

بررسی روش‌های کنترل فرآیند الکترونانوری با استفاده از میدان‌های خارجی

نویسنده‌ها: مریم جمشیدیان^۱، محسن هادیزاده^۱، پدram پیوندی^۱، مسعود لطیفی^۲

^۱ یزد-دانشگاه یزد-مجمع فنی مهندسی -دانشکده مهندسی نساجی

Email:maryam_jamshidiyan@yahoo.com

^۲تهران- دانشگاه صنعتی امیرکبیر - دانشکده مهندسی نساجی

چکیده:

از آن جایی که الکتروریسی به عنوان بهترین روش تولید نانوالیاف تا کنون شناخته شده است لازم است که تولید وب نانوالیاف در آن به نحوی کنترل گردد. یکی از روش‌های این کنترل استفاده از میدان‌های الکترواستاتیکی و مغناطیسی خارجی در اطراف دستگاه الکتروریسی است. در این مقاله به بررسی روش‌های اصلاح شده الکتروریسی بوسیله تاثیر میدان‌های خارجی پرداخته شده است. این میدان‌ها با تاثیر بر نحوه حرکت جت و نشست نانوالیاف می‌توانند به کنترل فرآیند الکتروریسی کمک کنند.

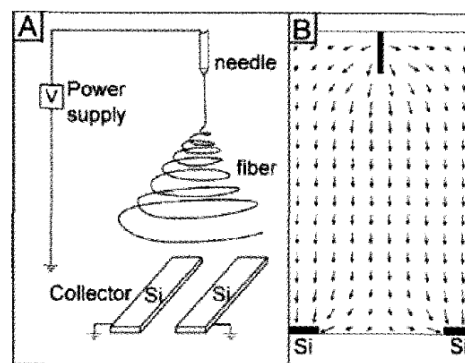
۱. مقدمه:

الکتروریسی موفقیت‌های زیادی در تکنولوژی شکل‌گیری نانوالیاف از محلول‌های پلیمری، داشته است. روش‌های مختلفی برای تولید نانو الیاف وجود دارد. اما هنگامی که به امکانات تجاری، پلیمرهای مختلف و کاربردهای تجاری آن‌ها، سادگی پروسه تولید و کاربرد آن در تکنولوژی‌های مختلف تولید، توجه شود، تولید نانو الیاف با تکنولوژی الکتروریسی، به عنوان کارآمدترین روش شناخته می‌شود [۱]. با توجه به اهمیت افزایش قابلیت الکتروریسی، لازم است بر نحوه تشکیل وب نانوالیاف که در نتیجه ته‌نشین شدن پلیمر انجماد شده بر روی صفحه جمع‌کننده می‌باشد، کنترل انجام گیرد. با بدست آوردن وب الکتروریسی شده با آرایش یافتگی کنترل شده می‌توان قابلیت کاربرد این نانوالیاف را افزایش داد [۲].

در این مقاله بنابر اهمیت ذکر شده، به روش‌های اصلاح شده الکتروریسی با استفاده از یک میدان خارجی که تا کنون ابداع شده، پرداخته شده است.

۲. مروری بر تحقیقات انجام شده

در سال‌های اخیر گروه‌های تحقیقاتی مختلفی به بررسی کنترل فرآیند الکتروریسی و بهبود خواص وب جمع‌آوری شده در آن پرداخته‌اند از جمله در تحقیق انجام شده توسط Li و همکارانش (۲۰۰۳) [۳] از دو جمع‌کننده رسانا و موازی در زیر سوزن همانند شکل ۱ استفاده کرده‌اند. همچنانکه مشاهده می‌شود خطوط میدان الکتریکی در مجاورت الکترودهای موازی به دو قسمت به سمت لبه‌های الکترودها تقسیم می‌شوند.



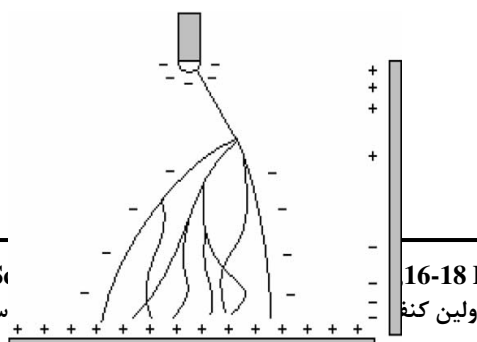
شکل ۱- (A) الکتروریسی با دو صفحه جمع‌کننده موازی، (B) خطوط میدان الکتریکی [۳]

