM-1434 اندازه‌گیری شد. نمونه‌های آمیزه‌ی مورد استفاده در این آزمون به ضخامت حدود ۳۰۰ میکرون به کمک پرس آزمایشگاهی در دمای ۱۶۵ درجه‌ی سانتی‌گراد تهیه شد. دستگاه‌های آزمون خواص فیزیکی- مکانیکی شامل آزمون استحکام کششی از دستگاه کشش مطابق استاندارد D412 استفاده شد. برای اندازه‌گیری میزان جهندگی از دستگاه سنجش رزلیانس یا جهندگی بر طبق استاندارد D1054، و برای آزمون سایش طبق استاندارد D5963 از دستگاه Abrasion، و برای انجام آزمون سختی مطابق استاندارد D2240 از دستگاه سختی سنج در مقیاس Shore A استفاده شد. همچنین خستگی آمیزه‌ها توسط دستگاه Fatigue Test ساخت شرکت امریکایی Monsanto مطابق استاندارد D2284 اندازه‌گیری شد.

تهیه‌ی نمونه

برای تهیه‌ی آمیزه ابتدا کائوچوی طبیعی و کلروپرن به مدت حدود ۵ دقیقه در دمای ۲۵ تا ۴۵ درجه‌ی سانتی‌گراد بین دو غلتک دستگاه رول میل با هم مخلوط و نرم گردید. سپس روی

می‌رسد کلیه‌ی خواص و رفتار منحصر به فرد نانوکامپوزیت‌ها ناشی از ریزساختار آن‌هاست. لذا بررسی عوامل مؤثر بر ریزساختار و کنترل آن‌ها از اهمیت زیادی برخوردار است. به‌طور کلی بهبود در خواص نانوکامپوزیت‌ها به دلیل سه عامل زیر پدید می‌آید:

- مساحت سطح بسیار زیاد و نسبت طول به قطر زیاد نانوزره‌ها
- پراکندگی خوب سیلیکا در پلیمر در سطح میکروسکوپی
- ایجاد پیوندهای یونی بین پلیمر و نانوزره‌های سیلیکا

اگرچه گزارش‌های بسیار محدودی درباره‌ی اثر نانوزره‌های سیلیکا روی خواص مکانیکی آمیزه‌های الاستومری با پایه‌ی CR و CIIR به چاپ رسیده است، اما تا به امروز طبق بررسی انجام‌شده، گزارشی درباره‌ی استفاده از نانوزره‌های سیلیکا در آمیزه‌های با پایه‌ی CIIR / NR ارائه نشده است.

در این پژوهش اثر نانوزره‌های سیلیکا روی مشخصه‌های پخت، میزان عبوردهی گاز، خواص فیزیکی - مکانیکی و رئولوژیکی آمیزه‌های CIIR / NR مورد بررسی قرار گرفته است.

بخش تجربی

مواد

در این پژوهش الاستومر کلروبیوتیل با نام شیمیایی CIIR و نام تجاری Baypren ساخت شرکت Bayer آلمان، و کائوچوی طبیعی با نام شیمیایی پلی ایزوپرن از نوع SMR20 محصول کشور مالزی با کد تجاری GM، و نانوسیلیکای نوع هیدروفیلیک ساخت Guangzhou GBS High Tech. & Industry Co با مشخصه‌های Particle size: 15-10nm و S(BET)=150±10m²/g مورد استفاده قرار گرفته است، جدول (۱).

نیست، خیلی زود به محیط اطراف کائوچو نفوذ کرده و در نهایت ممکن است سبب ایجاد تخلخل و سوراخ سوزنی شود. اما در هر صورت نفوذناپذیری در مقابل گازها از مهمترین ویژگی‌هایی کائوچوی کلروبیوتیل است و دلیل عمده کاربرد آن در بسیاری از مصارف نظیر ساخت تیوب و بالابر همین ویژگی است.

جدول (۲) میزان عبوردهی گازها برلی آمیزه‌های مختلف را نشان می‌دهد. همان‌طور که مشاهده می‌شود میزان عبور اکسیژن در نمونه‌های بارلی نانوسیلیکا، با افزایش درصد نانوذره‌های سیلیکا به‌طور چشمگیری کاهش یافته است. لازم به یادآوری است که در این آزمون چگالی پیوندهای عرضی و طول آن‌ها نقش بسیار مهمی دارد و کاهش پیوندهای عرضی می‌تواند موجب افزایش عبور گاز اکسیژن شده باشد. پراکنندگی یکنواخت لایه‌های نانومتری غیرقابل نفوذ در ماتریس کائوچو موجب طولانی شدن مسیر عبور مولکول‌های نفوذکننده در کامپوزیت و در نتیجه کاهش نفوذ و سرعت آن می‌شود.

