



# مروری بر کاربرد نانوپوشش‌های سخت و مقاوم در صنایع و ماشین‌آلات نساجی

منتشر شده توسط ستاد ویژه توسعه فناوری نانو

## ۱- مقدمه

فناوری نانو به تکنیک طراحی، توصیف، تولید و کاربرد ساختار، ابزار و سیستم‌ها در مقیاس نانو اطلاق می‌شود. این فناوری با کنترل ابعاد و ساختار ماده در دامنه ۱ تا ۱۰۰ نانومتر ویژگی‌های جدید و بی‌نظیری را به ماده می‌دهد. امروزه فناوری نانو کاربردهای گسترده‌ای در صنایع و ماشین‌آلات نساجی یافته است که به دلیل ارائه راه‌حل‌های جدید و پیشرفته جهت افزایش کیفیت محصولات و بهبود راندمان ماشین‌آلات بسیار مورد توجه می‌باشد. از این‌رو این نوشتار صرفاً به کاربردهای «فناوری نانوپوشش در صنایع و ماشین‌آلات نساجی» معطوف شده است. به‌عنوان مثال قطعات ماشین‌های بافندگی تار-پودی، حلقوی پودی و ریسندگی مانند تسمه، چرخ و گیره‌های رایپر، انواع سوزن‌ها، رینگ‌ها و شیطانک‌ها نیازمند نانوپوشش‌ها هستند.

بیش از یکصد سال است که از عملیات سطحی و استحکام‌بخشی موضعی سطح، به‌عنوان راهکاری عملی جهت بهبود عملکرد و افزایش عمر قطعات استفاده می‌شود. در دو دهه اخیر با ظهور فناوری‌های نوین، فرایندهای سنتی گذشته با این فناوری تکمیل و اصلاح شده و یا اینکه جایگزین مناسبی برای آنها معرفی شده است. برای مثال سختی و مقاومت سایشی پایین، زبری سطح بالا و مضرات زیست محیطی، در فرآیند آبکاری کروم سخت، از جمله معایب این روش است. ضمن اینکه بهبود خواص سطحی حاصل از روش‌های نوین بسیار بیشتر از فرایندهای سنتی است.

حفظ، نگهداری و تعمیرات قطعات و ماشین‌آلات صنایع نساجی در برابر سایش، خوردگی و مقاومت به ضربه از جمله موارد مهم و قابل توجه می‌باشند. در سال‌های اخیر با گسترش فناوری نانو، شرکت‌های بزرگ دنیا سعی در استفاده از این فناوری در بخش‌های مختلف این صنایع از جمله تجهیزات داشته‌اند.

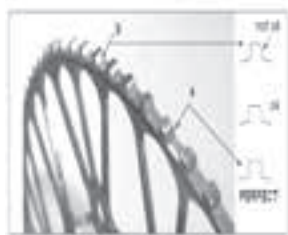
## ۲- معرفی چند چالش مهم قطعات مورد استفاده در ماشین‌آلات

### نساجی

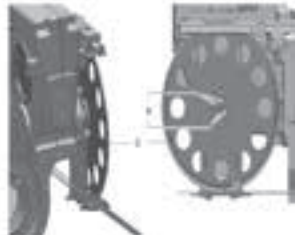
#### ۲-۱ قطعات ماشین‌های بافندگی تار پودی

##### ۲-۱-۱ چرخ رایپر

چرخ رایپر یک چرخ دنده بزرگ و سبک از جنس مواد پلیمری یا فلز آلیاژی است و وظیفه آن تماس پیدا کردن با تسمه رایپر برای ایجاد یک سیکل کامل بافندگی است. حرارت و سایش دائمی قطعات باعث بروز فرسودگی و خوردگی قطعات مخصوصاً دندانه‌های چرخ رایپر می‌گردد. قیمت این قطعات مورد استفاده در دو طرف ماشین‌آلات تقریباً ۳۰۰ یورو می‌باشد که برای تعویض آن نیاز به ۱۲ ساعت توقف دستگاه است. در دستگاه‌های بافت فرش‌های ماشینی تعداد ۴-۶ عدد از این قطعه در مدت دو سال استفاده می‌گردد که انتظار می‌رود با استفاده از فناوری نانوپوشش‌ها عمر کاری این قطعات به بیش از ۱۰ سال افزایش یابد.



