

معرفی سازندگان تجهیزات فناوری نانو در کشور؛ آشنایی با شرکت فناوران نانومقیاس، سازنده دستگاه الکتروریس

در گزارش‌های کوتاهی، که به بررسی مختصری از فعالیت‌های شرکت به صورت کلی و سپس به معرفی تجهیزات ساخته‌شده توسط آن شرکت اختصاص دارد، معرفی شدند. در این شماره از مجله، به معرفی دستگاه‌های الکتروریس ساخته‌شده توسط شرکت فناوران نانومقیاس پرداخته شده است.

ماهنامه فناوری نانو با هدف معرفی توانمندی تجهیزات سازان داخلی در زمینه فناوری نانو، معرفی شرکت‌های سازنده تجهیزات در زمینه این فناوری را در دستور کار خود قرار داده است. بر این اساس از ماهنامه شماره ۱۶۳، شرکت‌های تجهیزات ساز داخلی فعال در زمینه فناوری نانو و همچنین برخی از محصولات آن‌ها

۱ مقدمه

از ۱۰۰ نوع ماده پلیمری، کوپلیمری، و مواد کامپوزیتی توسط این فرآیند با موفقیت به نانوالیاف تبدیل شده‌است. قطر الیاف نانو به پارامترهای مختلفی مانند غلظت پلیمر، ولتاژ الکتریکی اعمال‌شده، فاصله، دبی، دما، رطوبت محیط، ویسکوزیته، قطر سوزن و نوع جمع‌کننده بستگی دارد. لایه‌ای که توسط نانوالیاف تولید می‌شود دارای خواص متمایز نسبت به سایر بافت‌ها است. زیرا با کمترین جرم بیشترین میزان لایه و سطح تولید شده است. بطوریکه تنها با یک گرم پلیمر می‌توان ۳۲۰۰۰ کیلومتر الیاف

بطور کلی چندین روش برای تولید نانوالیاف وجود دارد که برخی از آنها شامل روش کشش، جداسازی الیاف چندجزئی، روش قالب، دمش، جدایش فازی، خودآرایی ماکرومولکول‌ها، الکتروریسی و غیره است. ریسندگی الکتریکی (الکتروریسی)، روشی برای تولید الیاف پلیمری با قطر زیر نانومتری است. در این روش هم از محلول مذاب و هم محلول پلیمری می‌توان استفاده کرد. فرآیند الکتروریسی از لحاظ سرعت تولید، تنوع، پیوستگی، سادگی، هزینه و تجاری‌سازی بر سایر روش‌ها ارجح‌تر است. تاکنون بیش

زمانی که قطر مواد فیبری پلیمری از میکرومتر به زیرمیکرون یا نانومتر کاهش پیدا می‌کند، خصوصیات جالب توجهی در آنها ظاهر می‌شود که از جمله آن می‌توان به نسبت بزرگ سطح به حجم، قابلیت انعطاف‌پذیری در گروه‌های عاملی سطحی و عملکرد مکانیکی عالی مانند سختی و قدرت کشسانی اشاره کرد. این ویژگی‌های برجسته، نانوفیبرهای پلیمری را بعنوان نامزدهای مهم و مناسب برای کاربردهای ویژه معرفی می‌کند.

۱۰۰ نانومتری تولید کرد. بنابراین براحتی می‌توان به اهمیت استفاده از نانوالیاف در کاربردهایی نظیر فیلتراسیون، لباس‌های محافظ، غشاءها، پایه‌های کاتالیست و نیز داربست‌های مهندسی بافت پی‌برد. نانو الیاف معدنی در زیست فیلتراسیون برای آلودگی‌زدایی به کار می‌رود. علاوه بر این از آنجایی که در فرآیندهای الکتروریسی امکان اضافه کردن بسیاری از مواد به محلول الکتروریسی وجود دارد بنابراین می‌توان انواع نانوالیاف عامل‌دار را جهت کاربردهای ویژه طراحی کرد. با تغییر شرایط عملیاتی و یا فرآیندی و نیز افزودن برخی تجهیزات به سامانه‌های الکتروریسی می‌توان انواع نانوالیاف

