

نوآوری‌های فناوری نانو در لاستیک‌های خودرو

Observatory Nano Briefing No.23

مترجم: راحله محمدپور

محقق پسادکتری، پژوهشگر علوم و فناوری نانو، دانشگاه صنعتی شریف

نانوساختاری برای بهبود کیفیت لاستیک‌های خودرو استفاده شده است. نوآوری‌های جدید در این زمینه با تولید و تأمین نانومواد و افزودنی‌های جدید به لاستیک‌ها جهت دستیابی هر چه بیشتر به «مثلث سه‌گانه کیفیت» شامل ایمنی، طول عمر و آلودگی صوتی است. امروزه «لاستیک‌های سبز» سهم ۳۰ درصدی بازار فروش را به خود اختصاص داده‌اند و با رشد بازار خودروهای الکتریکی تقاضا برای تولید لاستیک‌هایی با مقاومت غلتش کمتر، وزن کمتر و عملکرد بهتر رو به افزایش است.

تقاضای روزافزون برای افزایش بازدهی مصرف سوخت و نیز بالارفتن سطح استانداردهای تعیین‌شده برای ایمنی، طول عمر و آلودگی صوتی برای لاستیک خودروها، که با برچسب EU لاستیک نشان داده می‌شود، منجر به آن شده است تا تولیدکنندگان لاستیک‌های خودرو بطور مستمر برای بهبود کیفیت و نیز زیست‌سازگاری محصولات خود تلاش کنند. سال‌هاست که از مواد پرکننده لاستیک‌ها نظیر کربن سیاه و سیلیکا بعنوان مواد

۱ محرک‌های تولید لاستیک‌های خودرو با کیفیت بهتر

افزایش آگاهی مصرف‌کنندگان لاستیک‌های خودرو بر لزوم زیست‌سازگاری آن‌ها و نیز افزایش فشارهای وارده بدلیل افزایش قیمت بنزین و نیز صدور قوانین دقیق برای قابل قبول بودن بازدهی مصرف سوخت - برچسب EU برای لاستیک خودرو، که باعث شده است تولیدکنندگان لاستیک‌های وسایل نقلیه متوجه بازار پرسود «لاستیک‌های سبز» شوند؛ استفاده از لاستیک‌های سبز بدلیل افزایش بازدهی مصرف سوخت می‌تواند سبب ارتقاء زیست‌سازگاری این محصول شود. از معروف‌ترین مدل‌های لاستیک سبز در حال حاضر می‌توان به Goodyear UltraGrip Ice، ContiEcoContact5، Michelin Energy Saver و Pirelli Cinturato P1 اشاره داشت.

گسترش صنعت خودروسازی سال‌هاست که در جهت دستیابی به مثلث جادویی، که هدف نهایی تولیدکنندگان خودرو است، صورت گرفته است. مثلث جادویی در صنعت لاستیک‌سازی به معنای ارتقاء عملکرد لاستیک با سه شاخص اصلی شامل موارد کاهش مقاومت غلتش برای افزایش بازدهی مصرف سوخت، افزایش مقاومت سایشی برای افزایش طول عمر لاستیک و کاهش میزان لغزش در رطوبت جهت افزایش ضریب ایمنی است. چالش اصلی که در این زمینه وجود دارد آن است که بهبود بازده مصرف سوخت با کاهش اصطکاک غلتشی عموماً منجر به کاهش ایمنی خودرو خواهد شد. عاملی که منجر به افزایش سرعت تولید محصولات نوآورانه در زمینه لاستیک‌های خودرو بوسیله کارخانه‌های تولیدکننده می‌شود، بدست آوردن برچسب استاندارد EU با هدف دستیابی به بالاترین کیفیت، که با علامت

تجاری «A» و «AA» نشان داده می‌شود، است. لاستیک‌هایی با برچسب «A» و «AA» از لحاظ مقاومت غلتش، مقاومت لغزش و آلودگی صوتی، ویژگی‌های بهتری نسبت به باقی حالات دارند. قوانین جدید از تاریخ اول نوامبر سال ۲۰۱۲ برای لاستیک همه ماشین‌های شخصی، کامیون‌های سبک‌وزن و خودروهای سنگینی که از تاریخ اول ژوئن ۲۰۱۲ ساخته شده‌اند قابل اجرا است.

