

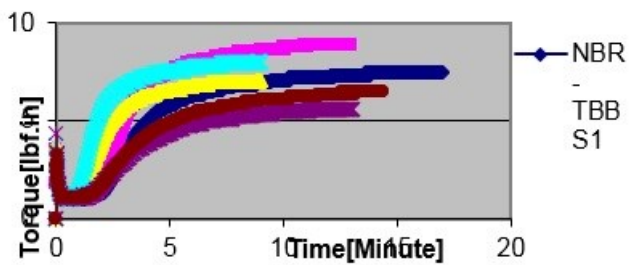


بررسی اثر نوع و مقدار شتاب دهنده بر خواص حرارتی و پیرسازی آمیزه های NBR

لایا مردانه شالقونی^{۱*}، مهدی میرزایی^۲، محمد فروغی^۳

شرکت مهندسی و تحقیقات صنایع لاستیک

*Email: Layaa.Mardanee@gmail.com



جدول ۳: مشخصات پخت و برخی خواص آمیزه‌های تهیه شده

نمونه	ML(dN/m)	MH(dN/m)	t50(min)	t90(min)	TS (mpa)	El@ TS (%)	Hardness (shore A)
NBR-TBBS1	۰/۹۷۷	۷/۴۴۸	۳:۱۰	۷:۱۹	۲۲/۵۲	۴۸۱	۵۵
NBR-TBBS2	۰/۹۷۷	۸/۹۱۳	۲:۵۱	۶:۰۳		۳۹۱	۵۷
NBR-CBS1	۰/۹۷۷	۷/۰۸۲	۱:۵۳	۴:۲۳	۲۰/۳۴	۴۵۲	۵۷
NBR-CBS2	۰/۹۷۷	۸/۰۵۹	۱:۳۳	۳:۵۶	۱۹/۲۳	۳۸۵	۵۸
NBR-MBT1	۰/۹۷۷	۵/۶۱۷	۲:۴۷	۶:۵۷	۱۹/۸۸	۵۵۰	۵۵
NBR-MBT2	۱/۰۹۹	۶/۴۷۱	۳:۰۲	۷:۴۷	۲۰/۸۷	۵۳۱	۵۵

*دمای پخت ۱۶۰ درجه سانتی گراد

جدول ۴: خواص فیزیکی مکانیکی نمونه ها

نمونه	قبل از حرارت			بعد از حرارت		
	TS (mpa)	El@ TS (%)	Hardness (shore A)	TS (mpa)	El@ TS (%)	Hardness (shore A)
NBR-TBBS1	۲۲/۵۲	۴۸۱	۵۴	۲۱/۰۳	۳۴۵	۶۳
NBR-TBBS2	۲۲/۰۶	۳۹۱	۵۷	۲۰/۴۵	۲۵۱	۶۴
NBR-CBS1	۲۰/۳۴	۴۵۲	۵۷	۱۸/۴۹	۲۷۰	۶۴
NBR-CBS2	۱۹/۲۳	۳۸۵	۵۸	۱۴/۰۱	۳۰۰	۶۵
NBR-MBT1	۱۹/۸۸	۵۵۰	۵۵	۲۱/۵۸	۲۸۸	۶۳
NBR-MBT2	۲۰/۸۷	۵۳۱	۵۵	۲۰/۱۷	۲۸۲	۶۳

نتیجه‌گیری

نتایج این پژوهش نشان داد که نوع شتاب‌دهنده نقش مهمی در فرآیند پخت و خواص مکانیکی کامپاندهای NBR دارد. CBS موجب پخت سریع‌تر و افزایش سختی شد و برای کاربردهایی که سرعت و استحکام اولیه اهمیت دارند مناسب است. TBBS بهترین تعادل میان استحکام و پایداری حرارتی را ایجاد کرد و گزینه‌ای مطلوب برای قطعاتی است که در شرایط سخت و دمای بالا استفاده می‌شوند. در مقابل، اگرچه استحکام کمتری داشت، اما انعطاف‌پذیری بیشتری ایجاد کرد و می‌تواند در کاربردهایی که کشسانی اهمیت دارد مزیت داشته باشد. در نهایت، تولیدکنندگان می‌توانند بر اساس نیازهای خاص محصول خود و با توجه به اهمیت هر یک از این خواص، شتاب‌دهنده مناسب را انتخاب کنند.

چکیده

در این پژوهش، تأثیر نوع و مقدار شتاب‌دهنده بر خواص مکانیکی و مقاومت حرارتی لاستیک NBR مورد بررسی قرار گرفته است. شتاب‌دهنده یکی از اجزای کلیدی در فرمولاسیون کامپاندهای لاستیکی است که نقش مهمی در زمان پخت و ساختار شبکه سه‌بعدی نهایی ایفا می‌کند. با توجه به کاربرد گسترده لاستیک NBR در صنایع نفت و گاز و مواجهه آن با شرایط سخت حرارتی و شیمیایی، انتخاب شتاب‌دهنده مناسب می‌تواند تأثیر چشمگیری بر دوام و عملکرد قطعات داشته باشد. در این مطالعه، سه نوع شتاب‌دهنده شامل MBT، CBS و TBBS در فرمولاسیون پایه NBR استفاده شد و نمونه‌ها تحت آزمون‌های مکانیکی شامل کشش، سختی و تست پیرسازی حرارتی در دمای بالا قرار گرفتند. نتایج نشان داد که نوع شتاب‌دهنده بر مقاومت به پیرسازی حرارتی، حفظ استحکام کششی و پایداری سختی اثرگذار است. این مطالعه می‌تواند به تولیدکنندگان داخلی کمک کند تا با انتخاب شتاب‌دهنده پهنه، عمر قطعات لاستیکی بر پایه NBR خود را در کاربردهای صنعتی افزایش داده و از هزینه‌های ناشی از خرابی زود هنگام بکاهند.

