

نانوپوششی زیست سازگار برای محافظت از کالای ایرانی

تولید نانوپوشش های تبدیلی زیرکونیوم
شرکت شیلر فرآیند پارس



شناسنامه

ستاد ویژه توسعه فناوری نانو

گروه رصد و تولید محتوای بخش ترویج صنعتی

طراحی و اجرا:	توسعه فناوری مهرویژن	سال انتشار:	۱۴۰۲
نظارت:	مهدی کدخدائی	تلفن:	۰۲۱-۶۳۱۰۰
	report@nano.ir	نمابر:	۰۲۱-۶۳۱۰۶۳۱۰
سندوق پستی:	۱۴۵۶۵-۳۴۴	پایگاه اینترنتی:	www.nano.ir
پست الکترونیک:	IND@nano.ir		www.INDnano.ir
تهیه کننده:	داود قرایلو	اینستاگرام نانو و صنعت:	@INDnano.ir

فهرست مطالب

مقدمه	۳
پوشش های صنعتی برای محافظت در برابر خوردگی	۴
بهره برداران صنعتی	۵
جمع بندی	۱۱
معرفی شرکت شیلر فرآیند پارس	۱۱

مقدمه

هر کسی کو دور ماند از اصل خویش / باز جوید روزگار وصل خویش (مولانا)

آهن در «طبیعت» به صورت اکسیدی وجود دارد، اما در محصولات ساخت دست بشر، آهن به صورت غیراکسیدی به کار می رود از این رو آهن تمایل به زنگ زدن دارد و به دنبال بازگشت به «اصل خویش» است! از سوی دیگر تمام تلاش های صنعت گران در این است که از این بازگشت ناگزیر، جلوگیری کنند و مانع از زنگ زدن آهن شوند. یکی از راهکارهای قدیمی برای ممانعت از خوردگی آهن پوشش دهی آهن با زنگ است؛ اما زنگ ها هم در برخی موارد پاسخگوی نیاز صنعت نیستند. در محصولاتی که دوام بالا در آن ها اهمیت زیادی دارد، تنها زنگ زدن کافی نیست. خودرو و لوازم خانگی نظیر یخچال و کولر، محصولاتی هستند که باید علاوه بر زنگ، پوشش محافظ دیگری به عنوان پوشش میانی برای محافظت از آهن در آن ها به کار رود، در غیر این صورت بعد از چند سال حتی با وجود پوشش زنگی، آهن زیرلایه شروع به خوردگی کرده و به محصول آسیب می رسد. فناوری نانو ایرانی، ضمن ارتقای کیفیت در این پوشش ها، مشکلات محیط زیستی پوشش های مرسوم را برطرف نموده است. همچنین این فناوری موجب کاهش مصرف آب در فرآیند تولید شده و در عین حال سرعت خط تولید را نیز افزایش داده است.



پوشش‌های صنعتی برای محافظت در برابر خوردگی

■ پوشش‌های فسفات

در طول صد سال گذشته، صنعت از پوشش‌های فسفات به عنوان لایه میانی استفاده می‌کند. پوشش دهی فسفات، عملیاتی روی آهن، فولاد، فولاد گالوانیزه شده یا آلومینیوم، در محلول رقیق اسید فسفریک و دیگر ترکیبات است که در آن سطح فلز در محیط اسید فسفریک به طور شیمیایی فعال شده و به لایه‌ای محکم و تقریباً محافظ از کریستال‌های غیرقابل حل فسفات، تبدیل می‌شود. عملیات فسفات بر روی سطوح فلزی، خواص فیزیکی و شیمیایی سطح فلز را تغییر می‌دهد و مقاومت در برابر عوامل خوردنده، مقاومت سایشی سطح، چسبندگی رنگ و بسیاری خواص دیگر، تحت تأثیر این فرآیند بهبود می‌یابد. مبنای تولید پوشش فسفات بر اساس غوطه‌وری قطعات فولادی در محلول رقیق اسید فسفریک و تشکیل لایه فسفات آهن است. پوشش‌های فسفات به سه دسته آهن، روی و منگنز تقسیم‌بندی می‌شوند که هر یک ویژگی‌های منحصر به فرد خود را دارند.

سیامک آطاهریان؛ مدیرعامل شرکت شیلر فرآیند پارس درباره این نوع پوشش‌های می‌گوید: «از ۱۵۰ سال پیش تاکنون از ترکیبات فسفات به عنوان لایه میانی در صنعت استفاده می‌شود که معمولاً فسفات‌های آهن و روی بیشترین سهم بازار را داشته است. فسفات آهن مقاومت به خوردگی کمتری ایجاد می‌کند اما کار با آن ساده‌تر بوده و سهولت کاربرد آن برای صنعت جذابیت دارد؛ اما فسفات‌های روی مقاومت به خوردگی بالاتری دارند و در صنایعی نظیر خودروسازی و لوازم خانگی استفاده از آن‌ها رایج است؛ اما این ترکیبات فسفات هم از نظر مصرف انرژی و هم آلاینده‌گی برای محیط‌زیست مشکلاتی برای صنایع به دنبال دارند، چراکه در آن‌ها از ترکیبات فلزات سنگین و عناصری نظیر نیکل و منگنز استفاده می‌شود.»

