



سایلان سبز برای امیزه های لاستیکی

سعید استاد موحد^{1*}، علی انصاری فر²

1- گروه پلیمر-دانشکده علوم-دانشگاه فردوسی
مشهد-ایران

2- دانشکده مهندسی مواد، دانشگاه لاف بورو-
انگلستان

ارائه شده در یازدهمین همایش ملی لاستیک ایران
تهران، 8-10 اسفند نود و یک

چکیده

مواد شیمیایی افزودنی جهت پخت امیزه های لاستیکی مانند اکسید روی اثرات مخربی بر محیط زیست داشته که کاهش و یا حذف هر یک از آنها از فرمولاسیون پخت جزء اولویتهای صنعت لاستیک بشمار می آید. سایلان bis(3-triethoxysilylpropyl)-tetrasulfide (TESPT) به عنوان عامل اتصال مابین ذرات سیلیکا (پرکننده) و لاستیک انتخاب گردید و سطح سیلیکا با آن اصلاح شد. امیزه های مختلف لاستیکی از لاستیک طبیعی (NR)، لاستیک پلی ایزوپرن (IR)، لاستیک پلی استایرن - بوتادین (SBR) و لاستیک نیتریک (NBR) و سیلیکا اصلاح شده با TESPT تهیه گردید. مقادیر بهینه مواد شیمیایی پخت به امیزه ها اضافه گردیده و امیزه ها پخت شدند. نتایج آزمایشات مکانیکی خواص فوق العاده امیزه های تهیه شده را نسبت به سایر امیزه های مشابه نشان دادند. کاهش قابل توجه مواد شیمیایی پخت در امیزه های تهیه شده، نقش TESPT را به عنوان سایلان سبز اثبات نمود.

واژه های کلیدی: لاستیک، سایلان، سیلیکا، نانوفیلر
محور مقاله: نانوفناور و نانوفناوری های نوین در صنعت

*سخنران s-ostad@um.ac.ir

مقدمه

استفاده از پرکننده ها به همراه مواد شیمیایی پخت جهت ولکانیزاسیون امیزه های لاستیکی و ایجاد خواص مکانیکی و دینامیکی مناسب جهت استفاده از امیزه در صنعت لاستیک ضروری میباشد [1]. از میان پرکننده ها سیلیکا به دلیل وجود گروههای قطبی بر روی سطح آن به سختی در ماتریکس لاستیک قابلیت توزیع پذیری دارد [2] بنابر این وجود عامل اتصال دوگانه (Coupling agent) که از یک طرف با پرکننده و از طرف دیگر با زنجیره پلیمر اتصالات شیمیایی ایجاد کند ضروری به نظر می رسد [3]. از طرف دیگر مواد شیمیایی افزودنی جهت پخت امیزه های لاستیکی مانند اکسید روی اثرات مخربی بر محیط زیست داشته که کاهش و یا حذف هر یک از آنها از فرمولاسیون پخت جزء اولویتهای صنعت لاستیک بشمار می آید [4].

تجربی

مواد مصرفی

لاستیکهای مورد استفاده در این پروژه عبارت بودند از لاستیک طبیعی (SMRL) لاستیک استایرن- بوتادین (SBR-1712) لاستیک پلی ایزوپرن (IR-307) لاستیک نیتریل (NBR 26% وزنی اکریلونیتریل) پرکننده مورد استفاده Coupsil 8113 ساخت شرکت Evonik آلمان بود. این پرکننده از سیلیکا رسوب شده (VN3) تشکیل گردیده که سطح
مجموعه مقالات یازدهمین همایش لاستیک ایران



آن با 11/3 % وزنی TESPT پوشانده شده است. TESPT دارای 2/5 % وزنی گوگرد در ساختمان خود می باشد. قطر ذرات پرکننده 54 - 20 نانومتر بود.

مجموعه مقالات یازدهمین همایش لاستیک ایران

اختلاط- اندازه گیری مشخصات پخت و خواص مکانیکی آمیزه های لاستیکی

آمیزه ها در یک مخلوط کن (Banbury) آزمایشگاهی تهیه شدند. 4 آمیزه لاستیکی بر اساس لاستیکهای مختلف [جدول 1] و با استفاده از مقادیر بهینه مواد شیمیائی پخت [8 - 6] تهیه گردیدند. پخت آمیزه ها در دمای 140°C و فشار 12MPa و مشخصات پخت نیز در همان دما و توسط ODR بدست آمد. سایر خواص مکانیکی بر طبق استاندارد بریتانیا اندازه گیری شد [5].

