مطالعه برروی وارونگی آمیزه‌های لاستیکی با کمک مواد ضدوارونگی

سیمین امامی تاج الدین[۱]، سعید استاد موحد[۲]

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد شیمی پلیمر، دانشکده علوم، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران siminemami97@gmail.com

۲- دانشیار، گروه شیمی، دانشکده علوم، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران s-ostad@um.ac.ir

چکیده

وارونگی، تخریب گرمایی اتصالات عرضی سولفیدی است که سبب کاهش خواص فیزیکی آمیزه‌های لاستیکی می‌گردد و بهینه‌سازی فرآیند پخت لاستیک به دلیل پدیده‌ی وارونگی می‌باشد. ماده ضدوارونگی با ایجاد پیوندهای جدید به جای پیوندهای عرضی تخریب شده آمیزه‌های لاستیکی را در برابر تخریب گرمایی مقاوم می‌کند. آمیزه‌های لاستیکی با مقادیر متفاوتی از ماده ضدوارونگی پخت شدند، نتایج نشان داد که ماده ضدوارونگی، وارونگی لاستیک را بهبود بخشید و با افزایش مقدار ماده ضدوارونگی درصد وارونگی آمیزه‌های لاستیکی کاهش یافت. همچنین مشاهده گردید نمونه‌ای که فاقد ماده ضدوارونگی بود، دارای بیشترین درصد وارونگی بود و نمونه‌ای که بیشترین مقدار ماده ضدوارونگی را داشت، دارای کمترین درصد وارونگی بود.

کلمات کلیدی: ماده ضدوارونگی، وارونگی، آمیزه لاستیکی

The 17th National Conference
26/11/2022-(Mazandaran)
Kome elmavaran danesh
R.S. Institute
Article Code: NCCSE -95017

Indexing Accepted Articles in ***Civilica***

The 17th National Conference on New Research in Chemical Science and Engineering (Mazandaran – November - 2022)

۱- مقدمه

تاریخچه لاستیک به قرن ۱۸ ام میلادی باز میگردد که در این قرن گروهی از پژوهشگران فرانسوی صمغ درخت هوآ را به عنوان کشف جدیدی معرفی نمودند و آن را کائوچو نامیدند که امروزه به نام لاستیک طبیعی شناخته شده است. در دهه اول قرن ۱۹ ام میلادی دانشمندان زیادی از جمله چارلزگودیر و ادوین چافی در ایالات متحده بر روی بهبود خواص لاستیک کارکردند [۱،۲]. وارونگی یا شکست اتصالات عرضی در لاستیک پخت شده یکی از مشکلات و دغدغه‌های صنعت لاستیک می‌باشد. این پدیده زمانی رخ می‌دهد که محصولات لاستیکی بیش از حد پخته و یا در معرض شرایط بد عملیاتی مانند عملکرد در دمای بالا باشند. همچنین گرمای تولید شده در حین سرویس قطعه لاستیکی می‌تواند باعث وارونگی شود. به عنوان نمونه می‌توان از وارونگی ایجاد شده در لاستیک‌های موجود در تایر کامیون که برای مدت زمان طولانی بارهای سنگین و با سرعت زیاد (دمای بالا) را حمل می‌کنند، نام برد. این وارونگی خود به خود ادامه می‌یابد و سرانجام منجر به کوتاه شدن عمر لاستیک پخت شده و خرابی آن می‌شود. وارونگی، تخریب گرمایی پیوندهای عرضی است که سبب کاهش خواص فیزیکی آمیزه مانند مدول، مقاومت کششی، ازدیاد طول تا نقطه شکست، پارگی، خستگی و سایر خواص مکانیکی و دینامیکی قطعه لاستیکی می‌شود. در صنعت تایر سازی، سطح آج تایر (Tread) نزدیک‌ترین قسمت به قالب پخت بوده و بیشترین امکان برای پخت اضافه و در نتیجه ایجاد وارونگی و تخریب خواص آمیزه و کاهش عمر مفید تایر را دارد [۳،۴].

در طول سال‌ها، رویکردهای متفاوتی برای جبران یا به حداقل رساندن اثرات نامطلوب وارونگی مورد استفاده قرار گرفته‌اند که از جمله این روش‌ها پخت در دماهای پایین و در زمان‌های طولانی‌تر است که وارونگی را کاهش می‌دهد اما سبب صدمه به بهره‌وری از تولید می‌گردد. استفاده از سیستم‌های پخت موثر و نیمه موثر بدلیل ایجاد اتصالات عرضی مونوسولفیدی وارونگی را کاهش می‌دهد اما اتصالات عرضی ضعیف سبب پارگی لاستیک می‌گردد.