دندانه خوردگی در چرخ رایپر



چرخ رایپر

##### ۲-۱-۲ تسمه رایپر

با توجه به شرایط کاری از دو نوع تسمه رایپر خشک یا نرم استفاده می‌شود. تسمه رایپرهای دارای سوراخ‌هایی در سطح خود هستند که با قرارگرفتن دنده‌های چرخ رایپر در آن‌ها، تسمه رایپر به حرکت درمی‌آید. زمان خوردگی و تعویض این تسمه‌ها در حدود دو سال و قیمت



سطحی با سختی مناسب و مقاومت حرارتی بالاتر رسانید.

هرکدام بسته به اندازه آن در حدود هزار یورو برای نوع نرم و در حدود ۲ تا ۳ هزار یورو برای نوع خشک می باشند.

## ۲-۴ قطعات ماشین های رنگری چاپ و تکمیل

قسمت های مختلف این ماشین ها از قبیل انواع غلتک ها، محفظه های رنگ و شستشو و ... به دلیل تماس مستقیم و مداوم با مواد شیمیایی اسیدی و قلیایی در معرض خوردگی فراوانی قرار دارند و معمولاً تعویض قطعات ماشین ها علاوه بر هزینه قابل توجه آن ها، منجر به افت شدید بازدهی تولید و تعطیل شدن بخشی از خط تولید می شود که استفاده از نانو پوشش های مناسب برای این ماشین ها صرفه اقتصادی زیادی خواهد داشت.



شکل پدیده خوردگی در تسمه رایپر



گریز و تسمه رایپر

## ۲-۱-۳ گیره های رایپر

این قطعات با سرعت بسیار بالا در بین نخ های تار در حرکت هستند. قطعه فلزی که گیره ها را به تسمه رایپر متصل می کند دائماً با نخ های تار در حال برخورد و سایش می باشد. تعویض و سرویس قطعات گیره رایپر، نیازمند باز شدن تمام سیستم می باشد، از این رو این فرایندها بسیار وقت گیر و هزینه بر می باشد. از طرفی قیمت هر کدام از گیره های رایپر بسته به کمپانی سازنده، در حدود ۲ تا ۵ هزار یورو می باشد

## ۳- انواع نانو پوشش های سخت و مقاوم

نانو پوشش ها به دسته ای از روکش ها اطلاق می شود که دارای دو ویژگی زیر باشد:

۱- در یکی از اجزای آن (ساختار یا اجزای سازنده) دارای ابعاد بین ۱ تا ۱۰۰ نانومتر باشد.

۲- نسبت به حالت متداول دارای خواص ویژه و منحصر به فردی باشد. مانند خواص مطلوب مقاوم به سایش، فرسایش و خوردگی

دسته بندی انواع پوشش های مرسوم و نانو پوشش های سخت و مقاوم

- نسل اول: پوشش دوجزیی  $ZrN$  و  $TiN$ ،  $TiC$ ،  $CrN$

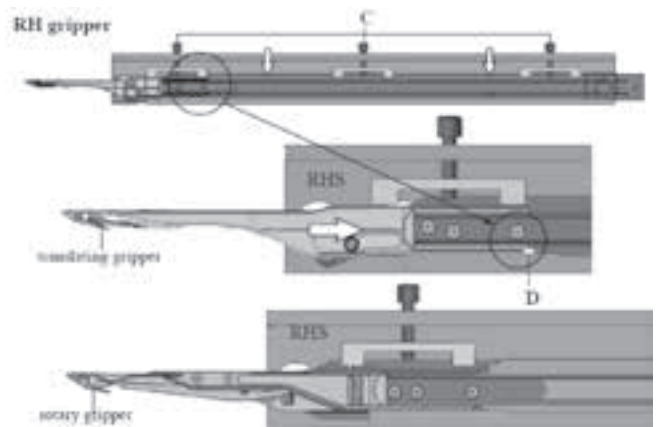
- نسل دوم: پوشش های سه جزیی مانند پوشش های  $TiSiN$ ،  $TiAlN$ ،  $TiCN$  و  $AlCrN$

