

بررسی اثر دما و میزان بار نانو اکسیدروی بر چسبندگی آمیزه و سیم بت تاپر

محمد علی تفکری بافقی¹، لیلا قائیدی¹

1- مجتمع صنایع لاستیک یزد

tafakoryali@yahoo.com

چکیده:

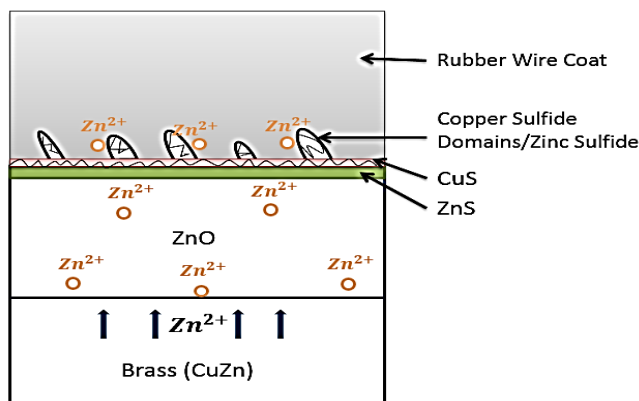
در این تحقیق تاثیر دما (100-75-50-25C) و جایگزینی نانو اکسیدروی (Nano ZnO) با اکسیدروی معمولی (ZnO) بر روی چسبندگی بین آمیزه‌ی لاستیکی و سیم بت تاپر مورد بررسی قرار گرفت. بر این اساس، نه آمیزه تهیه شدند: یک آمیزه با 8 قسمت اکسیدروی و هشت آمیزه با 6/6-4-2/2-1/8-1/4-1-0/4-0/2) قسمت نانو اکسیدروی. بر اساس نتایج، آمیزه‌سازی با 2/2 قسمت نانو اکسیدروی، حداکثر نیروی چسبندگی بین آمیزه و سیم را نشان داد. این تفاوت‌ها مربوط به میزان بار نانو، اندازه‌ی ذرات کوچک‌تر و سطح فعال بیشتر نانو اکسیدروی نسبت به اکسیدروی معمولی تفسیر شدند.

واژه‌های کلیدی: اکسیدروی، نانو اکسیدروی، چسبندگی

محور مقاله: طراحی آمیزه‌های لاستیکی با هدف تولید تاپرهای نسل جدید

مقدمه:

ناحیه‌ی بت تاپر رادیال سیمی، یک لاستیک تقویت‌شده با سیم‌های فولادی با روکش برنج (آلیاژ روی و مس) است که از مدول بالایی برخوردار است. امتیاز به کارگیری بت، کاهش در حرکات اضافی و تغییر شکل آج تاپر و در نتیجه کاهش سایش ناحیه‌ی آج است. برای آنکه بت کارایی مناسبی داشته باشد، باید آمیزه‌ی لاستیکی دارای چسبندگی خوبی به سیم باشد به طوری که با مرور زمان و زیر بارهای دینامیکی پدیده‌ی جدا شدن سیم از لاستیک رخ ندهد [1]. تمامی اجزای آمیزه در چسبندگی نقش دارند که در اینجا در رابطه با فعال‌کننده بحث می‌شود. مقدار اکسیدروی در یک آمیزه، شکل و اندازه‌ی آن در چسبندگی موثر است. تحقیقات نشان می‌دهد، اندازه‌ی ذرات بیشترین تاثیر را دارد و با کاهش اندازه‌ی ذرات چسبندگی بهبود می‌یابد. نانو ذرات اکسیدروی ذرات غیرآلی و به دلیل سطح موثر زیاد از لحاظ شیمیایی بسیار فعال هستند. استفاده از اکسیدروی به صورت نانو ذرات علاوه بر کاهش مصرف این اکسید در آمیزه موجب بهبود خواص پخت، استحکام بیشتر در ماتریس لاستیک، پایین آمدن هزینه و ولکانیزاسیون خیلی سریع می‌شود [1]. واکنش‌هایی که بیشترین اهمیت را دارند واکنش لاستیک- گوگرد- مس و واکنش لاستیک- گوگرد- شتاب‌دهنده است که به ترتیب واکنش‌های چسبندگی و پخت می‌باشند [2و3]. به عبارتی چسبندگی نوعی واکنش سولفیددار شدن است. طی فرایند پخت بخشی از گوگرد در واکنش‌های تشکیل پیوندهای عرضی و بخشی از آن در واکنش‌های سولفیددار شدن مس شرکت می‌کند [3و4]. در مرحله‌ی اولیه‌ی پخت، یون‌های روی (Zn^{2+}) به سطح نفوذ کرده و با یک لایه‌ی اکسیدروی، اکسید می‌شوند و یک لایه‌ی بسیار نازکی اکسیدمس (CuO) ایجاد می‌شود. از طریق پخت شدن، گوگرد فعال در آمیزه در تماس با مس در روکش برنج، سولفیدمس قوی (CuS) بین آمیزه و سیم شکل می‌گیرد و گره خوردن بین لاستیک و لایه‌ی سولفیدمس تعیین‌کننده‌ی چسبندگی است. واکنش این فرایندها در شکل 1 نشان داده شده است.