در این پروژه از ماده شیمیایی ضد وارونگی (پرکالینک ۹۰۰) در فرمولاسیون آمیزه‌های لاستیکی برای جلوگیری و کاهش پدیده مخرب وارونگی استفاده شد که این ماده با تاخیر در پدیده وارونگی آمیزه، پایداری گرمایی آن را بهبود می‌بخشد. همچنین

در طول واکنش پخت ابتدا غیرفعال بوده و در روند پخت لاستیک خللی وارد نمی‌کند. پس از تکمیل پخت وارد عمل شده و شکست اتصالات عرضی را به حداقل می‌رساند [۵].

۲- بخش تجربی

۲-۱ مواد و روش آزمون

چهار آمیزه‌ی لاستیکی مطابق جدول ۱ با مقادیر متفاوت از ماده ضدوارونگی (پرکالینک ۹۰۰) بر روی یک آسیاب دو غلتکی مجهز به سیستم خنک کننده، تهیه گردیدند. در ابتدا به منظور تهیه‌ی آمیزه‌های لاستیکی مورد نظر ۱۰۰ phr لاستیک به مدت ۶ دقیقه با ۶۰ phr کربن بلک و ۱۵ phr روغن مخلوط شدند و به مدت ۳ دقیقه با ۴ phr استئاریک‌اسید و ۶ phr زینک اکساید و مقادیر متفاوت از ماده ضدوارونگی (پرکالینک ۹۰۰) مخلوط شدند و سپس ۲ phr شتاب‌دهنده، ۲ phr گوگرد افزوده شدند و به مدت ۲ دقیقه مخلوط گردیدند و در انتها به مدت ۱ دقیقه شکل دهی صورت گرفت. سپس با استفاده از دستگاه رئومتر MDR منحنی رئومتری آن‌ها در مدت یک ساعت رسم گردید که در شکل ۱ مشاهده می‌گردد.

جدول ۱- فرمولاسیون آمیزه‌های لاستیکی

Compounds No.	Rubber	Carbon black	ZnO	Stearic acid	Sulfur	Accelerator	Oil	perkalink 900
۱	۱۰۰	۶۰	۶	۴	۲	۲	۱۵	۰
۲	۱۰۰	۶۰	۶	۴	۲	۲	۱۵	۱
۳	۱۰۰	۶۰	۶	۴	۲	۲	۱۵	۵
۴	۱۰۰	۶۰	۶	۴	۲	۲	۱۵	۱۰

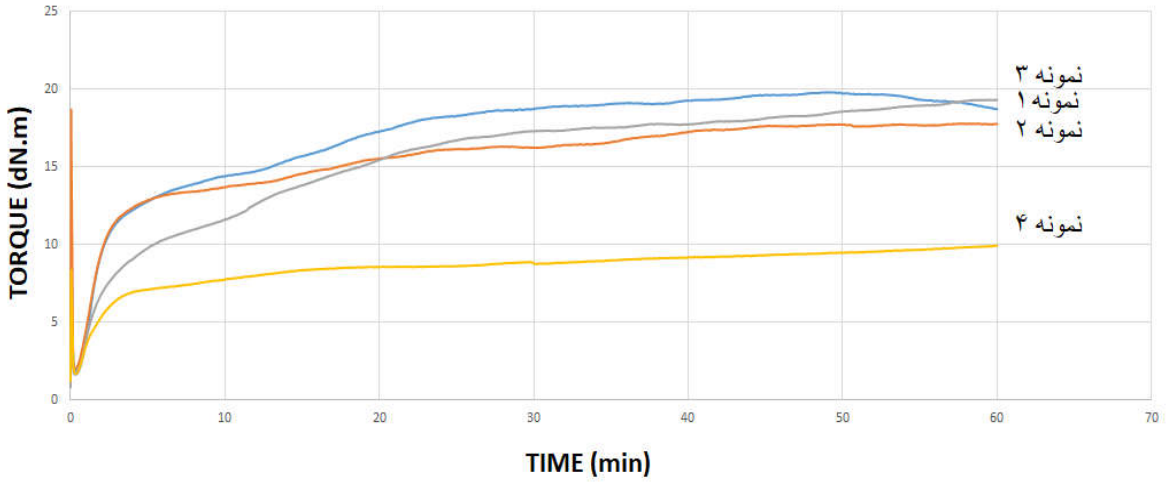
۳- نتایج و بحث

مطابق جدول ۲ و شکل ۱ مشاهده گردید، نمونه ۱ که نمونه شاهد بود و فاقد ماده ضدوارونگی است در مدت ۱ ساعت بیشترین درصد وارونگی (۵/۵۵ درصد) را داشت و در دیگر نمونه‌ها که دارای ماده ضدوارونگی بودند، درصد وارونگی آن‌ها کاهش یافت. در نمونه ۴ که دارای بیشترین مقدار ماده ضدوارونگی بود کمترین درصد وارونگی مشاهده گردید و بدین ترتیب با افزایش