- نسل سوم: پوشش های چند لایه و ابر شبکه ای مانند پوشش های  $TiN/VN$  و  $TiN/TiAlN$

- نسل چهارم: پوشش های نانو کامپوزیتی مانند پوشش  $TiAlSiN$

- نسل پنجم: پوشش های  $DLC$  با ضریب اصطکاک در حدود ۰/۱

- نسل ششم: پوشش های هیبریدی، ترکیبی از دو نسل مختلف



انواع گیره رایپر

## ۲-۲ انواع سوزن ها در صنعت نساجی

سوزن های ماشین سوزن زنی تولید کننده لایه های نمدی و ماشین های بافندگی حلقوی در اثر سایش با الیاف پس از مدتی کند شده و نیازمند تعویض می شوند، همچنین شکستگی سوزن ها در اثر خستگی و تنش بالا امری رایج است که با داشتن پوشش مناسب می توان عمر این قطعات را افزایش داد.

## ۲-۳ قطعات ماشین ریسندگی

روتور، سیلندر کاره، انواع زنده، رینگ، شیطانک و تمامی قطعاتی که در معرض سایش شدید، خوردگی و یا اصطکاک و دمای بالا قرار دارند را می توان با استفاده از نانو پوشش ها به مقاومت سایشی بالاتر،

نمونه های تجاری نانو پوشش ها در صنایع و ماشین آلات نساجی در ماشین آلات نساجی به دلیل تولید بدون توقف و سایش و درگیری دائمی اجزاء مکانیکی با یکدیگر و یا با نخ و پارچه، نیاز مبرمی به استفاده از پوشش ها وجود دارد. در گذشته برای افزایش عمر کاری قطعات و ماشین آلات صنعت نساجی از فرایند آبکاری، سیستم های میکرو صیقل، مواد سرامیکی و پلیمری مخصوص استفاده می شد. اما در برخی موارد به دلیل شکل هندسی نامتعارف، جنس مواد تشکیل دهنده و یا حساسیت بالای قطعه، امکان استفاده از این فناوری ها وجود نداشته که این قطعات باعث افزایش قیمت تمام شده فرایندها و ماشین آلات می گردند.



شرکت zheliang zili machinery co.ltd در سال ۲۰۱۰ سطح روتورهای مورد استفاده در ماشین ریسندگی چرخانه‌ای را با روش CVD با سه پوشش TiN، TiCN، TiC به ترتیب به عنوان لایه‌ی ضد چسپندگی، مقاوم در برابر سایش و خود روان کننده، لایه‌نشانی کرده است.



روتور یا چرخانه ماشین ریسندگی چرخانه ای

در سال ۲۰۱۱ شرکت spilit textile machinery manufacturing با روش‌های CVD، PVD، CVD و plasma CVD با استفاده از نانو پوشش‌هایی همچون WC، ZrN، AlTiN، TiAlN، TiCN، TiN، CrCN، CN، CrN و DLC سطح روتورهای ماشین ریسندگی چرخانه ای را پوشش داده است. لازم به ذکر است که شرکت Shlafhorst در سال ۲۰۰۱ سطح لاهک روتور را با نیکل و گرانول الماس پوشش داده بود.