شکل 1- واکنش چسبندگی بین آمیزه و سیم

بخش تجربی:

مشخصات مواد مصرفی:

لاستیک طبیعی SMR20 مورد استفاده قرار گرفت. از اکسیدروی معمولی با اندازه ذرات 0.5 - 1 μ m و نانو اکسیدروی با اندازه ذرات 80 nm و سیم بت با روکش برنج (64/36% Cu/Zn) در آمیزه‌ها استفاده شد.

آمیزه‌سازی و روش‌ها:

آمیزه‌ها با استفاده از غلتک دو رول با دمای اولیه 70°C و زمان اختلاط حدود 22 دقیقه تهیه شدند. جدول 1 اجزای آمیزه‌های بت تایر را نشان می‌دهد. برای پخت کردن آمیزه از یک دستگاه پرس با شرایط دمای 160°C و زمان 10m استفاده گردید. برای تعیین چسبندگی از دستگاه Autograph Monsanto تحت شرایط دمایی 100C-75-50-25 استفاده شد.

جدول 1- اجزای آمیزه‌ها

اجزای آمیزه	A	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8
SMR20	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Zno	8	-	-	-	-	-	-	-	-
NanoZno	-	0/2	0/6	1	1/4	1/8	2/2	2/75	4
St.acid	1/4	1/4	1/4	1/4	1/4	1/4	1/4	1/4	1/4
6PPD	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Ph.resin	0/8	0/8	0/8	0/8	0/8	0/8	0/8	0/8	0/8
Carbon	50	50	50	50	50	50	50	50	50
Oil	7/7	7/7	7/7	7/7	7/7	7/7	7/7	7/7	7/7
Cobalt	1	1	1	1	1	1	1	1	1
CBS	0/7	0/7	0/7	0/7	0/7	0/7	0/7	0/7	0/7
S	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5
CTP-100	0/4	0/4	0/4	0/4	0/4	0/4	0/4	0/4	0/4

نتایج و بحث:

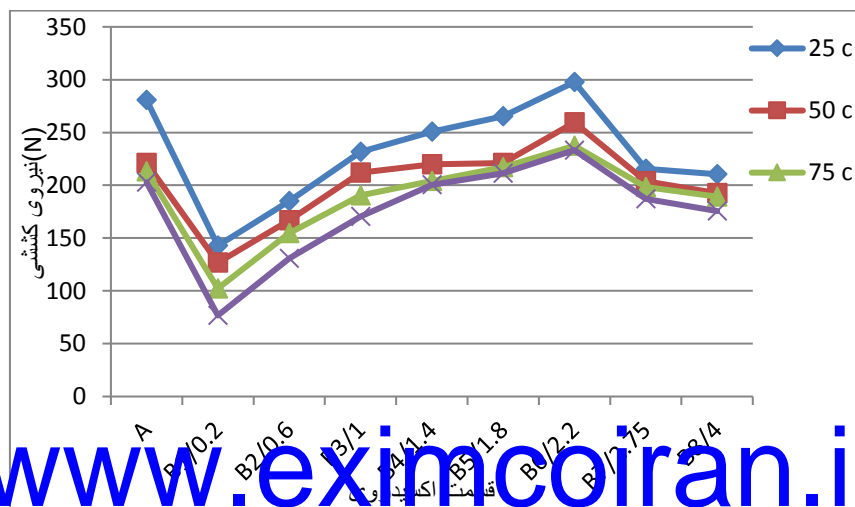
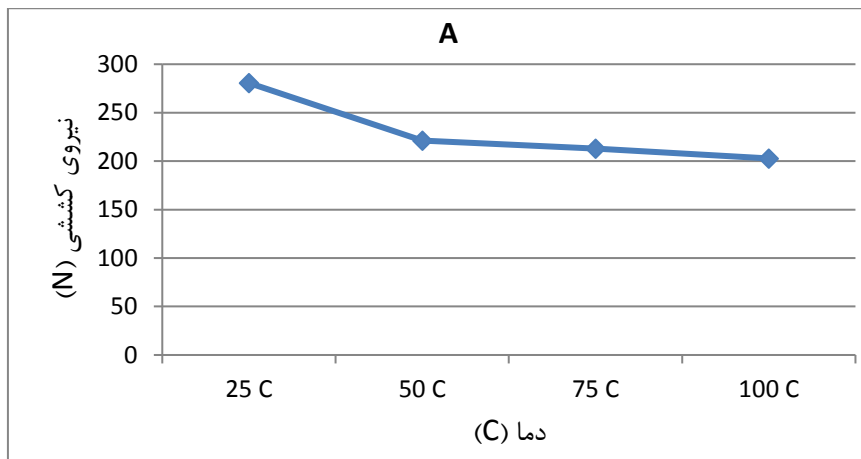
اثر دما و نانو اکسیدروی در چسبندگی مطالعه شدند. جدول 2 نتایج مربوط به نیروی کششی در دماهای 100C-75-50-25 بین سیم و آمیزه‌های پخت شده را بیان می‌کند.