را تولید کرد که در این زمینه می‌توان به مواردی چون نانوالیاف آرایش‌یافته، نانوالیاف بافته‌شده، نانوالیاف هیبریدی دو یا چندجزئی، نانوالیاف هسته-پوسته، نانوالیاف سرامیکی، نانوالیاف توخالی، نانوالیاف نواری شکل، نانوالیاف متشکل از دانه‌های تسبیح و نانوالیاف متخلخل اشاره داشت. امروزه نانوالیاف به عنوان یکی از مهمترین محصولات فناوری نانو در بسیاری از حوزه‌ها به‌ویژه در حوزه‌های پزشکی، دارویی و بهداشتی همچون مهندسی بافت، ماسک‌ها و فیلترهای پزشکی، پوشش‌های زخم، سامانه‌های کنترل شده رهش و صنعتی شامل صنایع دفاعی و امنیتی، صنایع جداسازی و فیلتراسیون،

صنایع شیمیایی، صنایع رنگ و پوشش، صنایع نساجی، صنایع نفت، گاز و پتروشیمی، صنایع هوافضا، صنایع خودروسازی، صنایع ساختمان، صنایع غذایی، فناوری اطلاعات و ارتباطات، تولید و ذخیره‌سازی انرژی و نیز بهینه‌سازی مصرف انرژی، صنایع نانوکامپوزیت و نانوالیاف کربن، انواع حسگرهای زیستی و شیمیایی، حوزه‌های مرتبط با زیست‌فناوری، محیط زیست، کشاورزی و غیره کاربردهای زیادی پیدا کرده‌اند. در این راستا و برای تحقیق و تولید در زمینه نانوفیبرهای پلیمری با اهداف گوناگون، طرح تولید سیستم‌های الکتروریسی با هدف دستیابی جامعه علمی و صنعتی کشور به این

۱.۴ الکتروریسی نازل‌دار آزمایشگاهی

این دستگاه شامل یک محفظه فلزی اصلی است که درون آن، دیگر اجزای دستگاه شامل پمپ سرنگی، سیستم جمع‌کننده و منبع تأمین اختلاف پتانسیل قرار گرفته است. شرکت فناوران نانومقیاس دستگاه الکتروریسی نازل‌دار خود را به دوشکل متفاوت یکی با قابلیت اتصال به رایانه و دیگری با قابلیت کنترل توسط پنل برای کنترل پارامترهای الکتروریسندگی ارائه کرده است. انعطاف‌پذیری و کاربرد وسیع، امکان استفاده جهت الکتروریسی پلیمرها و ترکیبات مختلف، فرایند آسان و مقرون به صرفه و عملیات آسان و استفاده راحت از جمله ویژگی‌های این دستگاه محسوب می‌شود. ویژگی‌های فنی دستگاه الکتروریسی نازل‌دار آزمایشگاهی این شرکت در جدول مقابل عنوان شده است.

ویژگی‌های دستگاه الکتروریسی نازل‌دار آزمایشگاهی شرکت فناوران نانومقیاس

مشخصات	نام تجهیزات/شاخص‌ها
ابعاد	۶۰×۷۰×۷۰ سانتی‌متر
وزن	حداکثر ۵۰ کیلوگرم
نیروی برق	برق تک فاز ۲۴۰-۲۲۰ ولت با فرکانس ۵۰/۶۰ هرتز
ریسندها	از ۲ نازل تا ۶ نازل
فاصله کار الکتروریسندگی	۲۰-۵ سانتی‌متر
سرعت روبش ریسنده	۰-۳۰ mm/s
محدوده حرکت	۰-۳۰ سانتی‌متر
پمپ سرنگی	۱۰ میکرولیتر تا ۱۰۰۰ میلی‌لیتر در ساعت
سیستم جمع‌کننده	طول درام ۳۰ سانتی‌متر قطر درام ۱۰ سانتی‌متر
منبع تأمین اختلاف پتانسیل	۱ تا ۵۰ کیلو ولت
سیستم گرمایش	کنترل از میزان دمای اتاق تا ۵۰ درجه سانتی‌گراد
بدنه دستگاه	بدنه فلزی با فن تهویه تعبیه شده در پشت دستگاه و ۳ درب در اطراف بدنه
صفحه نمایشگر	۴ سطر و ۲۰ کاراکتر و ۱۶ کلید عملیاتی



فناوری روز دنیا در دستور کار شرکت فناوران نانومقیاس قرار گرفت.