فرهنگ آزاد؛ مدیر مهندسی فروش شرکت شیلر فرآیند پارس می‌گوید: «پوشش‌های رایج در صنعت نظیر روی، نیکل، منگنز و فسفات، مشکلات محیط‌زیستی دارند. از سوی دیگر برای پوشش‌های رایج آب زیادی مصرف می‌شود؛ بنابراین از نقطه نظر مصرف آب نیز برای محیط‌زیست به ویژه مناطقی که با مشکل کم‌آبی روبه‌رو هستند،



پوشش های فسفات ه نامناسب است. در این روش ها رسوب و لجن زیادی تولید می شود و در نتیجه لازم است تا تجهیزات زیادی برای جداسازی رسوب ها از محلول استفاده شود.»

■ نانوپوشش های تبدیلی زیرکونیوم

پوشش های تبدیلی به پوشش هایی گفته می شود که بین سطح فلز و رنگ قرار می گیرند، در واقع این پوشش ها به عنوان پوشش میانی مورد استفاده قرار گرفته و دو مزیت را برای محصول نهایی به ارمغان می آورند. اولین مزیت این پوشش های تبدیلی ایجاد خاصیت مقاومت به خوردگی سطح فلز است و مزیت دوم بالا بردن میزان چسبندگی رنگ به سطح فلز است. شرکت شیلر فرآیند پارس اقدام به عرضه فناوری نانوپوشش های تبدیلی زیرکونیوم کرده است. پوشش های نانومتری زیرکونیومی دارای دو سطح هستند؛ یک سطح زیرین که با انجام یک واکنش شیمیایی به سطح زیرلایه می چسبد و دیگری سطح خارجی که دارای خلل و فرج است و موجب می شود لایه بعدی که می تواند لایه رنگ باشد، در این خلل و فرج نفوذ کرده و چسبندگی بسیار خوبی ایجاد کند. پوشش نهایی، اتصالی محکم با فلز پایه خواهد داشت و در آب و محیط واسط نامحلول خواهد بود. پوشش های تبدیلی پایه زیرکونیومی دارای مزیت های مهمی نسبت به فرآیندهای مرسوم چون فسفات ه هستند. از آن جمله می توان به عدم حضور عناصر مضرى همچون نیکل، کروم، فسفات، عدم ایجاد آلودگی های محیط زیست، مقاومت به خوردگی ایده آل و چسبندگی بهتر رنگ به زیرلایه را دارند. این نانوپوشش از مزایای مختلفی نظیر چسبندگی بالا، نیاز به مصرف ماده اولیه کمتر، امکان استفاده در دمای اتاق، بدون لجن، سازگار با محیط زیست و زمان کوتاه تر اعمال پوشش برخوردار است. فرآیند استفاده از این نانوپوشش عاری از لجن و رسوب است. این نانوپوشش برای اپراتورها و کارگران مناسب تر از پوشش های فسفات ه است چرا که پرسنل با مواد سالم تری در تماس هستند و اثرات جانبی کمتری برای سلامت پرسنل دارند.

بهره برداران صنعتی

با توجه به طیف وسیع محصولات آهنی در صنعت، این نانوپوشش ها را می توان در صنایع مختلف از تولید رادیاتور گرفته تا انواع لوازم خانگی مورد استفاده قرار داد. در حال حاضر از نانوپوشش های تبدیلی زیرکونیوم شرکت شیلر فرآیند در کارخانه های مختلفی برای تولید انواع محصولات از لباس شویی تا بخاری و کولر استفاده می شود.

■ تاش رادیاتور؛ ارتقا از رتبه C به B در ائتلاف انرژی

شرکت تاش رادیاتور یکی از شرکت هایی است که تهدید به وجود آمده در خط تولید خود را به فرصت تازه ای برای بهبود فرآیند تبدیل کرد. محمدرضا مهربانی؛ مدیر کنترل کیفی و مهندسی شرکت تاش درباره به بن بست رسیدن یک فناوری آلمانی در سال های قبل می گوید: «از سال ۱۳۹۴ که شرکت تاش فعالیت خود را آغاز کرد، از فناوری یک شرکت آلمانی برای تأمین پوشش زیرلایه رنگ استفاده می کردیم. این شرکت آلمانی نوعی پوشش برای بهبود چسبندگی رنگ در اختیار ما قرار داد که برای انتقال این فناوری به ایران از یک شرکت ترکیه ای کمک گرفتیم. در واقع هم مواد و هم فناوری از خارج از ایران تأمین می شد، اما چند چالش جدی موجب شد تا مسیر کار ما تغییر کند. اولین مشکل وجود مسائل محیط زیستی در استفاده از این پوشش بود، چرا که در این پوشش ترکیباتی بود که



آلودگی های محیط زیستی به همراه داشت. در کنار این موضوع، مشکل وجود لکه روی سطح مانعی بزرگ در مسیر تولید بود.»