چون می‌دانیم جریان شتابدار محلول الکتروریسی متأثر از میدان الکترواستاتیک است، بنابراین جریان شتابدار محلول در عرض شکاف بین الکترودها کشیده می‌شود، چون خطوط میدان به سمت الکترودها جذب می‌شوند. این موجب توازی خود به خود الیاف در عرض فاصله بین الکترودها می‌شود. در نتیجه حضور بارهای الکتریکی روی الیاف الکتروریسی شده و دفع متقابل بین الیاف ته‌نشین شده، توازی الیاف را زیاد می‌کند. یک مزیت این مجموعه این است که الیاف موازی شده می‌توانند براحتی از جمع‌کننده برداشته شوند.

وقتی فاصله بین الکترودها بسیار زیاد باشد، الیاف بیشتر تمایل دارند روی الکترودها بنشینند تا این که در عرض شکاف قرارگیرند. همچنین به دلیل دفع بارهای الکتریکی همنام روی الیاف، زمان جمع‌آوری نمی‌تواند بیشتر از چند دقیقه باشد، که این موضوع از معایب این روش است.

همکارانش (۲۰۰۷) [۴] از یک رسانای باردار خارجی برای

Kong و

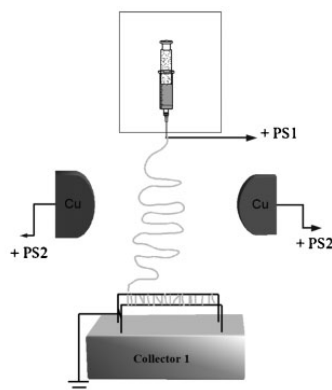


تعیین مسیر جت استفاده شده است. شکل ۲ دیگرام شماتیکی از توزیع بار که از افزودن یک رسانای خارجی انتظار می‌رود را نشان می‌دهد. قسمت بالایی صفحه با بار مثبت و قسمت پایینی آن با بار منفی بوسیله اثر الکترودهای باردار (نوک و جمع کننده) باردار شده‌اند.

شکل ۲- تصویر توزیع بار مورد انتظار با افزودن یک رسانای خارجی [۴]

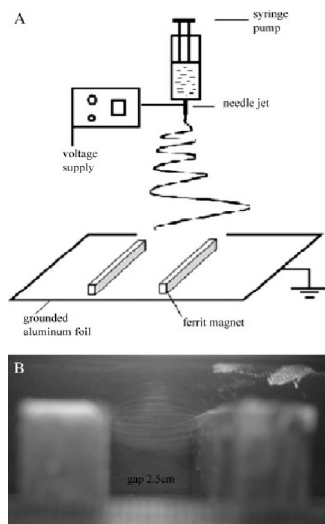
رسانا در نزدیک میدان الکتریکی، مسیر جت الکترورسی را تحت تأثیر قرار می‌دهد. جت باردار منفی بوسیله قسمت بالایی رسانا که بار مثبت دارد، جذب می‌شود، و توسط قسمت پایینی رسانا که بار منفی دارد دفع می‌شود. که این امر سبب می‌شود مساحت وب ته- نشین شده کاهش یافته و وب نانوالیاف در محدوده قابل کنترلی جمع‌آوری گردد.

Acharya و همکارانش (۲۰۰۸) [۵] برای تولید نانو الیاف منظم بوسیله الکترورسی روشی مبتنی بر استفاده از یک جفت میدان الکتریکی، پیشنهاد کرده‌اند. آن‌ها اذعان داشتند که با بکاربردن میدان الکتریکی دیگر بطور عمود بر میدان اولی، کنترل آرایش یافتگی الیاف بر روی جمع‌کننده حاصل می‌شود. در بهترین روش میدان دوتایی (از لحاظ نظم در نانوالیاف تولیدی) از ترکیب دو الکتروود و یک جمع‌کننده دوران‌کننده استفاده شده است. الیاف منظم شده به کمک میدان دوتایی آرایش بهتری را نسبت به الیافی که تحت یک میدان اما با دیگر شرایط یکسان تولید شده، نشان داده‌اند. در شکل ۳ نمای شماتیکی از الکترورسی با دو میدان الکتریکی عمود برهم نشان داده شده است.