۲. ریسندگی الکتریکی

در روش الکتروریسی یا همان ریسندگی الکتریکی پلیمرهای مختلفی از جمله پلی استیرن ریسیده شده اند که قطر آن ها در حدود چند نانومتر بوده است. در این روش محلول پلیمری توسط یک سرنگ که سر آن به یک نازل با قطر نانومتری وصل است، به طرف سطح جمع کننده مواد تزریق می شود. بین نازل و سطحی که الیاف روی آن تولید می شود، اختلاف پتانسیلی در حدود هزار ولت ایجاد می شود. این امر علاوه بر باردار کردن

محلول پلیمری و پلیمریزه کردن الیاف، سبب خارج شدن سریع پلیمر از نازل و تولید نانوالیاف پلیمری می شود.

۳. معرفی شرکت ایرانی سازنده دستگاه های الکتروریس

شرکت فناوران نانو مقیاس، با در نظر گرفتن اهمیت کاربرد نانوالیاف در صنایع گوناگون، ساخت دستگاه های الکتروریس در مدل های مختلف را در دستور کار خود قرار داده است. این شرکت توانست با بهره گیری از دانش فنی متخصصان داخلی موفق به ساخت سیستم های الکتروریسندگی در انواع مختلف بطور کاملا بومی و بدون هیچ نیازی به دانش

فنی و تجهیزات اولیه خارجی شود به گونه ای که تاکنون چندین دستگاه الکتروریس از نوع آزمایشگاهی، نیمه صنعتی و صنعتی را تولید کرده است.

۴. آشنایی با دستگاه های الکتروریس ساخت شرکت فناوران نانومقیاس

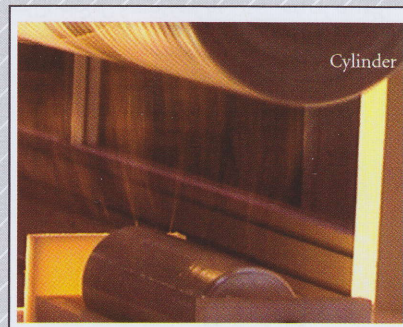
شرکت فناوران نانومقیاس سیستم های الکتروریسندگی خود را در مدل های مختلف از جمله الکتروریس نازل دار آزمایشگاهی، الکتروریس غوطه وری آزمایشگاهی، الکتروریس نیمه صنعتی و الکتروریس صنعتی تولید کرده است. در ادامه مشخصات هر یک از این دستگاه ها عنوان شده است.

۲.۴ الکتروریس غوطه وری آزمایشگاهی

در این دستگاه برخلاف الکتروریس نازلی پمپ سرنگی و نازل استفاده نمی شود. یک درام از جنس استیل در داخل حمام محلول پلیمری غوطه ور شده و با اعمال ولتاژ بالا به محلول صدها جت پلیمری (تصویر شماره ۱) از سطح درام به سمت جمع کننده ای که در بالای آن قرار دارد و دارای ولتاژ بالای مخالف است شتاب می گیرد و در نهایت لایه ای از نانوالیاف روی سطح جمع کننده (کالکتور) تشکیل می شود. ویژگی های فنی الکتروریس غوطه وری آزمایشگاهی این شرکت در جدول مقابل عنوان شده است.