این برچسب‌ها برای نشان دادن کیفیت لاستیک در سه معیار کاهش مصرف سوخت، ایمنی و کاهش آلودگی صوتی بکار برده می‌شوند. با این وجود هنوز هم عوامل مهم دیگری برای ارتقاء شرایط عملکرد لاستیک با درجه استاندارد بالا وجود دارند. این عوامل شامل موارد مختلفی نظیر مقاومت بودن خودرو هنگام رانندگی در آب، ثبات شرایط رانندگی، کاهش نیاز به رسیدگی، خوش فرمان بودن اتومبیل در جاده‌های خشک و مرطوب، دوام خودرو، عملکرد مناسب ترمز در جاده‌های خشک و قابلیت‌های ویژه خودرو در شرایط بارندگی است. در ادامه به برخی محرک‌ها برای نوآوری در صنعت لاستیک‌سازی که بوسیله مدیران این صنعت تشخیص داده شده‌اند اشاره شده است.

۱.۱ مصرف‌کننده

قابلیت فروش مستقیم به عواملی نظیر ایمنی، میزان مصرف سوخت - که متاثر از فشارهای ناشی از افزایش قیمت سوخت از یک طرف و بحران‌های اقتصادی موجود و درآمدهای کمتر افراد از طرف دیگر است - میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای و نیز درجه سازگاری با محیط‌زیست، وابسته است.

۲.۱ صنعت

جدید کمپانی Ecopia Bridgestone استفاده شده است. خواص مکانیکی لاستیک‌های خودرو با افزودن نانولوله‌های کربنی ارتقاء خواهد یافت. تحقیقات نشان می‌دهد که خواص مکانیکی لاستیک نظیر استحکام کششی تا ۶۰۰ درصد، استحکام برشی تا ۲۵۰ درصد و سختی ترکیب لاستیک تا ۷۰ درصد با افزودن نانولوله‌های کربنی در مقایسه با ترکیبات خالص استایرن-بوتادین-لاستیک^۱ بهبود خواهد یافت.

لاستیک‌هایی که خاک‌رس نانویی به آن‌ها افزوده شده بوسیله کمپانی ExxonMobil توسعه پیدا کرده و بصورت تجاری درآمده است. این محصول تا ۵۰ درصد بیشتر از لاستیک‌های هالوبوتیل توانایی محبوس نگاه داشتن هوا را دارد و به مرور زمان با نرخ کمتری کم‌باد می‌شوند.

استفاده از نانومواد به شکل برخی از انواع خاک‌رس لایه نظیر خاک‌رس Montmorillonite، بوسیله شرکت Pirelli توسعه یافته است. استفاده از این نانوساختارها منجر به ایجاد رفتار همگن و یکنواخت طولی و عرضی لاستیک خودرو می‌شود که این خاصیت باعث افزایش استحکام، افزایش پایداری خاصیت ترموپلاستیک و کاهش نرخ پوسیدگی لاستیک می‌شود.

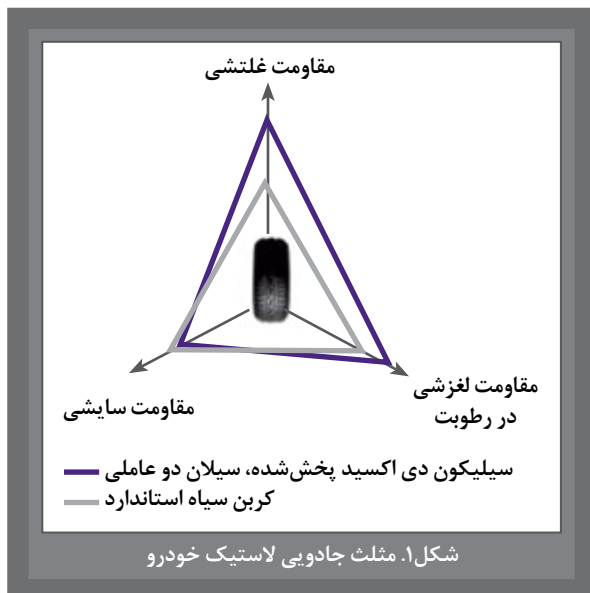
از نانومواد نظیر Polyhedral Oligomeric Silses quioxanes، اکسید آلومینیوم و اکسید سیلیکون نانوساختاری، نانوفیبرهای کربنی، گرافن و نانوذرات Poly(alkylbenzene)-Poly(diene) در صنعت لاستیک خودرو استفاده شده است.

