بررسی تاثیر فرایند شستشو بر رفتار الکتریکی پارچه‌های تاری- پودی عمل کننده به عنوان حسگرکششی

محسن شنبه*- الهه ناعم- علی آقایی- کیوان نادری
دانشگاه صنعتی اصفهان- دانشکده مهندسی نساجی-کدپستی ۸۴۱۵۶-۸۳۱۱۱

چکیده

در این تحقیق تاثیر فرایند شستشو بر خوصیات الکتریکی پارچه‌های تاری- پودی حاوی نخهای رسانا بررسی شده است. جنس نخهای رسانا پنبه/پلی استر/فولاد بوده و از آنها به همراه نخهای ویسکوز به عنوان نخ پود استفاده شد. درصد الیاف بریده فولاد در ساختمان نخ ۴۰ درصد و نمره نخ رسانا ۲۰ انگلیسی بود. پارامترهای فرایند شستشو شامل بررسی تعداد سیکلهای شستشو و همچنین تاثیر استفاده از دترجنت بود. با توجه به استفاده از این پارچه‌ها به عنوان حسگر کششی، خصوصیات الکتریکی نمونه‌ها در اثر بارهای سیکلی مورد بررسی قرارگرفت. در واقع ویژگی بارز این حسگر تغییر مقاومت الکتریکی آنها متناسب با میزان و روند تغییر طول نمونه است؛ که از این روند جهت بررسی نوع و روند تغییر شکل بخشهایی که منسوج برروی آن قرار می‌گیرد، مثل بدن انسان، استفاده می‌شود. نتایج حاصل نشان داد که فرایند شستشو تاثیر منفی و محسوسی برروی رفتار الکتریکی پارچه‌های طراحی شده به عنوان حسگرکششی با استفاده از نخهای رسانا ندارد. این ویژگی به عنوان یک پارامترمثبت این حسگرها به شمار می‌آید، به گونه‌ای که قابلیت استفاده مجددو طولانی مدت به آن می‌دهد.

واژه های کلیدی : *پارچه تاری-پودی- نخهای رسانا- بارهای سیکلی- فرایند شستشو.*

مقدمه

منسوجات برپایه الکترونیک در حال توسعه و پیشرفت می‌باشند و به ما این اجازه را می‌دهند که اطلاعات، صوت، تصویر و انرژی را بوسیله یک لباس یا منسوج انتقال‌دهیم. برای توسعه و ساخت منسوجات الکترونیک از مواد رسانایی استفاده شده که در کاربردهای دیگر غیر نساجی موفقیت‌آمیز بوده است. با توجه به اینکه تولید وسایل الکترونیکی و منسوجات دو بخش کاملاً متفاوت از صنعت می‌باشند، برای ساخت و توسعه منسوجات الکترونیک باید دو صنعت کاملاً متفاوت با هم ترکیب و مخلوط گردند. از مواد رسانایی که برای تبدیل منسوجات سنتی به یک منسوج هادی جریان الکتریکی سبک وزن و مطلوب به کار می‌روند، به الیاف فلزی و نوری، رشته های رسانا، پوشش‌های رسانا و جوهرهای رسانا می‌توان اشاره نمود.

یکی از کاربردهای مواد رسانا طراحی منسوج با استفاده از آنها و عکلمرد آن به عنوان یک حسگر می‌باشد. حسگرهایی که به لباس‌های الکترونیک متصل می‌شوند، وسایل الکترونیکی هستند که می‌توانند سیگنال‌ها و محرک‌ها را دریافت و به آنها پاسخ بدهند. حسگرها این امکان را به منسوج می‌دهند که با توجه به موقعیت و فعالیت جاری کاربر، عمل‌کند. همچنین برای نشان دادن و کنترل علائم حیاتی وقتی که این علائم از یک محدوده اطمینان بگذرد، از حسگرها می‌توان استفاده کرد.

روش‌های مختلفی جهت طراحی منسوجات الکترونیک عمل‌کننده به عنوان حسگر وجود دارد که از آن جمله به استفاده از نخهای رسانا و یا استفاده از پوششهای رسانا برروی منسوج می‌توان اشاره کرد. هرچند که طراحی منسوجات عمل کننده به عنوان حسگر سابقه زیادی ندارد ولی تحقیقات مختلفی در این زمینه صورت گرفته است[۱و۲و۳].

هدف از این تحقیق طراحی حسگرهای کششی تاری- پودی با استفاده از نخهای رسانا حاوی الیاف فولاد مخلوط شده با پنبه و پلی استر می‌باشد. سپس رفتار الکتریکی آنها در اثر بارهای دورهای بررسی شد و در نهایت تاثیر فرایند شستشو برروی خاصیت الکتریکی و حساسیت آنها بررسی گردید.