ویژگی های دستگاه الکتروریس غوطه وری آزمایشگاهی شرکت فناوران نانومقیاس

مشخصات	نام تجهیزات/شاخص ها
۸۰ × ۶۵ × ۶۵ سانتی متر	ابعاد
حداکثر ۵۰ کیلوگرم	وزن
برق تک فاز ۲۴۰-۲۲۰ ولت با فرکانس ۵۰/۶۰ هرتز	نیروی برق
یک درام فولادی با کمترین میزان ناخالصی	ریسندها
طول درام ۲۰ سانتی متر	سیستم جمع کننده
قطر درام ۶ سانتی متر	
سرعت چرخش درام ۱-۱۰ rpm	
۱۵ × ۲۰ سانتی متر	صفحه متحرک جمع کن
۲۰ × ۵ سانتی متر	فاصله کار الکتروریسندگی
۰-۴۵ کیلو ولت مستقیم مثبت برای درام ۰-۴۵ کیلو ولت مستقیم منفی برای جمع کن	منبع تأمین اختلاف پتانسیل
قابل کنترل از میزان گرمای اتاق تا ۵۰ درجه سانتی گراد	سیستم گرمایش
بدنه فلزی با فن تهویه تعبیه شده در پشت دستگاه و ۳ درب در اطراف بدنه	بدنه دستگاه
۴ سطر و ۲۰ کاراکتر و ۱۶ کلید عملیاتی	صفحه نمایشگر

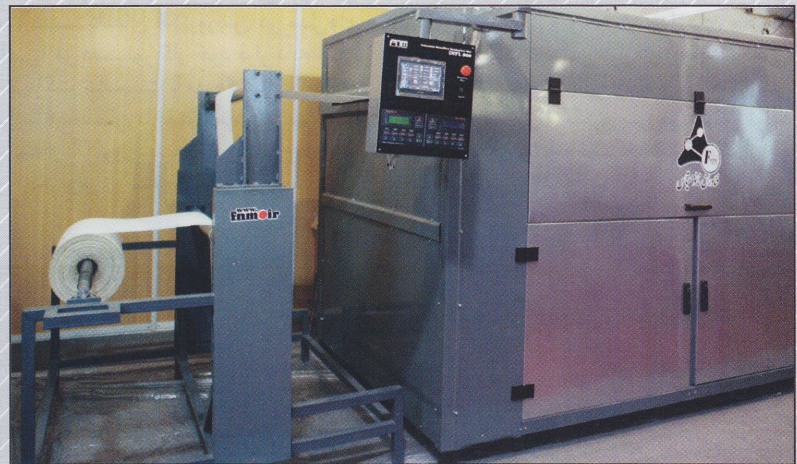


شکل ۱. نحوه ایجاد و پرتاب جت های پلیمری در دستگاه الکتروریس غوطه وری

۳.۴ دستگاه الکتروریس صنعتی

بهران فیلتر نصب و راه اندازی شده است. با استفاده از فیلترهای تولید شده با فناوری تولید نانوالیاف علاوه بر فواید زیست محیطی، کاهش هزینه توربین و زمان خواب نیروگاه‌ها می‌توان امیدوار بود تا بهره‌وری هر نیروگاه سیکل ترکیبی در حدود یک درصد افزایش پیدا کند که این خود به معنی یک میلیون مگاوات ساعت افزایش راندمان در نیروگاه‌های موجود در کشور خواهد بود. ویژگی‌های فنی دستگاه الکتروریس صنعتی در جدول زیر آورده شده است.

با استفاده از دستگاه الکتروریس صنعتی تعیین مشخصات مختلف نانوالیاف از جمله یکنواختی، ابعاد، ضخامت و میزان پوشش قابل کنترل است. همچنین انواع پلیمرهای مصنوعی، طبیعی و زیست تخریب پذیر ویا پلیمر/کامپوزیت توسط این دستگاه به نانوالیاف تبدیل می‌شوند. این دستگاه به منظور تولید فیلترهای نیروگاهی در شرکت تولیدی صنعتی