۳ اثرات اقتصادی و صنعتی

بیشترین تمایلات در استفاده از فناوری نانو، در تولید لاستیک‌های سبز و یا لاستیک‌هایی با کارایی بالا است؛ بطوری که یک‌سوم فروش تابر مربوط به لاستیک‌های سبز است. با این وجود لزوم ایجاد خواص منحصربه‌فرد در لاستیک‌ها وجود دارد و پیش‌بینی می‌شود درصد زیادی از لاستیک‌های خودرو حداقل شامل یکی از محصولات فناوری نانو باشند.

بازار جهانی لاستیک خودرو در سال ۲۰۰۹ بالغ بر ۱۰۰ میلیارد یورو بوده است؛ از این مقدار بیشترین سود نصیب ۵ تولیدکننده اصلی این محصول شده است. ۵۰ درصد این بازار در دست کمپانی‌های Bridgestone، میشلاین، گودیر، Continental و Pirelli بوده است.

با بهبود اقتصاد جهانی در سال ۲۰۱۰، میزان فروش جهانی لاستیک خودرو افزایش یافته و طبق آمار تولیدکنندگان این محصول میزان افزایش فروش آن برای کمپانی Bridgestone، ۱۲ درصد و برای کمپانی Continental، ۲۵ درصد نسبت به سال ۲۰۰۹ افزایش داشته است. براساس پیش‌بینی گروه مطالعات بین‌المللی لاستیک انتظار می‌رود که این روند در سال ۲۰۱۱ ادامه داشته باشد و پیش‌بینی می‌شود که میزان فروش لاستیک خودروهای شخصی ۶/۱ درصد



در دسترس بودن مواد اولیه و هم‌چنین هزینه مواد خام، از جمله عوامل مهم در تولید لاستیک بشمار می‌روند. با توجه به آنکه اخیراً قیمت لاستیک طبیعی و نفت خام در حال افزایش است و بدلیل آنکه بسیاری از مواد خام لاستیک و نیز لاستیک مصنوعی از محصولات جانبی نفتی بدست می‌آیند، لذا امروزه تولید محصولات بر پایه توده‌های زیستی، تولید محصولات جدید با کاهش سهم کربن با کوچک‌سازی و نیز قابل بازیافت بودن محصولات مورد توجه زیادی قرار گرفته‌اند.

۳.۱ سیاست‌گذاری

برچسب استاندارد EU لاستیک که کنترل‌کننده بازده سوخت، ایمنی و آلودگی صوتی بشمار می‌رود، محرک اصلی برای بهبود بخشیدن به این عوامل است. با این وجود نظارتی به میزان مقاومت سایشی لاستیک در این استاندارد وجود ندارد.

۲ محصولات فعال‌شده با نانوساختارها چه ویژگی‌های جدیدی ارائه خواهند داد؟

آج لاستیک خودروهای مدرن عموماً از لاستیک طبیعی و یا مصنوعی، پرکننده‌ها-بطور مرسوم از کربن سیاه و یا سیلیکا-، افزودنی‌ها، پیونددهنده‌ها و تقویت‌کننده‌ها نظیر استیل، پوشش‌ها و یا الیاف نایلونی تشکیل شده است. هر منطقه از لاستیک باید از جنبه مختلفی مورد بررسی قرار گیرد. بعنوان مثال؛ در بدنه لاستیک مقاومت در مقابل پارگی اهمیت دارد، این درحالی است که در ناحیه آج مقاومت غلتش، مقاومت لغزش و ترمزگرفتن نیاز به نوآوری دارد. فناوری نانو بطور کاربردی در لاستیک‌های مصنوعی و در ساخت مواد شیمیایی ویژه بوسیله کمپانی LANXESS با ساخت نانوذرات لاستیک با نام تجاری Nanoprene آغاز شد.