روتور و کلاهک روتور ماشین ریسندگی چرخانه ای

### ۳- اعمال نانو پوشش بر روی رینگ، شیطانک، غلتک شانه

با توجه به اهمیت پوشش دهی قطعات و ماشین آلات صنعت نساجی، شرکت‌های بزرگ و متعددی در این زمینه فعالیت می‌نمایند. برای مثال شرکت MBI به صورت تخصصی در حوزه ایجاد پوشش‌های نانو ساختار بر روی انواع قطعات از قبیل انواع غلتک‌های شیاردار و بدون شیار مانند غلتک‌های برداشت، تغذیه، موج دهی، جمع کننده پارچه، انواع پمپ‌ها و دیسک‌ها، صفحه‌های حرارتی، راهنماهای مورد استفاده در ماشین‌ها و همچنین پوشش دهی الیاف نخ و پارچه فعالیت دارد. شرکت Surface Technology به عنوان یکی از پیشگامان فناوری نانو پوشش، در سال ۲۰۰۴ پوشش نانو کامپوزیتی (MMC) را برای انواع رینگ، غلتک شانه، روتور و شیطاک در صنعت ریسندگی ابداع کرد. این پوشش نانو کامپوزیتی شامل نانوذرات نیکل، گروه مواد سیلیکون کاربید، بور کاربید، اکسید آلومینیوم، تنگستن کاربید و مخلوط آنها و الماس می باشد که خواصی همچون مقاومت سایشی بالا، روان کاری

در اغلب فرایندهای نساجی مانند تولید الیاف، ریسندگی و بافندگی که دارای مکانیزم‌های پیچیده مکانیکی هستند، حساسیت بر روی فرایند تولید محصول نهایی می‌باشد از این رو به نقش ماشین آلات کمتر توجه شده است. برای مثال، کششی که به یک نخ میتوان وارد نمود تا باعث پارگی آن گردد، نیروی بسیار کمی است؛ این در حالی است که در فرایند بافندگی وقتی تعداد نخ‌ها به بیش از چند هزار سر نخ افزایش می یابد، مقدار این نیرو به صورت تجمعی افزایش یافته و باعث افزایش حساسیت در عملیات بافندگی می گردد. تمام این موارد در حضور اجزای مکانیکی اتفاق می افتد که با سرعت بسیار بالا در بین نخ‌ها در حال حرکت هستند و تنها پاره شدن یک نخ از چند هزار نخ موجود باعث توقف عملیات می گردد. این توقفات پی در پی سبب بروز مشکلاتی از جمله کاهش راندمان بافندگی، کاهش کیفیت بافت (به دلیل پارگی‌ها و پیوندها) و استهلاک ماشین خواهد شد که همگی بروی قیمت تمام شده محصول نهایی تاثیر مستقیم خواهند داشت.

### ۱- اعمال نانو پوشش بر روی قطعات ماشین‌های رنگرزی

یک شرکت چینی در سال ۲۰۱۳ از یک پوشش نانو کامپوزیتی متشکل از ماتریس فلزی و لایه نانو سرامیک (آلومینیوم و کرومیک اسید) استفاده نموده است که دارای خواص ضد سایشی و خوردگی است و برای پوشش دهی ماشین‌های رنگرزی مورد استفاده قرار می‌گیرد.



غلتک نانو پوشش شده

ماشین رنگرزی

### ۲- اعمال نانو پوشش بر روی روتورهای ریسندگی

روتور یا چرخانه فلزی دوار در فرایند ریسندگی است که با سرعتی بالا در حدود ۱۰۰۰ دور در دقیقه می‌چرخد، قطر چرخانه نسبت به طول متوسط الیاف مصرفی انتخاب می‌شود و از دلایل عمده خرابی روتورها اصطکاک بین الیاف و دیسک روتور است که موجب ایجاد خراش بر روی شیار روتور می‌گردد و اگر الیاف به اندازه کافی تمیز نباشند این موضوع تشدید می‌شود که نخ‌های حاصل مرغوب نخواهند بود. لازمه حل این مشکل داشتن صفحه‌ای با مقاومت سایشی بالا است. این دیسک‌ها معمولاً با لایه‌ای از نیکل پوشش داده می‌شوند که باز هم سختی کافی را ندارند؛ در این راستا چندین شرکت با بهره‌گیری از نانو پوشش‌ها توانسته‌اند مقاومت سایشی، انتقال حرارت بالا، همچنین چسبندگی و ضریب اصطکاک کم را برای این روتورها فراهم آورند.



شرکت shaoxing water-rich textile equipment co.ltd در سال ۲۰۱۳ شانه مخصوصی با پوشش کامپوزیتی نانوکامپل معرفی نموده که در آن تمامی سطح شانه به پوشش ذکر شده آغشته شده و سبب افزایش مقاومت سایشی، سختی، سفتی و کاهش ضریب اصطکاک می‌شود. ضخامت این پوشش بین ۵-۲  $\mu\text{m}$  است.