ویژگی‌های فنی دستگاه الکتروریس صنعتی شرکت فناوری نانو مقیاس

مشخصات	نام تجهیزات / شاخص‌ها	مشخصات	نام تجهیزات / شاخص‌ها
تا ۱۵۰۰ متر در ساعت	کنترل سرعت کشش	۶ تا ۸ متر	طول
سیستم PLC با امکان کنترل کلیه پارامترها رابط کاربری لمسی (HMI) کنترل مستقل نوع پلیمر مصرفی در هر واحد الکتروریسی اعمال ولتاژ مثبت و منفی به الکترودها و سیستم جمع‌کننده بصورت مستقل نمایش رطوبت داخل محفظه قابلیت دیدن داخل محفظه توسط نمایشگر سیستم‌های کنترلی ولتاژ بالا سیستم‌های کنترلی جریان مصرفی تهویه بخارات سمی حلال‌های آلی	سیستم کنترل و پائل	۱۷۰ تا ۲۱۰ سانتی‌متر	ارتفاع
حد اکثر ۲۰ آمپر	سیستم گرم‌کن محفظه	۱ تا ۲ متر	عرض
حد اکثر ۱۵ آمپر	خشک‌کن	۶۰ تا ۵۰۰ نانومتر	ابعاد نانوالیاف
کنترل، جمع‌کن و منبع ولتاژ بالا	حد اکثر ۱۵ آمپر	استیل	جنس
سیستم تهیه محلول انواع درام‌ها با ابعاد مختلف میز مخصوص انتقال وان‌ها دستگاه شستشوی وان‌ها	تجهیزات جانبی	از ۳۰ سانتی‌متر تا ۱۲۰ سانتی‌متر	طول
از ۱۵۰۰ تا ۳۰۰۰ کیلوگرم	وزن	۶ سانتی‌متر	قطر
فلزی ۳ درج و ۳ درج عقب	محفظه	۱-۱۰ دور در دقیقه	سرعت چرخش
۴ تا ۱۲ واحد	واحد الکتروریسی	دمای محیط تا ۴۵ درجه سانتی‌گراد	سیستم گرمایش
۴ صدم ۲ گرم در متر مربع	میزان پوشش الیاف	استیل	جنس
۲۲۰ ولت، تک فاز، ۶۰-۵۰ هرتز ۲۲۰ ولت، سه فاز، ۶۰-۵۰ هرتز	نیروی برق ورودی	طول واحد الکتروریسی	طول واحد الکتروریسی
		از ۳۰ تا ۱۰۰ نازل در هر واحد الکتروریسی	تعداد
		۱۰۰ میکرولیتر در ساعت تا ۲۰ میلی‌لیتر در ساعت	سرعت تزریق
		استیل	جنس
		۵ تا ۲۰ سانتی‌متر	فاصله الکتروریسی
		دارای دستگاه تامین اختلاف پتانسیل ۶۰ کیلوولت مثبت دارای دستگاه تامین اختلاف پتانسیل ۵۰ کیلوولت منفی	منبع تامین اختلاف پتانسیل

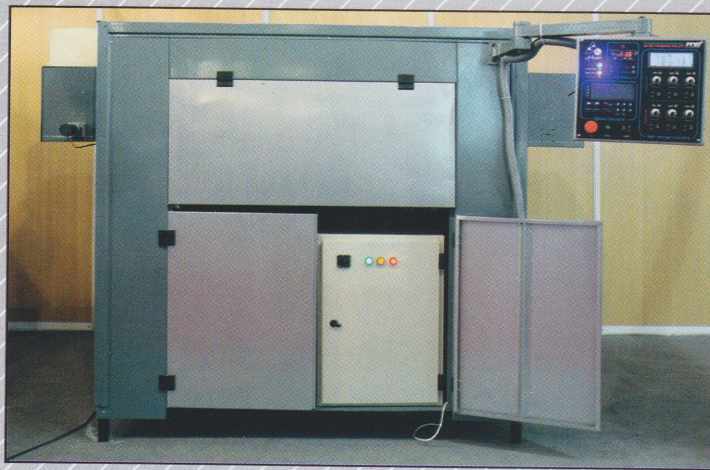
۴.۴ دستگاه الکتروورس نیمه صنعتی

همچنین دستگاه الکتروورس نیمه صنعتی این امکان را فراهم می کند تا بسیاری از انواع پلیمرهای مختلف از جمله پلیمرهای مصنوعی، طبیعی و زیست تخریب پذیر و یا پلیمر اکامپوزیت توسط این دستگاه به نانوالیاف تبدیل شوند. ویژگی های فنی دستگاه الکتروورس نیمه صنعتی در جدول زیر آورده شده است.