نتایج و بحث

Δ torque (جدول 2) برای NR, IR و NBR به ترتیب 81,111 و dN.m بوده که با توجه به مقادیر فوق، توزیع مناسب پرکننده در ماتریکس پلیمر را نتیجه می دهد. مقادیر فوق پخت بالا و ایجاد اتصالات شیمیائی (با توجه به عدم حضور گوگرد آزاد در فرمولاسیون آمیزه ها) مابین ذرات پرکننده و زنجیره های پلیمری را به اثبات می رسانند. جدول 3 خواص مکانیکی آمیزه های پخت شده 1-4 را نشان می دهد. مقدار مواد شیمیائی پخت برای آمیزه های NR, SBR, NBR و IR به ترتیب 9.5, 7.8, 5, 4.8 phr میباشد که به مراتب از مقدار معمول در آمیزه های متداول در صنعت لاستیک کمتر هستند و همزمان آمیزه های فوق خواص مکانیکی بهتری نشان داده اند. مدول کششی کلیه آمیزه ها با افزایش دامنه کشش افزایش یافته است. مقادیر آن از 0.73 (برای SBR و 100% دامنه کشش) تا 4.23 MPa (برای NR و 300% دامنه کشش) متغیر بوده است. سختی آمیزه ها مابین 62 (SBR) تا 80 (IR) در نوسان بوده که مقادیر بالایی میباشند. قدرت کششی با مقادیر به ترتیب 26, 28 و 37 MPa برای SBR, NBR و NR مقادیر قابل قبولی میباشند.

نتیجه گیری

استفاده از سایلان TESPT جهت اصلاح سطح سیلیکا و همچنین عامل اتصال دهنده شیمیائی مابین پرکننده و پلیمر باعث کاهش استفاده از شتاب دهنده (TBBS) و اکسید روی (ZnO) و همچنین حذف گوگرد و استئاریک اسید از فرمولاسیون پخت آمیزه های لاستیکی بدون کاهش در خواص مکانیکی آمیزه ها گردید.

مرجع

1) Byers JT, *Rubber Chemistry and Technology* 75:527(2002).

2) Wolff S, *Rubber Chemistry and Technology* 69:325(1996).

3) Wolf S, Gori U, Wang MJ, Wolff W, *European Rubber Journal* 16:9(1994).

4) *Rubber world* 236, 5, 6(2007).

مجموعه مقالات یازدهمین همایش لاستیک ایران



- 5) British Standards Institution, Physical testing of rubber: Method for determination of tensile stress strain properties. British Standard 903: Part A
- 6) S.Ostad Movahed, Ansar Yasin, Ansarifar A, Song M, *Journal of applied polymer science* 109:(2)869(2008).
- 7) S.Ostad Movahed, Ansarifar A, Song Mo, Eff, *Journal of applied polymer science* 113:(3)1868 (2009).
- 8) K. Ansar Yasin, A. Ansarifar, S. Hameed, L. Wang, *Polymers for Advanced Technologies* 22:(2)215(2011).

Table 1: Recipe for the rubber compounds

Formulation	Compound			
	1	2	3	4
SBR intol 1712	100	---	---	---
IR 307	---	100	---	---
NBR	---	---	100	---
SMRL (NR)	---	---	---	100
Silica+TESPT	58.5	58.5	58.5	58.5
Sulfur (in TESPT)	1.5	1.5	1.5	1.5
TBBS	3	7	4	6
ZnO	0.5	1	0.3	0.3
6PPD	1	1	1	1
Processing oil	5	---	---	---

Table 2: Mooney viscosity at 100 ° C and cure properties at 140 ° C

	Compound			
	1	2	3	4
Mooney viscosity (MU)	71	105	107	106
<i>ODR results</i>				
Minimum torque (dN.m)	18	26	26	26
Maximum torque (dN.m)	56	137	101	107
torque	38	111	75	81 Δ
Scorch time t _{s2} (min)	16	8	23	9
Optimum cure time t ₉₅ (min)	80	34	80	27
Cure rate index (min ⁻¹)	1.6	3.9	1.7	5.6

Table 3: Mechanical properties of the cured rubbers

	Compound			
	1	2	3	4
Hardness (Shore A)	62	80	70	75
Tensile strength (MPa)	26	17	28	37
Elongation at break (%)	1308	404	973	837
Stored energy density at break (MJ/m ³)	140	33	115	137
Tear energy (KJ/m ²)	75	17	40	58
<i>Modulus at different strain amplitudes (MPa)</i>				
Strain amplitude (%)				
100	0.73	3.0	1.8	2.23
200	0.93	3.7	2.0	3.16
300	1.17	4.3	2.5	4.23