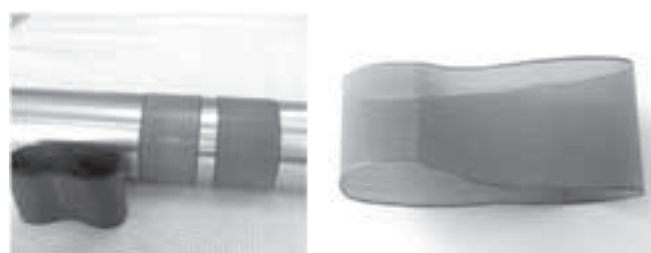
شانه بافندگی

مناسب، ضریب اصطکاک پایین و انتقال حرارت بالاتر برای قطعات مذکور ایجاد می‌کند. همچنین این شرکت در سال ۲۰۱۰ پوششی نانوکامپوزیتی با ضخامت ۹۰ nm با بهره‌گیری از روش CVD و PVD برای پوشش دهی رینگ‌ها با هسته آهنی یا پلاستیک معرفی نمود که دارای سختی ۳۶۰۰-۲۶۰۰ HV می‌باشد.



شیطانک روتور رینگ غلتک شانه

با توجه به استفاده از رینگ‌های فولادی در تولید نخ‌های ظریف در فرایند ریسندگی تجمعی، ضروری است با بهره‌گیری از نانوپوشش‌ها به افزایش عمرکاری این قطعات افزود. از این رو یک شرکت چینی در سال ۲۰۱۱ با استفاده از نانوپوشش کروم به ضخامت ۸  $\mu\text{m}$  به خواصی همچون کاهش پارگی نخ، مقاومت افزایش مقاومت به سایش و سختی و در نهایت افزایش ۵ برابری عمرکاری این رینگ‌ها دست یافته است. از سوی دیگر فناوران هندی با لایه‌نشانی پوشش کروم حاوی نانوالماس بر روی رینگ‌های ریسندگی علاوه بر خواص ذکر شده در بالا، به افزایش سرعت ریسندگی، افزایش نرخ چرخش شیطانک به دور رینگ، افزایش انتقال حرارت (کاهش زمان running-in از ۱۴ روز به ۱ روز) و در نهایت کاهش پرزینگی، کاهش نپ، نقاط نازک و نقاط ضخیم، افزایش یکنواختی نخ و کاهش نخ پارگی، افزایش کیفیت نخ‌های تولیدی و افزایش نرخ بهروری تولید دست یافتند.



آپرون با نانوپوشش  $\text{SiO}_2$

#### ۵- اعمال نانوپوشش بر روی ماشین کارد

ماشین کارد قلب خط ریسندگی می‌باشد که وظیفه اصلی آن باز و تمیز کردن الیاف می‌باشد. این فرآیند باعث سایش سطح سیلندر و سوزن‌های روی آن می‌شود. از این رو شرکت‌های متعددی در زمینه ایجاد پوشش‌های نانوساختار بر روی ماشین‌های کارد فعالیت دارند که از برجسته‌ترین آنها می‌توان به شرکت‌های Bekaert و tianjiao textil اشاره کرد. این شرکت‌ها با استفاده از لایه‌نشانی پوشش‌های نانوساختار همچون DLC و  $\text{Ti}(\text{C},\text{N})$  به روش PACVD موجب افزایش مقاومت به سایش این قطعات می‌شوند.