با استفاده از این دستگاه، پوشش انواع نانوالیاف روی سابستریت های مختلف در مقیاس صنعتی امکان پذیر است. توسط این دستگاه مشخصات مختلف نانوالیاف از جمله تخلخل، شکل، قطر، و توانایی گره دار شدن می تواند کنترل شود.

ویژگی های فنی دستگاه الکتروورس نیمه صنعتی شرکت فناوران نانومقیاس

مشخصات		نام تجهیزات/شاخص ها	مشخصات		نام تجهیزات/شاخص ها
استیل ضد اسید	جنس	سیستم جمع کننده	۱۰۰ تا ۲۰۰ سانتی متر	طول	ابعاد
۵ تا ۲۰ سانتی متر	فاصله الکتروورسی		۱۲۰ تا ۱۸۰ سانتی متر	ارتفاع	
دارای دستگاه تامین اختلاف پتانسیل ۵۰ کیلوولت مثبت	منبع تامین اختلاف پتانسیل	دارای دستگاه تامین اختلاف پتانسیل ۵۰ کیلوولت منفی	۸۰ تا ۱۲۰ سانتی متر	عرض	درام ریسنده (سیستم بدون نازل)
دارای دستگاه تامین اختلاف پتانسیل ۵۰ کیلوولت منفی			جنس	استیل	
۲۵۰ متر در ساعت	کنترل سرعت کشش	۴۰ - ۲۰ سانتی متر	قطر	۶ سانتی متر	سیستم گرمایش
کنترل نوع پلیمر مصرفی در هر واحد الکتروورسی بصورت مستقل	سیستم کنترل و پانل	۱-۱۰ دور در دقیقه	سرعت چرخش	دمای محیط تا ۴۰ درجه سانتی گراد	
اعمال ولتاژ منفی و مثبت به الکترودها و سیستم جمع کننده بصورت مستقل		قابلیت دیدن داخل محفظه توسط نمایشگر تهویه بخارات سمی حلال های آلی	۲۰ تا ۴۰ سانتی متر	جنس	استیل
۱۰۰ تا ۲۵۰ کیلوگرم	وزن		۱۰ تا ۵۰ نازل در هر واحد الکتروورسی	طول واحد الکتروورسی	تعداد
۱ تا ۴ واحد	واحد الکتروورسی	از ۱۰۰ میکرولیتر در ساعت تا ۲۰ میلی لیتر در ساعت	سرعت تزریق		
۲۲۰ ولت، تک فاز، ۵۰ تا ۶۰ هرتز	نیروی برق				



نانوی دانشگاه کاشان، دانشگاه اهواز، دانشگاه نوشیروانی بابل، دانشگاه علم و صنعت، دانشگاه صنعتی شریف، دانشگاه مالک اشتر، دانشگاه خواجه نصیر، دانشگاه سهند، انستیتو پاستور و شرکت پتروشیمی ایران به تجهیزات جانبی الکتروورسندگی شامل منابع تامین اختلاف پتانسیل، پمپ های سرنگی و سیستم جمع کننده نانوالیاف مجهز شده اند.

علوم پزشکی بوشهر، دانشگاه علوم پزشکی کرمانشاه، دانشگاه صنعتی گیلان، دانشگاه آزاد تهران جنوب، واحد علوم دارویی دانشگاه آزاد اسلامی، سازمان انرژی اتمی، مرکز تحقیقاتی درمانی نابرووری یزد و شرکت تولیدی صنعتی بهران فیلتر نصب و راه اندازی شده است. همچنین مراکز متعدد دیگری از جمله پژوهشکده

۵ مراکز مجهز به سیستم های الکتروورس ساخت شرکت فناوران نانومقیاس

در حال حاضر تجهیزات الکتروورسی شرکت فناوران نانومقیاس در دانشگاه تهران، دانشگاه علوم پزشکی تهران، دانشگاه امیرکبیر، دانشگاه تربیت مدرس، دانشگاه تبریز، دانشگاه اصفهان، دانشگاه