هدف از ساخت نانولاستیک‌ها، دستیابی به مثلث جادویی با بهینه‌کردن مقاومت لغزشی در شرایط آب‌وهوایی مرطوب و نیز افزایش مقاومت سایشی بدون ایجاد تأثیرات منفی بر روی مقاومت غلتش یا عبارتی افزایش مصرف سوخت است. Nanoprene در حقیقت متشکل از ذراتی در اندازه نانومتر است که سطح این نانولاستیک‌ها از گروه‌های عاملی هیدروکسیلی پوشیده است. مالکیت فکری Nanoprene بوسیله کمپانی LANXESS ثبت شده است. این گروه‌های عاملی می‌توانند با گروه‌های قطبی در ترکیبات لاستیک نظیر سیلیکا برهم‌کنش‌های دوقطبی و یا پیوندهای هیدروژنی ایجاد کنند. با توجه به اینکه ابعاد نانوذرات پلاستیک بین ۴۰ تا ۲۰۰ نانومتر است، بنابراین دارای سطح مؤثر زیادی بوده و منجر به توزیع بهتر و اتصال محکم‌تر پرکننده‌های سیلیکونی به بستر پلیمری لاستیک می‌شوند.

انواع مختلف Nanoprene می‌تواند برای رفع نیازهای مختلف لاستیک خودرو بکار رود. بعنوان مثال در انواع مختلف لاستیک، نظیر لاستیک تابستانی یا زمستانی، لاستیک سبز یا لاستیک‌هایی با عملکرد ممتاز و یا در نواحی مختلف لاستیک مانند آج، کناره و یا لوله داخلی آن و یا لاستیک‌هایی با دمای گذار شیشه متفاوت -دمای گذار از حالت شکننده و سخت به حالت الاستیک- می‌توان از انواع مختلف Nanoprene برای بهبود عملکرد استفاده کرد. کمپانی LANXESS به‌تازگی شروع به تولید و تجاری کردن این ماده نموده است و اولین مشتری آن شرکت تابر و لاستیک Toyo است که از این ماده در ساخت تایرهای زمستانی استفاده کرده است.

استفاده از نانومواد در لاستیک ماشین شامل موارد زیر نیز خواهد بود:

■ **نانو پایه:** استفاده از ساختار نانومولکولی در انتهای کلاک قوی لاستیک منجر به بهبود خواص چرخش و چسبندگی لاستیک شده و نیز مقدار مقاومت غلتش و در نتیجه گرمای انتشار یافته را کاهش می‌دهد. از این ماده در تایر Nokian WRA3 استفاده شده است.

■ **NanoPro-Tech:** این محصول از نانوساختارهای جهت‌یافته برای کنترل خواص استفاده می‌کند. پوشش‌های مبتنی بر فناوری نانو آج لاستیک می‌توانند جهت کاهش حرارت تولید شده بکار روند. از این محصول در تایرهای مدل

و مقدار فروش لاستیک وسایل نقلیه تجاری تا ۱۱ درصد افزایش یابد. این بازار همچنان با تحقیقات بیشتر در بخش‌های تحقیق و توسعه تولیدکنندگان لاستیک با ۱/۴ میلیارد یورو سرمایه‌گذاری در بخش تحقیق و توسعه در سال ۲۰۱۰ ادامه دارد. انتظار می‌رود در سال‌های آینده بیشترین نقش فناوری نانو تا حدود ۵۰ درصد در خودروهای الکتریکی باشد. یک عامل مهم در عملکرد مناسب خودروهای الکتریکی، کاهش مقاومت غلتشی و در نتیجه کاهش مصرف سوخت است. از جمله راهکارهای پیشنهادی برای رسیدن به این هدف، بهبود توزیع پرکننده‌ها در داخل لاستیک و یا کاهش گرمای تولید در اثر اصطکاک لاستیک با سطح جاده است. موضوع مهم دیگر در این زمینه، تنظیم فشار هوای داخل لاستیک جهت بهینه کردن مصرف سوخت است. محبوس نگه داشتن هوای داخل لاستیک و عدم کم‌باد شدن آن مسأله مهم دیگری است که می‌تواند برای مصرف‌کنندگان خودرو جالب باشد. با نگاهی به حلقه تولید لاستیک خودرو متوجه خواهیم شد که بیشترین نوآوری‌ها در تولید ترکیبات جدید لاستیک و مطالعه فرآیندهای شیمیایی مربوطه است. نانومواد جدید در حال توسعه و تزریق به تأمین‌کنندگان اولیه لاستیک‌های خودرو است.