نمای نزدیک سطح مقطع رینگ



مقایسه ساختار هندسی رینگ‌های معمولی و رینگ آبدام شده



گیره ترمز پروژکتایل

#### ۸- ماشین های بافندگی حلقوی (تریکو بافی)

در ماشین های گردباف و جوراب بافی، افزایش سرعت و یا ایجاد بافت های سنگین و متراکم منجر به ایجاد تنش در سوزن ها می شود. این تنش در بخش قلاب سوزن بسیار افزایش می یابد و شکستگی سوزن ها در اثر خستگی و تنش بالا امری کاملاً طبیعی است. به طور معمول تعویض سوزن ها قبل از زمان رسیدن به خستگی فلز یعنی بعد از تولید ۸۰ تا ۹۰ تن پارچه اتفاق می افتد. تعداد سوزن ها در یک ماشین گردباف در حدود ۲ تا ۳ هزار سوزن در ماشین های تخت باف بسته به تراکم در حدود ۱۵۰۰ سوزن می باشد. در ماشین های جوراب بافی معمولاً تراکم پایین تر اما سرعت آن بسیار بالاتر از ماشین های گرد باف معمولی است؛ به این دلیل تنش وارده به سوزن ها بیشتر است. سایدگی در این سوزن ها در قسمت ماهک، بین ماهک و نخ های در حال بافت است. در این راستا شرکت Groz-Beckert سوزن ها را با پوشش ها و نانو پوشش ها و اسپری پلاسما پوشش می دهد.

#### ۹- ماشین سوزن زنی تولید کننده بی بافت

ماشین های سوزن زنی برای تولید پارچه های بی بافت طراحی شده اند. تعداد سوزن ها در عرض ماشین در هر متر بین ۳ تا ۵ هزار سوزن می باشد و عرض ماشین ها معمولاً بین ۲ تا ۴ متر می باشد. بنابراین تعداد سوزن ها در یک ماشین بین ۲۴ هزار تا ۴۰ هزار سوزن برای عرض ۴ متر و ۱۲ هزار تا ۲۰ هزار برای عرض ۲ متر می باشد. با توجه به اینکه تک تک سوزن ها در این ماشین قابل تعویض می باشند، سرویس کاری آن به صورت هفتگی و تنها برای تعویض سوزن های آسیب دیده می باشد. اما بسته به مدت زمان استفاده، جنس الیاف و تعداد سوزن زنی در هر دقیقه (RPM)، سوزن ها در اثر سایش با الیاف پس از مدتی کند شده و نیاز به تعویض پیدا می کنند.

شرکت Groz-Beckert آلمان که یکی از بزرگترین شرکت های تولید کننده انواع سوزن برای ماشین های نساجی است، سوزن های مخصوصی را از قبیل موارد زیر وارد بازار کرده است:



ماشین کارد

#### ۶- اعمال نانو پوشش بر روی زنده ها

باز کردن الیاف از وظایف اصلی ماشین های ریسندگی است که این کار به وسیله انواع مختلف غلتک های زنده انجام می شود؛ این غلتک ها بر اساس نوع الیاف مصرفی متفاوتند. غلتک های زنده با سرعت به تکه های الیاف برخورد و آنها را از هم باز می کنند و چون الیاف ورودی تمیز نیستند و حاوی خاک، خس و خاشاک و انواع ناخاسی های گیاهی و غیر گیاهی هستند، سطح زنده ها دچار آسیب می شود و پس از مدتی میزان و کیفیت باز شدگی الیاف کاهش می یابد. برای جلوگیری از سایش آنها شرکت ریتزر زنده هایی با پوشش نانویی وارد بازار کرده است که بر اساس الیاف مصرفی نوع پوشش زنده متفاوت است. این شرکت از موادی مانند الماس، الماس-نیکل، نیکل و... استفاده کرده است.



انواع سطح زنده

#### ۷- اعمال نانو پوشش بر روی نگهدارنده پروژکتایل

در ماشین های بافندگی قطعه ای به نام پروژکتایل وجود دارد که در انتهای گیره ای وجود دارد که ابتدای نخ پود را گرفته و آن را به داخل دهنه وارد می کند. پروژکتایل در مدت زمان کواهی با نیروی زیادی به ترمز پروژکتایل می رسد. به محض ورود پروژکتایل به محفظه، اصطکاک دینامیکی بین پروژکتایل و صفحه ترمز افزایش یافته و منجر به فرسودگی قطعه نگهدارنده می شود؛ از این رو این قطعه نیازمند اصلاح سطح می باشد. جهت بهبود خواص سایشی پروژکتایل ها، صفحه داخلی با پوشش هایی همچون TiSi<sub>2</sub>، WS<sub>2</sub> و نانولوله کربن پوشش داده شده. که باعث افزایش سختی، پایداری شیمیایی و رسانایی حرارتی و همچنین کاهش چگالی آن ها می گردد.