نتایج آمیزه‌ی A در شکل 2 نشان می‌دهد هنگامی که دما افزایش می‌یابد، چسبندگی به علت اثرات مخرب گرما و شکستن پیوندها کاهش یافته است.

جدول 2- نتایج نیروی کششی در دماهای مختلف بین سیم و آمیزه‌های پخت شده

دما (C)	نیروی کششی (N)			
	25	50	75	100
A	280/64	221/072	213/04	202/8
B1	142/856	126/7	102/32	76/736
B2	185/063	166/857	154/78	130/725
B3	231/59	211/978	190/56	170/6
B4	250/66	219/75	204/01	200/36
B5	265/26	221/21	217/056	211/25
B6	297/72	259/5	237/32	233/311
B7	215/756	203/91	198/23	187/267
B8	210/37	192/7	189/204	175/581

شکل 2- نمودار نیروی کششی آمیزه‌ی A در دماهای مختلف



شکل 3- نمودار نیروی کششی در دماهای مختلف بین سیم و آمیزه‌های پخت شده

بر اساس نتایج جدول 2 و شکل 3 واضح است که استفاده از 2/2 قسمت نانو اکسیدروی در آمیزه‌ی (B6) بیشترین نیروی کششی در تمام دماها را نسبت به سایر آمیزه‌ها نشان می‌دهد. با توجه به نقش فعال کننده در ولکانیزاسیون لاستیک، مقدار کم نانو اکسیدروی بر روی چسبندگی موثر نیست [5] و با افزایش مقدار بالاتر از 2/2 قسمت نانو اکسیدروی، به علت افزایش یون Zn^{+2} که عاملی برای تخریب اتصالات و شکستن گوگرد می‌باشد، نیروی کششی شروع به افت کرده و در نتیجه چسبندگی کاهش می‌یابد.

نتیجه‌گیری:

- 1- 2/2 قسمت نانو اکسیدروی در آمیزه‌ی (B6) مطلوب‌ترین نیروی کششی در تمام دماها را دارد. همچنین نیروی کششی آمیزه‌ی (B6) از آمیزه‌ی (A) با 8 قسمت اکسیدروی معمولی نیز بیشتر می‌باشد.
- 2- افزایش دما در لاستیک-سیم، باعث کاهش نیروی کششی می‌شود.
- 3- میزان اکسیدروی مصرفی در آمیزه حدود 70٪ کاهش یافت که در نتیجه از لحاظ آلودگی محیط زیستی و هزینه نیز مطلوب می‌باشد.

مراجع:

- [1]. Karabi. M, Bakhshande, Gh, a Parametric Study on Rubber to Steel- Cord Adhesion for the Belt Section of Low Aspect Ratio Radial Passenger Car Tires, Iranian Journal of Polymer Science and Technology 15, 1, 2002.
- [2]. Yosomia. R, Adhesion and bonding in Composites, Marcel Dekker INC, New york, 1990.
- [3]. Van. Ooij. W. J, Mechanism and Theories of Rubber Adhesion to Steel Tire Cords, Rubber Chem Technol, 57, 3, 42, 1984.
- [4]. Ayerst. R. C, Rodger. E. R, Steel Cord Skim Compounds the Achievement and Maintenance of maximum Adhesion, Rubber Chem Technol, 45, 5, 1497, 1972.
- [5]. Roy, K, Alam. Md. N, Surface Modification of sol-gel derived Nano zno and the study of its effect on the properties of SBR nanocomposites, J Nanostruct Chem, 4, 133-142, 2014.