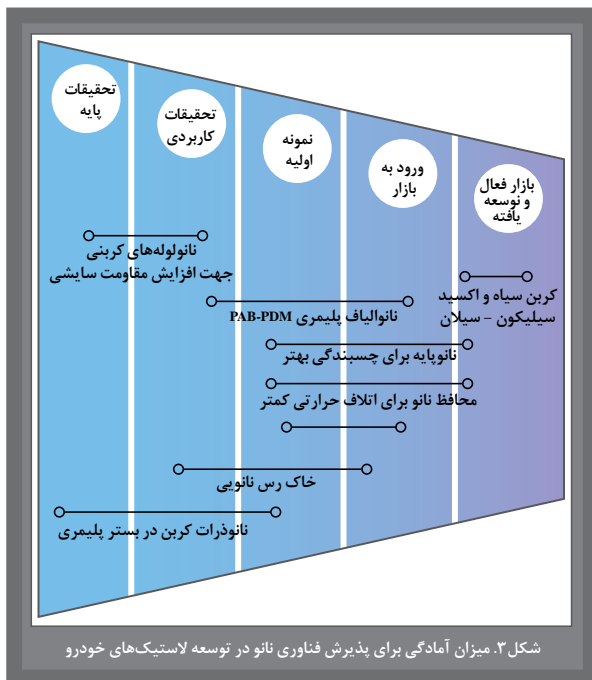
چشم‌انداز سال ۲۰۲۰ نشان‌دهنده آن است که توسعه خودروهای الکتریکی نیاز به تولید لاستیک‌های خودرو با ویژگی‌های نوین دارد. لاستیک‌های موجود باعث اتلاف ۲۰ درصدی سوخت در خودروهای مرسوم می‌شوند و در نتیجه برای کاهش مصرف سوخت نیاز به جایگزین کردن مواد سنگین با نانومواد سبک‌تر با مشخصه‌های مشابه با لاستیک‌های توسعه‌یافته است که این مسأله خود چالشی برای تولیدکنندگان لاستیک به‌شمار می‌رود و هنوز هم موضوعی حل‌نشده باقی مانده است. تاکنون مواد دارای مقاومت سایشی اندکی شناخته شده‌اند. شناخت این مواد می‌تواند باعث افزایش بازده انرژی و کاهش نیاز به رسیدگی لاستیک خودرو شود.

۴ تأثیرات بر شهروندان اروپایی

لاستیک‌های سبز اولین بار در سال ۱۹۹۰ در صنعت لاستیک معرفی شد. در این زمان مهندسان خودرو به این نتیجه رسیدند که اگر اکسید سیلیکون اصلاح‌شده با سیلان بعنوان پرکننده‌های تقویتی در ترکیبات آج لاستیک بجای پرکننده‌های مرسوم بر پایه کربن سیاه استفاده شوند، مقاومت غلتشی چرخش لاستیک کاهش خواهد یافت. ارزیابی چرخه عمر لاستیک بوسیله اتحادیه صنعت لاستیک اروپا در سال‌های ۲۰۰۱ و ۲۰۰۲ بیانگر این مطلب بود که بکارگیری لاستیک سبز اثرات منفی کمتری بر سلامتی انسان و محیط‌زیست خواهد داشت. مطالعات نشان‌دهنده این مطلب است که لاستیک‌های سبز قابلیت ترمز کردن بهتر در سطوح خیس و سطوح یخ‌زده ایجاد می‌کنند و طول خط ترمز را تا ۱۵ درصد کاهش می‌دهند.