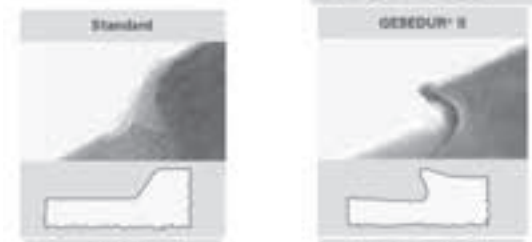
در آمده اند:

### ۱- سوزن های خیاطی مخصوص دوخت پارچه های دنیم (جین):

به ادعای این شرکت نانو پوشش ویژه این سوزن ها مانع شکستن آن ها در اثر برخورد با پارچه ی ضخیم دنیم می شود که علاوه بر کاهش نخ پارگی، دوخت های در رفته از زیر سوزن نیز کاهش می یابد و سر سوزن نیز آسیب کمتری می بیند.



سوزن معمولی      زن نانو پوشش داده شده



### ۲- سوزن های مخصوص تولید بی بافت ها با کاربرد فیلتراسیون:

پوشش های ویژه این سوزن ها که پوشش صفحه ای کروم و پوششی با نام تجاری GEBEDUR هستند سبب طولانی تر شدن عمر آنها و افزایش استحکام سوزن ها می شود. این مواد معمولاً با PTFE پوشش داده می شوند که این سوزن ها استحکام کافی برای این سطوح را دارند. از مزایای آنها می توان به قیمت نهایی پایین و مناسب بودن برای استفاده بر روی سطوح حاوی منسوج و غیر منسوج مانند لایه پوشش داده شده روی فیلترها اشاره نمود. این سوزن ها در مقایسه با نمونه های مشابه انعطاف پذیری بالایی دارند.

### ۳- سوزن های نمدی

این سوزن ها که در صنعت بی بافت، موکت، چرم و ... به کار می روند، در معرض سایش شدید با الیاف قرار دارند. این سایش شدید به مرور زمان سبب خرابی سوزن و کاهش کیفیت محصول نهایی می شود. با استفاده از پوشش هایی که شکل آنها در زیر آمده است، مقاومت سایشی آنها برای عملیات سوزن زنی بالا می رود.



این سوزن ها مناسب برای تولید منسوجات متشکل از الیاف شیشه، کربن و سرامیک هستند که علاوه بر مقاومت سایشی بالا و عمر طولانی، دفعات توقف ماشین و به دنبال آن تنظیمات راه اندازی کاهش می یابد. سوزن های معمولی، با پوشش کروم و با نانو پوشش پس از استفاده در مدت زمان مساوی به شکل زیر



برخی دیگر از کاربردهای نانو پوشش ها در جدول زیر آمده است:

شرکت	کاربرد نانو پوشش سخت	فناوری
HARDIDE	پوشش های فوق سخت با دمای کم برای سطوح با دید کم، برای کاهش مقاومت در برابر خوردگی در قطعاتی مانند انواع شیر و سوپاپ، پاناقان، اکسترودر (رشته ساز)	nano HVOF-تنگستن کربید
HARODITE	عمده فعالیت برای پوشش دهی پارچه های تار ی پودی و بی بافت ها است و قطعاتی مانند تیغه های برش پارچه و غلتک های رولینگ پارچه	PVD- CVD_ plasma spray
ARKEMA	بخش عمده فعالیت بر روی پوشش دهی بی بافت ها ، الیاف شیشه، رزین و چرم	پوشش نانوکامپوزیت
3M™ و ESK	این دو شرکت باهم ادغام شده و فعالیت آنها بر روی پوشش دهی قطعات ماشین های نساجی به ویژه ریسندگی رینگ و این اتد است	نیکل و ترکیبات انتخابی متفاوت از مواد سخت غیر ارگانیک
SULZER	تمامی قطعات ماشین آلات با هدف کاهش مقاومت سایشی و افزایش سختی	کربن شبه الماس
RIETER	تمامی قطعات مورد نیاز پوشش دهی در ریسندگی مانند روتور، رینگ، شیطانک، بوبین، دیسک های روتور، انواع غلتک ها بر اساس مورد استفاده، قطعات مورد استفاده در سیستم های مکش، انواع آپرون ها در سیستم های کشش،	نیکل ، سرامیک، الماس برنیزه شده ، فولاد برنیزه شده، الماس، الماس-نیکل، کربن نیترید، نیترید، کروم سخت، PU
Aerlikon balzers		PVD- PACVD، کربن شبه الماس، الماس-نیکل، کربن نیترید، کروم سخت، تنگستن کربید