مقدار ماده ضدوارونگی، درصد وارونگی کاهش یافت که این دلیل ناشی از آن می‌باشد که ماده ضدوارونگی بر اساس مکانیسم جبران پیوند عرضی عمل می‌کند در واقع اتصالات عرضی تخریب شده را با تشکیل پیوندهای عرضی که بر پایه‌ی ساختار کربن-کربن است جبران می‌کند و سبب کاهش وارونگی آمیزه‌های لاستیکی می‌گردد و بدین ترتیب سبب افزایش خواص فیزیکی آن‌ها می‌شود. و همین طور طبق جدول ۲ مشاهده گردید که زمان برشتگی لاستیک تغییر اندکی داشت یعنی ماده ضدوارونگی بر روی زمان برشتگی آمیزه‌های لاستیکی بی‌تاثیر است.

جدول ۲- نتایج تست *MDR*

Compounds No.	T s1 (m:s)	T 90 (m:s)	ΔTorque (dN.m)	Reversion٪
۱	۰:۴۸	۴۴:۰۹	۱۷/۹۶	۵/۵۵
۲	۰:۴۱	۵۲:۳۰	۱۵/۷۸	۰/۲۲
۳	۰:۴۵	۵۴:۲۶	۱۷/۶۷	۰/۱۱
۴	۰:۴۶	۵۴:۱۹	۸/۲۵	۰/۰۵



شکل ۱- منحنی رئومتری آمیزه‌های لاستیکی

۴- نتیجه گیری

نمونه شاهد با افزایش زمان پخت دچار وارونگی شده است اما استفاده از ماده ضدوارونگی در آمیزه‌های لاستیکی سبب حفظ دانسیته اتصالات عرضی می‌گردد و پدیده وارونگی را به تاخیر می‌اندازد. با افزایش مقدار آن درصد وارونگی کاهش می‌یابد که با مکانیسم جبران پیوندهای عرضی عمل می‌کند و با انجام این کار، چگالی اتصالات عرضی ولکانیزاسیون‌ها را می‌توان در طول کار بیش از حد یا در طول پیری، حفظ کرد. پیوندهای عرضی ایجاد شده با ماده ضدوارونگی نسبت به پیوندهای عرضی گوگردی، پایداری گرمایی آمیزه‌های لاستیکی را افزایش می‌دهد. پیوند های عرضی دارای ماده ضدوارونگی تمایل کمتری به پدیده وارونگی دارند. این ماده در طول واکنش پخت در دماهای پایین، ابتدا غیر فعال است و این تا زمانی است که پیوندهای عرضی حاصل از ولکانیزاسیون گوگردی شروع به وارونگی نمایند پس تاثیری بر زمان برشتگی آن‌ها ندارد. استفاده از ماده ضدوارونگی در پخت آمیزه‌های لاستیکی سبب طول عمر بیشتر و کارایی بهتر آن می‌گردد.

منابع

[۱]. Chandrasekaran, C., 2007. Essential rubber formulary: formulas for practitioners. William Andrew.

[۲]. Saputra, R., Walvekar, R., Khalid, M., Mubarak, N.M. and Sillanpää, M., 2021. Current progress in waste tire rubber devulcanization. Chemosphere, 265, p.129033.

[۳]. Leroy, E., Souid, A. and Deterre, R., 2013. A continuous kinetic model of rubber vulcanization predicting induction and reversion. Polymer Testing, 32(3), pp.575-582.

[۴]. Ignatz-Hoover, F., LP, F.A., To, B., Middlefield, O.H. and Terrill, E., 2009. Redesigning OTR Compounds With Anti-Reversion Chemistry for Reduced Heat-Build Up and Improved Performance. Rubber world, 241(2), pp.32-37.

[۵]. Datta, R.N., Huntink, N.M., Datta, S. and Talma, A.G., 2007. Rubber vulcanizates degradation and stabilization. Rubber chemistry and technology, 80(3), pp.436-480.