جدول ۳- میزان عبور گاز اکسیژن از آمیزه‌های مختلف

گروه‌ها	A	B	C	D
میزان عبوردهی گاز Cm ³ /m ² .day.bar	۶۲۰	۵۸۰	۵۴۰	۴۹۰

لایه‌های سیلیکا می‌تواند یک شبکه‌ی مارپیچ Maze تشکیل دهد و طول مسیر حرکت مولکول‌های گاز در داخل ماتریس را به‌شدت افزایش دهد. فاکتور tortosity (τ) به‌صورت نسبت فاصله‌ی واقعی (d') که نفوذکننده باید از آن عبور کند به کوتاه‌ترین فاصله (d) که در غیاب نانو فیلر باید از آن عبور می‌کرد، تعریف می‌شود. این فاکتور از رابطه‌ی زیر محاسبه می‌شود (رابطه‌ی ۱):

$$\tau = (d' / d) = 1 + (L / 2D) \phi_{clay} \quad (1)$$

پس عبورپذیری نسبی:

$$P/P = 1 / 1 + (L/2D) \phi \quad (2)$$

ϕ درصد حجمی، L طول و D عرض صفحه است. با

رول میل آزمایشگاهی پودر نانوسیلیکا به مخلوط دو کائوچو اضافه و آمیزه‌ی مستر تهیه شد. در مرحله‌ی دوم عوامل پخت به مستر اضافه شد. آمیزه‌ها در چهار گروه A (آمیزه‌ی شاهد بدون نانوذره) و B (با ۱ درصد نانوذره) و C (با ۲٫۵ درصد نانوذره) و D (با ۵ درصد نانوذره) تهیه گردید، طبق جدول (۲).

جدول ۲- فرمولاسیون آمیزه‌های مصرفی (Phr)

گروه‌ها مواد	A(Phr)	B(Phr)	C(Phr)	D(Phr)
CIIR	۸۰	۸۰	۸۰	۸۰
NR(SMR20)	۲۰	۲۰	۲۰	۲۰
St. Acid	۲	۲	۲	۲
ZnO	۵	۵	۵	۵
DTDM	۰٫۵	۰٫۵	۰٫۵	۰٫۵
MBTS	۱	۱	۱	۱
Nano Silica	۰	۱	۲٫۵	۵

نتیجه‌ها و بحث:

در میان الاستومرهای هیدروکربنی، کائوچوی بیوتیل از نظر نفوذناپذیری نسبت به گازها موقعیت برجسته‌ی دارد. فرآیند نفوذ یک گاز از یک لایه‌ی نازک، شامل حل شدن گاز در قسمتی که فشار زیادی دارد و نفوذ از میان ضخامت لایه و تبخیر در فشار کم سطح می‌شود. پس شدت انتقال یک گاز از میان یک لایه به‌وسیله‌ی حلالیت گاز و نفوذ آن کنترل می‌شود.

اصولاً در هر واحد مونومری کائوچوی کلروبیوتیل، ۳ عامل CH_3 وجود دارد که الکترون دهنده هستند. در نتیجه، مولکول‌ها فوق‌العاده قطبی شده و کاملاً در هم فرورفته و داری تراکم فضایی هستند. در نتیجه، عبور گاز از میان ماکرو مولکول‌های این الاستومر به‌سختی انجام گرفته و این ویژگی می‌تواند پایداری کائوچوی کلروبیوتیل و سرعت کم نفوذ گاز را در آن توجیه کند. البته همین امر ممکن است در طول فرآیند باعث بروز مشکلاتی شود زیرا از آنجایی که حباب‌های گاز محبوس شده در آن قابل حل

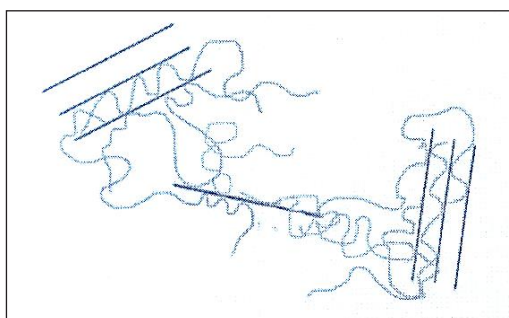
پخت کاهش می‌یابد. این افزایش ناشی از جذب سطحی عوامل پخت روی سطح تقویت‌کننده است. ویسکوزیته‌ی آمیزه‌های نانو در حالت کلی افزایش می‌یابد، به دلیل این‌که چگالی پیوندهای عرضی زیاد می‌شود. کاتیون‌های موجود در نره‌های نانو باعث افزایش چگالی پیوندهای عرضی و ایجاد کمپلکس فعال در سیستم پخت شده و سرعت پخت کاهش پیدا می‌کند، جدول (۴).