همچنین مقاومت غلتش این لاستیک‌ها تا ۲۰ درصد در مقایسه با لاستیک‌های استاندارد معمولی کاهش می‌یابد که این اثر باعث کاهش مصرف سوخت خودرو تا ۵ درصد می‌شود. بدیهی است استفاده گسترده از این نوع لاستیک‌های سبز می‌تواند باعث صرفه‌جویی سالانه میلیون‌ها بشکه نفت و همچنین کاهش قابل توجه نشر گازهای گلخانه‌ای شود.

از آنجایی که در حدود ۲۵ درصد انتشار گازهای گلخانه‌ای بوسیله خودروها در ترافیک جاده‌ای تولید می‌شود و در حدود ۲۰ تا ۳۰ درصد مصرف خودرو تنها مربوط به لاستیک‌های خودرو است در نتیجه پیدا کردن راهکارهای مناسب برای کاهش مقاومت غلتشی می‌تواند در صنعت خودرو بسیار حائز اهمیت باشد. فناوری نانو قابلیت بهبود مقاومت غلتشی لاستیک‌ها و در نتیجه افزایش بهره



شکل ۳. میزان آمادگی برای پذیرش فناوری نانو در توسعه لاستیک‌های خودرو

مصرف سوخت خودرو را دارد.

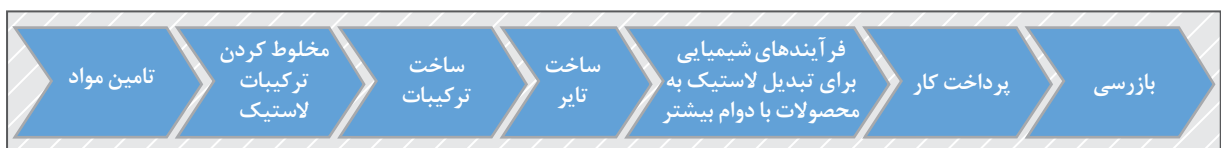
علاوه بر مسائل گفته‌شده فناوری نانو می‌تواند عملکرد ترمز و فرمان را بهبود دهد و این امر باعث ارتقاء مسأله ایمنی در خودرو خواهد شد. براساس نظر تولیدکنندگان مواد اولیه خودرو، نظیر Continental، عامل «ایمنی» هنوز هم بعنوان مهم‌ترین گزینه مطرح بوده و بر روی محصول انتخابی مصرف‌کنندگان تأثیر عمده‌ای خواهد گذاشت.

۵ چالش‌های محیط‌زیست، سلامت و ایمنی

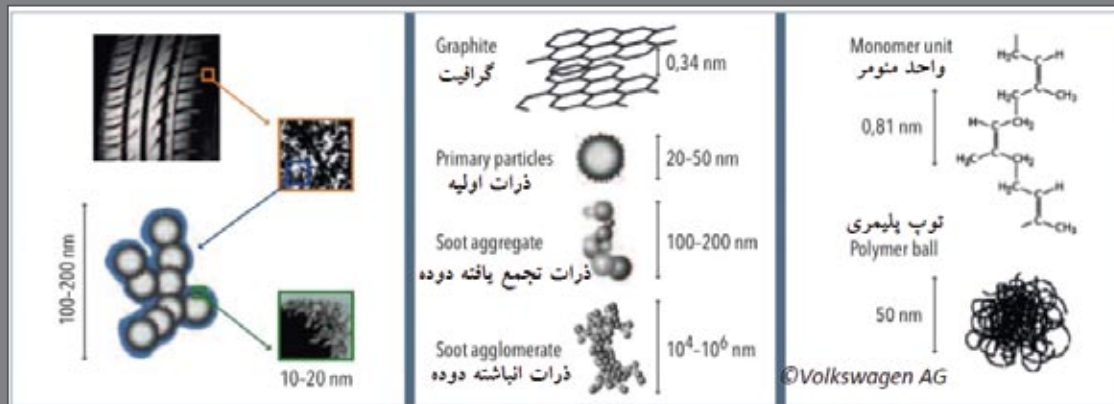
بحث استفاده از فناوری نانو در لاستیک‌های خودرو از نظر برخی از تولیدکنندگان لاستیک با اکراه بیان می‌شود. در حقیقت این تولیدکنندگان بیان می‌کنند که بیان فناوری نانو در صنعت لاستیک شاید باعث درک اشتباه در نظر اذهان عمومی شود. این نظر بدین دلیل عنوان می‌شود که اکثر پرکننده‌های تقویتی که در ساخت لاستیک‌ها بکار می‌روند را نمی‌توان جزء نانومواد بحساب آورد زیرا این ذرات در نهایت بصورت تجمع‌یافته با ابعاد بین ۰/۱ میکرومتر تا چند میکرومتر به لاستیک اضافه می‌شوند.