#### ۱۰. لوازم جانبی

سایر لوازم جانبی همچون انواع چرخ دنده، بلبرینگ و سیم بکسل با استفاده انواع نانو پوشش ها لایه نشانی می شوند. برای مثال شرکت Qingdao feng yi extile equipment سیم بکسل ها، پیچ و مهره هایی با پوشش نانو کامپوزیتی ساخته است که دارای مقاومت سایشی و پایداری حرارتی بالا می باشند و در ماشین های دولتابی و ریسندگی مورد استفاده قرار می گیرند. قطعات با پوشش های نانو ساختار در مقایسه با نمونه های با پوشش نیکل دارای عمر کاری بالاتری می باشند.

#### خلاصه مدیریتی گزارش

در سال های اخیر با توجه به پیشرفت چشمگیر فناوری نانو پوشش ها در کشور امید است تا بتوان با بهره گیری از این فناوری، مشکلات موجود در مواجهه با پدیده سایش، فرسایش، خوردگی، حساسیت های شیمیایی و زیست سازگاری را در حوزه پزشکی مرتفع کرد. در این رهگذر کارگروه صنعت و بازار ستاد ویژه توسعه فناوری نانو، «مرکز توسعه نانو پوشش» را تاسیس نموده است. هدف این مرکز حل مشکلات صنعت در حوزه سایش، فرسایش و خوردگی با تاکید بر توان فناوری داخلی می باشد. لذا برای دستیابی به این مهم سازندگان تجهیزات لایه نشانی و مراکز خدمات فناوری را گرد هم آورده است تا بتواند از طریق حمایت های مالی و معنوی، مسیر رسوخ فناوری نانو پوشش در صنایع کشور را هر چه بیشتر تسهیل نماید.

#### معرفی مرکز توسعه نانو پوشش

مرکز توسعه نانو پوشش یکی از زیر مجموعه های کارگروه صنعت و بازار ستاد ویژه توسعه فناوری نانو در سال ۱۳۹۲ با هدف رسوخ فناوری نانو پوشش ها در صنایع و شرکت های متقاضی و همچنین هدایت و حمایت شرکت های فناور در حوزه نانو پوشش تشکیل شد. در حال حاضر این مرکز با ارائه خدماتی همچون مشاوره و عارضه یابی، مهندسی، تحقیق و توسعه، آموزش تخصصی و حمایت های مالی ویژه در صدد بهره مندی صنایع و شرکت های متقاضی از این فناوری می باشد. اهداف مهم این مرکز به قرار ذیل است:

- آشنایی صنایع با پتانسیل های بالقوه و بالفعل فناوری نانو پوشش

- ارائه خدمات فنی، مشاوره ای، تحقیق و توسعه ای به صنایع

- حل مشکلات صنعتی موجود با تکیه بر توانمندی فناوری

- رسوخ، بکارگیری و توسعه فناوری نانو پوشش در صنایع

- کمک به فناوران جهت عرضه فناوری به صنعت

- بازار سازی و بازار یابی فناوری نانو پوشش

- کمک به افزایش بهره وری صنایع از طریق بکارگیری فناوری نانو پوشش

- رصد آخرین تحولات جهانی در حوزه پژوهشی و صنعتی فناوری نانو پوشش

صنایع علاقمند به آشنایی با خدمات این مرکز و نیز بهره مندی از آن می توانند به وبسایت مرکز توسعه نانو پوشش ایران به نشانی

[www.NanoCoating.ir](http://www.NanoCoating.ir) مراجعه نمایند.