یادآوری می‌شود در این پژوهش زمان ایمنی پخت آمیزه‌ها (t_s) با استفاده از دستگاه ویسکومتر مونی و در دمای ۱۳۵ درجه‌ی سانتی‌گراد تهیه شد. همچنین زمان پخت بهینه (t_{90}) با استفاده از دستگاه رئومتر پخت و در دمای ۱۸۵ درجه‌ی سانتی‌گراد اندازه‌گیری شد.

جدول ۴- نتایج رئومتر پخت نمونه‌های مختلف با درصد‌های مختلف نانوسیلیکا

نمونه‌ها	زمان ایمنی (t_s) min	زمان پخت بهینه (t_{90}) min
A	۵,۶۶	۱,۳۹
B	۵,۸۹	۱,۵۸
C	۶,۰۳	۱,۷۹
D	۶,۲۰	۲,۱۲

با افزایش درصد نره‌های نانو، پراکندگی صفحه‌های سیلیکایی در ماتریس پلیمر یکسان شده و پوسته‌پوسته شدن صفحه‌ها به‌خوبی مشاهده می‌شود، شکل (۳).



شکل (۳): تصویر شماتیک شبکه‌ی سه‌بُعدی متشکل از نانوفیلر صفحه‌یی و رنجیرهای ماتریس الاستومر، با صفحه‌های کاملاً پراکنده در سیستم

این فرمول می‌توان به‌خوبی میزان عبوردهی گاز را به‌عنوان تابعی از طول و عرض نره‌های نانو فیلر و همچنین جزء حجمی فیلر، پیش‌بینی کرد. فرض کلیدی این مدل این است که صفحه‌های سیلیکا طوری قرار گیرد که راستای نفوذ گاز عمود بر آن‌ها باشد. روشن است که این آرایش به ایجاد طولانی‌ترین مسیر عبور گازها منجر می‌شود و انحراف از این آرایش باعث کاهش ممانعت در برابر عبور می‌گردد.

بالحاظ‌کردن مشخصه‌های نانوفیلر مورد‌استفاده، عبورپذیری نسبی از نانو فیلر با نسبت ابعاد میانگین ۱۵۰ به‌صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$\tau = (d' / d) = 1 + 150 * 0.05 = 8.5 \quad (۳)$$

یعنی طول مسیر عبور گازها از میان کوچک مولکول‌ها حدود ۸,۵ برابر خواهد شد و در نتیجه سرعت و میزان عبور آن‌ها کاهش می‌یابد:

$$\text{عبورپذیری نسبی} = 1 / (1 + 150 * 0.05) = 21\% \quad (۴)$$

پس با استفاده از تنها ۵ درصد نانوزره با نسبت ابعادی ۱۵۰، می‌توان عبوردهی (نفوذپذیری) از میان کوچک مولکول‌ها را تا ۲۰ درصد مقدار اولیه (بدون نانوزره) کاهش داد. البته این وضع زمانی اتفاق خواهد افتاد که صفحه‌های نانوزره در جهت عمود بر راستای نفوذ قرار گیرد. در سیستم‌هایی با توزیع اتفاقی صفحه‌ها، هر فیلر تنها به‌اندازه‌ی طول خود یعنی $\cos(\alpha)$ که در آن α زاویه‌ی بین فیلر و جهت عمود بر مسیر نفوذ است مؤثر خواهد بود. حال اگر فرض شود تعداد صفحه‌ها در همی زوایا مساوی باشد، جزء حجمی مؤثر آن از رابطه‌ی زیر محاسبه می‌شود:

$$\Phi_{\text{Effect}} = \int [L/D \cos(\alpha) d\alpha] \int da \quad (۵)$$

جدول ۴ زمان ایمنی پخت (t_s) و زمان پخت بهینه (t_{90}) آمیزه‌های نمونه را با افزایش درصد نره‌های نانو نشان می‌دهد. با افزایش درصد نره‌های نانوسیلیکا در آمیزه، زمان ایمنی پخت (t_s) و زمان پخت بهینه (t_{90}) آمیزه‌ها افزایش و سرعت

جدول ۶- میزان $Tan \delta$ آمیزه‌های مورد مطالعه با درصد‌های مختلف نانوسیلیکا

نمونه‌ها	Tan δ
A	۰,۱۷۷
B	۰,۱۷۶
C	۰,۱۷۵
D	۰,۱۷۴

برهمکنش زنجیرهای پلیمری و بالا رفتن سطح فعال و چسبندگی، باعث کاهش جهندگی مطابق جدول (۷) و افزایش مقاومت سایشی مطابق جدول (۸) هم‌زمان با افزایش درصد نانوذره‌ها می‌شود. افزایش سختی مطابق جدول (۹) نیز به دلیل نفوذ نر‌ها به درون ماتریس پلیمر و افزایش چگالی پیوندهای عرضی است.