تجربیات

آماده سازی نمونه

جت تولیدحسگرهای کششی از روش بافندگی تاری- پودی استفاده شد. جنس نخهای تار پلی استر/پنبه رینگ ، نمره نخ ۳۰/۲ انگلیسی ، تراکم تاری ۳۳ در سانتیمتر و طرح بافت سرژه (۲/۱) بود. جهت ایجاد خاصیت الکتریکی از نخهای رسانای حاوی الیاف بریده فلزی فولاد با ظرافت ۸ میکرون استفاده شد. در واقع الیاف فوق با الیاف پنبه و پلی استر مخلوط شده بودند. درصد الیاف فولاد در ساختمان نخ ۴۰ درصد و دانسیته خطی نخ ۲۰ انگلیسی بود. در ادامه جهت تولید پارچه، نخهای فوق به عنوان نخ پود و در ترکیب با نخ ویسکوز به صورت یک درمیان و در تعداد های ۴ تا ۱۲ نخ استفاده شد. در مجموع ۵ نمونه مختلف تولید شد. تراکم پودی نمونه‌های بافته شده نیز ۱۴ در سانتیمتر درنظرگرفته شد. جهت بررسی تاثیر فرایند شستشو، شستشوی نمونه ها در شرایط مختلف از قبیل ۱ و ۳ بار شستشو و بااستفاده و بدون استفاده از دترجنت صورت گرفت. دمای فرایندشستشو ۶۰ درجه وزمان ششتشو یک ساعت درنظر گرفته شد. نسبت L:R، ۱به ۳۰ و یک گرم در لیتر دترجنت درنظرگرفته شد. دترجنت مورداستفاده نیز غیریونی (Serawash,Dyestar) بود.

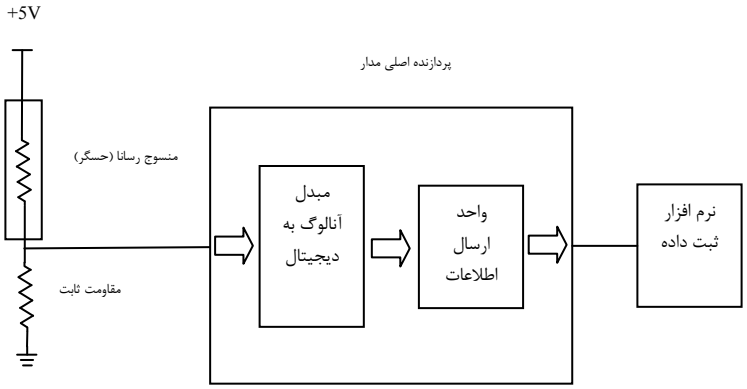
آزمایش نمونه

جهت اندازه گیری خصوصیات الکتریکی نمونه‌های طراحی شده، یک مدار الکترونیک طراحی شده ونمونه بافته شده با ابعاد مشخص به عنوان جزئی از مدار در نظرگرفته شد. در شکل ۱ نمای شماتیک سیستم طراحی شده جهت بررسی و تغییرات مقاومت الکتریکی نمونه های بافته شده در اثر تغییرطول نشان داده شده است. نمونه مور نظر با استفاده از دستگاه اندازه گیری خصوصیات کششی زوییک که با نرخ ثابت ازدیادطول کار می‌کند، تحت بارهای

*- mshanbeh@cc.iut.ac.ir

سیکلی کششی قرارگرفته و به صورت به هنگام و با قراردادن نمونه در مدارالکترونیک، تغییرات ولتاژ خروجی از نمونه به عنوان معیاری از تغییرات مقاومت نمونه در اثر تغییر طول ثبت شد. در ادامه نمودار تغییرات ولتاژ خروجی نمونه در برابر زمان رسم شد. مطابق شکل ۱، در مدار الکتریکی به دو انتهای حسگر که با یک مقاومت مناسب سری شده است، یک اختلاف پتانسیل اعمال می‌شود. بنابر قانون اهم اختلاف پتانسیل دو انتهای حسگر با مقاومت آن متناسب خواهد بود. این ولتاژ به پردازنده اصلی فرستاده می‌شود. در پردازنده اصلی مدار، ولتاژ ورودی از حالت آنالوگ به دیجیتال تبدیل می‌شود. تغییرات ولتاژ در این مدار بر اساس رابطه‌ی ۱ به‌دست می‌آید. که دراین رابطه، R_C ،مقاومت ثابت R_V ،مقاومت پارچه حاوی جزء رسانا، V_0 ولتاژ ورودی برابر۵ ولت و V_{out} ولتاژ خروجی است که اندازه گیری می‌شود.