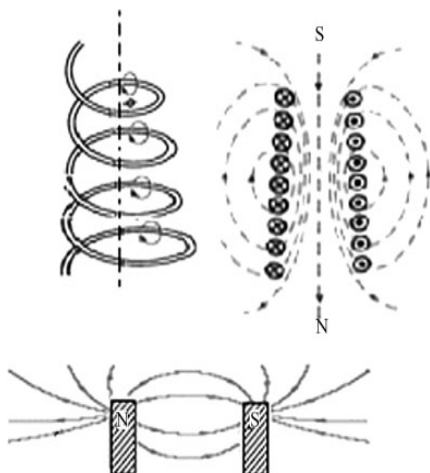
شکل ۳- نمای شماتیکی از الکترورسی با دو میدان الکتریکی عمود برهم [۵]

Yang و همکارانش (۲۰۰۸) [۶] تکنیک جدیدی برای الکتروریسی بمنظور ایجاد نانوالیافی منظم شده در یک جهت، ارائه نموده‌اند. در تحقیق آن‌ها، نانوالیاف PEO در طول محور نانوالیاف بین دو تیغه آهن‌ربای نارسانای فریت منظم شده‌اند. شکل ۴ نمای شماتیکی از دستگاه الکتروریسی مذکور را نشان می‌دهد. این دستگاه از لحاظ اصول همان شکل متداول را دارد به جز جمع‌کننده مجهز به دو نوار مغناطیسی فریت که توسط شکافی از هم مجزا شده‌اند. پهنای شکاف می‌تواند بین چند میلیمتر تا چند سانتیمتر متغیر باشد. تصاویر بخوبی نشان می‌دهند که نانوالیاف PEO به صورت یک جهته در پهنای شکاف در طول محورشان که عمود بر لبه شکاف است، نظم یافته‌اند.



شکل ۴- (A) نمای شماتیکی از الیاف منظم جمع‌آوری شده. (B) عکس دیجیتالی از جمع‌کننده با آهن‌رباهای موازی به همراه الیاف منظم شده [۶]

جت الکتروریسی مانند سلونوئید الکتریکی در حین الکتروریسی می‌باشد تمام دوران‌های آن می‌تواند یک میدان مغناطیسی ایجاد کند، که جهت این میدان در شکل ۵ توسط خطوط پیکاندار نشان داده شده است.



شکل ۵- تحلیل عملکرد نانوالیاف باردار منظم شده در راستای میدان مغناطیسی [۶]

هنگامی که الیاف الکترورسی شده به صفحه جمع کننده، تحت یک جفت نوار مغناطیسی فریت، نزدیک می شوند اثر متقابل بین میدان مغناطیسی ایجاد شده توسط الیاف و میدان مغناطیسی جمع کننده باعث می شود به الیاف نیرویی وارد شود که آن ها را در طول میدان مغناطیسی منظم کند.

۳. بحث و نتیجه گیری:

جت الکترورسی در مسیر خود با ناپایداری خمشی مواجه است که برای بهبود فرآیند الکترورسی بایستی بتوان بنحوی بر این ناپایداری غلبه نمود. در این راستا مطالعات و تحقیقات مختلفی در سال های اخیر صورت گرفته که همگی در راستای آرایش دادن نانوالیاف جمع آوری شده به نحو مطلوب و نیز کنترل بر نحوه نشست وب نانوالیاف می باشد که البته هر کدام از این روش ها معایب و مزایایی به همراه دارند.

۴. منابع:

1. Kadomae, Y, Taniguchi, T, Sugimoto, Koyama, K, "Effect of electric current on Beads formation in Electrospinning of Poly(vinylalcohol)", *ckpmac7.yz.yamagatau.ac.j, Conference 2006, No 634*
2. Cengiz. F, Krucińska. I, Gliścińska. E Chrzanowski. M, Göktepe. F "Comparative Analysis of Various Electrospinning Methods of Nanofibre Formation", *FIBRES & TEXTILES in Eastern Europe, 72 (2009) 13-19*
3. Li, D, Herricks, T. Xia, Y, "magnetic nanofibers of nickel ferrite prepared by electrospinning", *Appl. phy let. 83, 22, (2003) 4586-4588*
4. Kong C.S, Lee T.H, Lee S.H, Kim H.S, "Nano-web formation by the electrospinning at various electric Fields", *Mater. Sci 42(2007) 8106-8112*
5. Acharya. M, Arumugam. G.K, A. Heiden. P "Dual Electric Field Induced Alignment of Electrospun Nanofibers", *Macromol. Mater. Eng. 293(2008) 666-674*
6. Yang D, Zhang J, Zhang J, Nie J, "Aligned Electrospun Nanofibers Induced by Magnetic Field", *Journal of Applied Polymer Science Vol. 110, (2008) 3368-3372*