جدول ۷- جدول میزان جهندگی آمیزه‌های مورد مطالعه با درصد‌های مختلف نانوسیلیکا

نمونه‌ها	% Resilience < 45 ⁰	% Resilience < 90 ⁰
A	۲۰	۳۳,۶
B	۱۹,۳	۳۲,۶
C	۱۹	۳۲,۶
D	۱۸,۶	۳۰,۶

جدول ۸- جدول میزان سایش آمیزه‌های مورد مطالعه با درصد‌های

نمونه‌ها	Abrasion Loss (Wt%)
A	۱۲,۵۸
B	۱۱,۲۰
C	۱۰,۷۱
D	۱۰,۳۹

جدول ۹- جدول میزان سختی آمیزه‌های مورد مطالعه با درصد‌های مختلف نانوسیلیکا

نمونه‌ها	Hardness (Shore A)
A	۶۲
B	۶۳
C	۶۴
D	۶۵

با توجه به جدول (۵) نتایج مدول ۱۰۰٪ و ۲۰۰٪ و ۳۰۰٪ و استحکام کششی با افزایش درصد نانوذره‌های سیلیکا افزایش یافته است. این پدیده را می‌توان هم به ادامه یافتن واکنش پخت و افزایش چگالی پیوندهای عرضی و هم به بهبود مورفولوژی و پراکنش صفحه‌های فیلر در ماتریس نسبت داد. در این حالت زنجیرهای پلیمر بسیار بالاتر از دمای T_g خود هستند و می‌توانند به آزادی حرکت کنند و مورفولوژی خود را تغییر دهند. در صورت تمایل ترمودینامیکی ماتریس و فیلر به یکدیگر، احتمال نفوذ زنجیرها به داخل آن و پراکنندگی بهتر آن‌ها وجود دارد. با افزایش نانوذره‌ها، ابتدا از دیاد طول در نقطه‌ی شکست افزایش و سپس مقداری کاهش می‌یابد، که به‌رحال از مقدار اولیه بیشتر است. این امر ناشی از افزایش قطبیت و برهمکنش بین زنجیرهاست.

جدول ۵- جدول میزان استحکام کششی آمیزه‌های مورد مطالعه با درصد‌های مختلف نانوسیلیکا

نمونه‌ها	Mod 300% (kgf/cm ²)	Tensile St. (kgf/cm ²)
A	۹۱,۴۷	۱۲۰,۶
B	۹۶,۶۷	۱۲۴,۴
C	۹۷,۲۳	۱۲۶,۷
D	۹۸,۱	۱۲۸,۰

با توجه به جدول (۶) با افزایش میزان نرات نانو، مدول اتلاف و مدول ذخیره افزایش می‌یابد. این پدیده بیانگر رفتار شبه جامد نمونه‌ها به علت حضور توده‌ی فیلر با تشکیل شبکه‌های سه‌بعدی در سراسر نمونه است. میزان افزایش مدول ذخیره بیشتر از مدول اتلاف است، که باعث کاهش $Tan \delta$ می‌شود. فاکتور اتلاف $\Delta(Tan \delta)$ با دستگاه رئومتر MDR 2000 مطابق استاندارد D2084 در دمای ۱۸۵ درجه‌ی سانتی‌گراد و مدت‌زمان ۳ دقیقه اندازه‌گیری شد.

آزمون، تعداد سیکل تنش برای شکست، نرم شدگی یا کاهش سفتی نمونه‌های مورد آزمون است، جدول (۱۰).

نتیجه‌گیری

با توجه به نتایج آزمون‌های انجام‌شده در این پروژه، به این نتیجه رسیدیم که با افزودن نانوسیلیکا، می‌توان با استفاده از تنها ۵ درصد نانوزره‌های با نسبت ابعادی ۱۵۰، عبور دهی کوچک مولکول را تا میزان ۲۰ درصد مقدار اولیه (بدون نانوزره) کاهش داد. با افزایش درصد نانوزره‌های سیلیکا، خواص مکانیکی از قبیل مدول الاستیک و استحکام کششی افزایش یافت. $\tan \delta$ کاهش و میزان پراکندگی یکسان صفحه‌های سیلیکا در ماتریس پلیمر افزایش یافت. مقاومت سایشی و میزان مقاومت در برابر خستگی افزایش و جهندگی کاهش پیدا کرد. با توجه به نتایج آزمون‌های مختلف، می‌توان نتیجه گرفت در ترکیب آمیزه‌های CIIR / NR و ۵ پارت نانو سیلیکا، به خواص بهینه رسیده‌ایم. به‌طورکلی بهترین نتیجه در این پروژه، میزان افزایش ۵ درصد نرات نانوسیلیکاست.