بر اساس نظر تولیدکنندگان لاستیک، تنها در زمان ساخت شیمیایی محصول، کربن سیاه و سیلیکا برای گذار، زمانی کوتاه به محصولات واسطه نانویی تبدیل می‌شوند و فقط در این محدوده زمانی است که واکنش شیمیایی و پیوندها بین لاستیک، پرکننده‌ها و افزودنی‌ها در مقیاس نانو صورت می‌گیرد.

بر اساس مقاله منتشر شده بوسیله اتحادیه صنعت لاستیک اروپا، بدلیل قدرت زیاد پیوند بین ذرات منفرد در یک تجمع ذرات و همچنین بین پلیمر و پرکننده‌ها در ترکیب لاستیک، نه به لحاظ فیزیکی و نه به لحاظ شیمیایی امکان آزاد شدن یک نانوذره در چرخه کاری لاستیک وجود ندارد. بنابراین انتظار نداریم که انسان‌ها و محیط‌زیست در معرض نانوذرات کربن سیاه و یا رسوب‌های سیلیکون آمورف که بعنوان پرکننده‌های تقویتی در لاستیک بکار رفته‌اند، قرار بگیرند.



شکل ۴. فرآیند تولید لاستیک خودرو



شکل ۴. طرح‌واره‌ای از سطح لاستیک در مقایسه با اجزای جزئی آن

مقدار ۱/۱۱ میلیارد دلار در مقام دوم بعد از کشور آمریکا به ۱/۵۷ میلیارد دلار رسیده است.

۷ جمع‌بندی

■ محصول لاستیک سبز خودرو با بکارگیری کربن سیاه و سیلیکون-سیلان سالهاست که وارد بازار شده و این محصول با ایجاد مقاومت غلظتی کمتر امکان افزایش بازده سوخت را فراهم می‌آورد.

■ فناوری نانو قابلیت ارتقاء عملکرد لاستیک‌های خودرو را افزایش داده و امکان رسیدن به مثلث جادویی کیفیت در سه شاخص مقاومت غلظت، طول عمر و مقاومت لغزش در رطوبت را فراهم می‌کند.

■ برچسب استاندارد جدید اروپا محرک اصلی نوآوری بوده و به مشتریان این اجازه را خواهد داد تا محصولات با کارایی بهتر از نظر بهره، ایمنی و آلودگی صوتی را خریداری کنند و در عین حال تحقیقات را در تولید محصولات بهتر تشدید می‌کند.

■ بسیاری از تولیدکنندگان محصولات اولیه خودرو نظیر Continental, Pirelli, Bridgestone و Toyo هم‌اکنون از محصولات مختلف مبتنی بر فناوری نانو برای بهبود عملکرد لاستیک‌ها استفاده می‌کنند.

■ آنچه فناوری نانو را قادر می‌سازد تا سبب بهبود کیفیت عملکرد لاستیک وسایل نقلیه شود در موارد زیر خلاصه می‌شود:

□ بهبود پخش‌شدگی پرکننده‌ها در بستر پلیمری در مقاومت غلظتی تأثیر دارد؛
□ اصطکاک را کاهش داده و نیز از گرم شدن لاستیک که خود عامل اتلاف انرژی است جلوگیری می‌کند؛

□ پوشش‌های مبتنی بر فناوری نانو قادر خواهند بود که هوا را بهتر محبوس کنند در نتیجه از کم‌باد شدن لاستیک‌ها ممانعت می‌کنند؛

□ با بهره‌گرفتن از نانومواد سبک‌تر امکان تولید لاستیک‌هایی با وزن کمتر وجود دارد؛

□ فناوری نانو امکان آب‌گریز کردن سطح لاستیک و در نتیجه عملکرد بهتر در سطوح مرطوب را فراهم می‌کند؛ و

□ امکان دستیابی به لاستیک‌هایی با طول عمر موثر بیشتر وجود دارد.