$$V_{out} = \left(\frac{R_c}{R_V+R_c}\right)V_0 \qquad (۱)$$

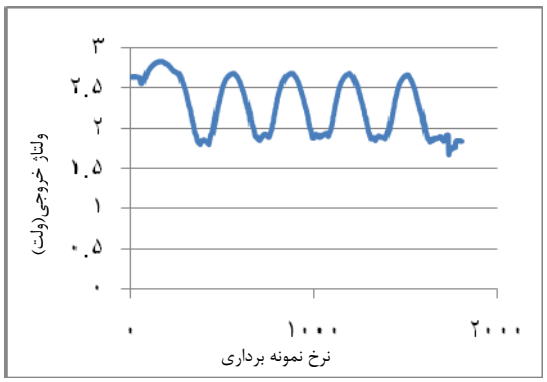


شکل۱- نمای شماتیک سیستم استفاده شده جهت ثبت تغییرات مقاومت و ولتاژ خروجی از پارچه رسانا

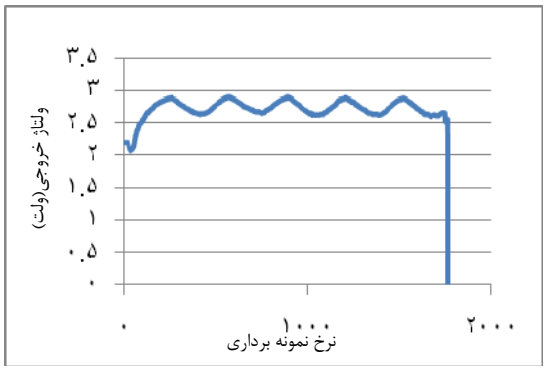
جهت تعیین شرایط اعمال بارهای سیکلی، خصوصیات کششی و به عبارتی استحکام و ازدیادطول تا حدپارگی پارچه‌های بافته شده براساس استاندارد ASTM-D2256 تعیین شد. براساس نتایج حاصل، نرخ ازدیادطول نمونه دربارهای سیکلی ۵ میلیمتر درنظرگرفته شد. سرعت اعمال بارهای سیکلی ۵۰ میلیمتر بر دقیقه و تعداد سیکل بارگذاری ۵ بار انتخاب شد.

نتایج

خصوصیات الکتریکی و تغییرات مقاومت الکتریکی نمونه های بافته شده قبل و پس از فرایند شستشو اندازه گیری و رسم شد. در شکلهای ۲-۳ روند تغییرات مقاومت الکتریکی نمونه حاوی ۱۲ نخ رسانا در جهت پود ، قبل و پس از فرایند شستشو نشان داده شده است. نتایج حاصل نشان داد که فرایند شستشو بر روی خصوصیات الکتریکی نمونه تاثیر محسوسی نداشته و منسوج رسانا همچنان در مقابل اعمال بارهای سیکلی دچار تغییرات منظم در مقدار مقاومت و به عبارت دیگر ولتاژ خروجی می‌شود. در واقع روند حاصل از تغییرات ولتاژ خروجی نسبت به زمان نشان دهنده تعداد دفعات اعمال بارهای سیکلی به نمونه است. این روند نشان دهنده قابلیت استفاده از نمونه فوق به عنوان حسگر کششی می‌باشد و عدم تغییر خواص آن پس از فرایند شستشو در حالات مختلف نشان دهنده‌ی کارایی و طول عمر آن پس از این فرایند است.



شکل۲- نمودار تغییرات ولتاژ در برابر زمان نمونه حاوی ۱۲ نخ رسانا ، قبل از شستشو



شکل۳- نمودار تغییرات ولتاژ در برابر زمان نمونه حاوی ۱۲ نخ رسانا ،بعد از ۳ بار شستشوبدون استفاده از دترجنت

نتیجه گیری

در این تحقیق تغییرات مقاومت پارچه‌های تاری- پودی بافته شده از نخهای رسانا پس از فرایند شستشو مورد بررسی قرار گرفت. جهت بررسی به هنگام مقاومت پارچه بافته شده به عنوان حسگر کششی یک مدار الکترونیک طراحی شد و منسوج رسانا جزئی از آن درنظرگرفته شد. نمونه‌های بافته شده قبل و پس از فرایند شستشو تحت بارهای سیکلی قرار گرفته و تغییرات مقاومت آنها مورد بررسی قرار گرفت. نتایج حاصل نشان داد که با استفاده از منحنی تغییرات مقاومت یا ولتاژ خروجی نمونه در بارهای سیکلی، می‌توان تعداد بارهای سیکلی اعمال شده را بررسی و شمارش کرد.

مراجع

1. Guo, L., Berglin, L.,Mattila, H.,” Textile Strain Sensors Characterization- sensitivity, linearity, stability and hysteresis”, Nordic Textile Journal, No.2(2010),pp. 51–63.
2. Guo, L., Berglin, L.,Mattila, H ., “Improvement of electro-mechanical properties of strain sensors made of elastic-conductive hybrid yarns”,Textile Research Jornal,Vol.82,No.19(2012),pp.1937-1942.
3. Schwarz, A., Kazani, I., Cuny, L., “Comparative study on the mechanical properties of elastic, electro-conductive hybrid yarns and their input materials”, Textile Research Journal, Vol.81, No.16 (2011), pp.1713-1723.