کلیدواژه‌ها: NBR، شتاب‌دهنده، پیرسازی حرارتی، خواص مکانیکی، صنایع نفت و گاز

محور مقاله: مواد اولیه و آمیزه‌سازی

مقدمه

لاستیک نیتریل بوتادین (NBR) به دلیل مقاومت مناسب در برابر روغن‌ها و سوخت‌ها، به‌طور گسترده در صنایع نفت، خودرو و هوافضا مورد استفاده قرار می‌گیرد [۱، ۵]. با این حال، یکی از چالش‌های اصلی در استفاده از NBR، تخریب خواص مکانیکی آن در اثر قرارگیری طولانی‌مدت در معرض دما و اکسیژن است [۴، ۶]. برای بهبود پایداری حرارتی و افزایش طول عمر قطعات NBR، انتخاب مناسب اجزای فرمولاسیون به‌ویژه شتاب‌دهنده‌ها بسیار حیاتی است. شتاب‌دهنده‌ها نقش کلیدی در ساختار شبکه ولکانیزه ایفا می‌کنند و می‌توانند رفتار پیری حرارتی و مکانیکی نهایی را به‌شدت تحت تأثیر قرار دهند [۲].

هدف این پژوهش، بررسی اثر نوع شتاب‌دهنده بر خواص فیزیکی-مکانیکی و مقاومت به پیری حرارتی کامپاندهای NBR برای کاربرد در محیط‌های روغنی و صنعتی است.

مواد و روش‌ها

۱-۲: مواد اولیه

در این مطالعه، از لاستیک نیتریل بوتادین (NBR) با درصد آکریلونیتریل متوسط (۳۵ درصد) به‌عنوان پلیمر پایه استفاده شد. سایر مواد شامل دوده ۳۳۰N، روغن فرآیندی پارافینی ۸۴۰، اکسید روی، اسید استناریک، آنتی‌اکسیدانت نوع ۶PPD، گوگرد و سه نوع شتاب‌دهنده مختلف بودند:

MBT (Mercapto benzo thiazole)

CBS (N-cyclohexyl-۲-benzothiazole sulfenamide)

TBBS (N-tert-butylbenzothiazole-۲-sulphenamide)

۲-۲: تهیه کامپاندها

فرمولاسیون پایه کلیه نمونه‌ها ثابت بوده و تنها نوع و مقدار شتاب‌دهنده در آن‌ها تغییر داده شد. ترکیب مواد طبق جدول ۱، در یک مخلوط‌کن داخلی (بنبوری) با کنترل دما و زمان مشخص مخلوط شدند. ترتیب افزودن به این صورت بود: NBR، سپس دوده، ZnO و استناریک اسید، آنتی‌اکسیدانت، روغن و در نهایت شتاب‌دهنده و گوگرد. نمونه‌ها در قالب‌های استاندارد در دمای ۱۶۰ درجه سانتی‌گراد تحت فشار ۱۲۵psi مناسب پخت شدند.

۳-۲: آزمون‌ها

تمامی نمونه‌ها پس از پیرسازی حرارتی در دمای ۱۰۰ °C به مدت ۷۲ ساعت مطابق استاندارد ASTM D ۵۷۳ [۳] تحت آزمون‌های زیر قرار گرفتند:

آزمون کشش مطابق استاندارد ASTM D ۴۱۲، آزمون سختی مطابق استاندارد ASTM D ۲۴۴۰، بررسی تغییرات در استحکام کششی و سختی پس از Aging برای ارزیابی مقاومت به پیری که در ادامه به بررسی آنها می‌پردازیم.

۳. نتایج و بحث

بررسی نتایج رنومتری نشان داد که نوع شتاب‌دهنده، نقش تعیین‌کننده‌ای در رفتار پخت کامپاندهای NBR ایفا می‌کند. نمونه‌های حاوی CBS در مقایسه با MBT و TBBS زمان پخت کوتاه‌تری داشتند و گشتاور نهایی بالاتری ایجاد کردند؛ این امر نشان‌دهنده تشکیل شبکه متراکم‌تر در این ترکیب است. اگرچه در منابع مرجع معمولاً CBS به‌عنوان شتاب‌دهنده‌ای با سرعت متوسط معرفی شده است [۷]، اما در این مطالعه حضور روغن فرآیندی ۸۴۰ و سیستم فعال‌کننده ZnO و اسید استناریک ممکن است موجب تسریع عملکرد CBS شده باشد.