پی‌نوشت‌ها:

1. SBR

2. ERTMA

منبع:

"Nanotechnology in automotive tyres", ObservatoryNANO Briefing No.23, November 2011,

امروزه بجای استفاده از کربن سیاه و اکسید سیلیکون، نانومواد جدید در حال معرفی به صنعت لاستیک‌سازی هستند. با توجه به اینکه اندازه این ذرات کوچکتر از ۱۰۰ نانومتر است می‌توان با اطمینان از کاربرد فناوری نانو در لاستیک‌ها نام برد. برای استفاده از نانومواد نظیر Nanoprene و نانولوله‌های کربنی باید چرخه کاری آنها از زمان تولید تا زمان مصرف و دسترسی آنها تحت کنترل باشد.

نظیر سایر صنایع، زمانی که بخواهیم نانومواد را به محصولی بیافزاییم باید جوانب ایمنی را در نظر گرفته و اقدامات پیشگیرانه قبل از تولید محصول انجام شود. وظیفه کارفرما این خواهد بود تا از در معرض قرار گرفتن نیروی کار با نانوذرات جلوگیری بعمل آید و تبعات مربوط به سلامتی در نظر گرفته شود. در این حالت باید کنترل مؤثری بر امکان در معرض قرار گرفتن با نانوذرات در فرآیند ساخت صورت گیرد. برای کنترل نانوذرات و برای ممانعت از آزاد شدن آنها معمولاً فرآیندهای تولید در ظروف بسته و یا در محلول‌های مایع صورت گرفته و از آزاد شدن آنها در محیط جلوگیری می‌شود.

بطور خلاصه می‌توان گفت که مسائل مربوط به ایمنی در بکارگیری نانومواد در لاستیک‌ها شامل سلامتی و نیز محیط‌زیست خواهند بود. پتانسیل در معرض قرار گرفتن نیروی کار در ضمن ساخت لاستیک و نیز امکان آزاد شدن نانومواد به محیط در مدت استفاده با فرسایش و یا در معرض بودن وجود دارد که این مسأله می‌تواند منجر به اثرات منفی ناخواسته بر سلامت انسان‌ها و نیز محیط‌زیست شود.

۶ موقعیت رقابتی اروپا

بخش لاستیک خودرو در اروپا جزء صنایع مهم بشمار می‌رود. سه عدد از تولید کنندگان مواد اولیه لاستیک در اروپا جزء پنج تولیدکننده اصلی دنیا محسوب می‌شوند؛ کمپانی میشلین در فرانسه، Continental در آلمان و Pirelli در ایتالیا سهم ۲۵ درصدی بازار جهانی را در اختیار دارند. در اروپا ۱۲ کمپانی لاستیک، خطوط تولید متعددی در ۹۱ کارخانه در ۲۰ کشور دارند. کمپانی Evonik در آلمان و کمپانی Rhodia در فرانسه، در اروپا پایه‌گذاری شده‌اند. در این میان کمپانی لانکسس در کشور آلمان یکی از مبدعان بکارگیری فناوری نانو در لاستیک‌های خودرو بوده و با تولید محصول Nanoprene انتظار می‌رود این کمپانی در موقعیت رقابتی مناسبی در اروپا و نیز بازار جهانی قرار گرفته باشد. در خارج از اروپا نیز کمپانی‌های موفق نظیر Bridgestone در ژاپن و گودیر در آمریکا وجود دارند. آسیا سهم ۹۰ درصدی تولیدات لاستیک طبیعی را به خود اختصاص داده است. سه عدد از بزرگترین تولیدکنندگان لاستیک طبیعی در کشورهای تایلند، اندونزی و مالزی قرار دارند. در این میان، چین بعنوان یکی از بزرگترین کشورهای تولیدکننده لاستیک خودرو با بازاری رو به رشد در این محصول است. میزان سرمایه‌گذاری در فناوری نانو در کشور چین با