مقاومت در برابر خستگی مساوی‌ست با تعداد سیکل‌های یک تنش دینامیکی (خمشی - کششی) مشخص که نمونه توانایی دارد بدون ترک‌خوردگی یا پاره شدن، آن را تحمل کند. مقاومت در برابر خستگی به عوامل محیطی مثل دما، اکسیژن و تغییر شکل شیمیایی مانند کریستاله شدن، و مقدار قابل‌توجهی به چگالی پیوندهای عرضی و نوع این پیوندها بستگی دارد.

جدول ۱۰- جدول میزان خستگی نمونه‌های مورد مطالعه با درصدهای مختلف نانوسیلیکا

نمونه‌ها	Fatigue (Cycles 100)
A	۶۵۰
B	۷۰۰
C	۷۵۰
D	۸۰۰

این دستگاه، آزمون خستگی خمشی را روی نمونه‌های مسطح استاندارد با تنش وارده در دامنه‌ی ثابت انجام می‌دهد. این آزمون شامل اندازه‌گیری توانایی مقاومت آمیزه در برابر تخریب و ترک‌خوردگی در نتیجه‌ی تنش‌های متناوب است. گزارش نتیجه‌ی

مراجع

- Gu Z., Song G., and Liu W., Preparation and Properties Of SBR/organo-bentonite Nanocomposite Prepared from Latex Dispersion, Apple, Caly Sci., 46, 241-244, 2009.
- Acharya H, Pramanik M, Srivastava S.K. and Bhowmick A.K, J.A.P Sci., Vol 93, 2429-2436 (2004)
- Bala P., Samantaray B.K., Sarivasta S.K. J.Appl. Polym sci., 92, 3583-3592, 2004.
- Liang Y., Wang Y., Zhang H., Polym testing., 24., 12-17, 2005.
- Hong Yang, Bo Li, Ke Wang, Qin Zhang, Qiang Fu., J Polym Sci 44 113-123 (2008)

۶- مقدمه‌ی بر مبانی آمیزه‌کاری و تکنولوژی لاستیک، شرکت مهندسی و تحقیقات صنایع لاستیک، چاپ نخست مهرماه ۷۵

۷- هدایت اله صادقی قاری، زهرا شکوری «بهبود کارایی آمیزه‌های کائوچوی طبیعی، کائوچوی SBR و آلیاژ NR/SBR با استفاده از نوده و سیلیکا» نشریه‌ی IRM، شماره‌ی ۶۴.

۸. ابوالقاسم کوچکی، علی عباسی، حامد افشاری، حسین شکی، عمادالدین هراتی فر، امیرحسین میردامادیان " فناوری نانو در صنعت خودرو و کاربردهای آن " چاپ نوم، تهران، دبیرخانه‌ی ستاد ویژه‌ی توسعه‌ی فناوری نانو، ۳۵-۳۶ و ۹۲-۹۵

Improvement of the Impermeability and Physical- Mechanical Properties of the Inner Liner by the Preparation of Nanocomposite / Nanosilica Based on CIIR / NR

A. Hosseini-Mehr*

Dena Tire Manufacturing Research Center

*Corresponding author Email: a.hoseinimehr@gmail.com

Received: August 2016, First Revised: August 2016, Second Revised: September 2017, Accepted: September 2017

Abstract: In this paper, the gas permeability, physical-mechanical and Rheological properties of elastomeric Was investigated that blend elastomers CIIR (80Phr) with NR (20Phr) and different percentages by weight nano silica (hydrophilic) (0%, 1%, 2.5%, and 5%) was prepared. Rheological results showed that with increasing the percentage of nano-silica particles, the time of safety (t_5) and time of curing (t_{90}) and maximum torque increased and curing rate decreased. Also, with increasing percentage of silica nanoparticles, physical- mechanical properties increased and gas permeability decreased. By studying the rheological test results, elastic modulus and tensile strength increased and $\text{Tan}\delta$ decreased.

Keywords: Nano silica (hydrophilic), Rheological properties, $\text{Tan}\delta$.