مهرایی با اشاره به تعامل های طولانی و جلسات متعددی که با شرکت آلمانی برای حل این مشکلات گذاشته شده بود، می گوید: «پس از پایان بررسی های انجام شده توسط شرکت آلمانی، وجود املاح بالادراب منطقه به عنوان دلیل وجود لکه روی سطح گزارش شد و این شرکت راهکار عملی مناسبی برای حل این مشکل ارائه نکرد و تنها پیشنهاد آن ها تغییر آب و استفاده از آب دیونیزه بود که بسیار هزینه بر و غیراقتصادی بود.»

با به بن بست رسیدن فناوری آلمانی و عدم انطباق آن با شرایط اقلیمی منطقه، شرکت تاش رادیاتور، در سال ۹۵ همکاری خود را با شرکت شیلر فرآیند پارس آغاز کرد. شرکت تاش رادیاتور، همکاری مشترک خود را با شرکت شیلر آغاز کرد تا بتواند مشکل زیرلایه رنگ را حل کند. با انجام یک دوره برنامه تحقیق و توسعه، فناوری نانوپوشش زیرکونیومی شرکت شیلر برای پوشش دهی رادیاتورهای تاش به کار گرفته شد.

فرهنگ آزاد، مدیر مهندسی فروش شرکت شیلر فرآیند پارس، درباره این همکاری می گوید: «با همکاری مشترکی که با شرکت تاش انجام شد، نانوپوشش زیرکونیومی برای استفاده در رادیاتورهای شرکت تاش به کار گرفته شد. این پوشش ضخامت کمتری نسبت به رقیب آلمانی خود داشت و به همین دلیل انتقال حرارت در رادیاتور با کارایی بالاتری انجام می شود. رنگ های مورد استفاده در رادیاتورها در پایه اپوکسی بوده که خود نوعی عایق به شمار می رود؛ بنابراین کاهش ضخامت رنگ و زیرلایه می تواند به افزایش ضریب انتقال حرارت کمک کند و کارایی رادیاتور را افزایش دهد.»

پیش از استفاده از این نانوپوشش زیرکونیوم تولید داخل، رادیاتورهای تولید شده توسط شرکت تاش از نظر اتلاف انرژی در رده C دسته بندی می شد، اما با استفاده از این فناوری ایرانی و با کاهش ضخامت پوشش و رنگ روی رادیاتور، محصولات این شرکت موفق به دریافت رتبه B در اتلاف انرژی شد که یک دستاورد بزرگ در حوزه ساخت

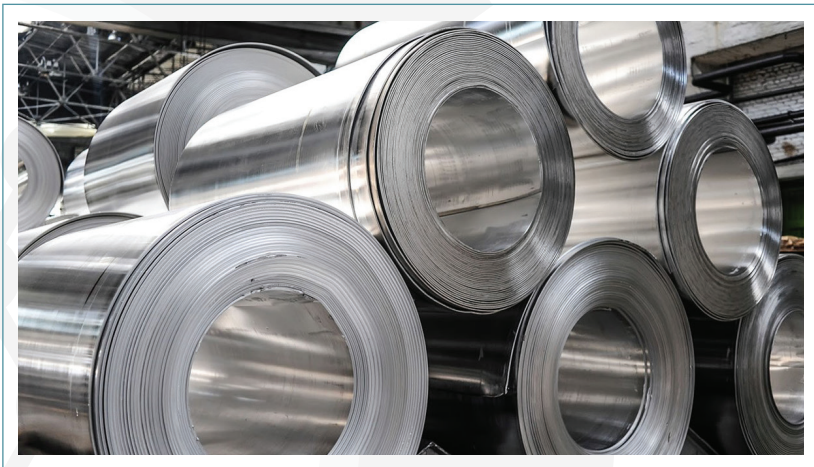
رادیاتور است. مهربانی درباره ادامه برنامه توسعه ای شرکت تاش می گوید: «بعد از استفاده از فناوری نانو پوشش زیرکونیومی، مشکل لکه روی پوشش ها کاملاً از بین رفت؛ بدون اینکه نیاز به تغییر آب باشد. در واقع این همکاری مشترک موجب شد تا فناوری بومی شده منطبق با شرایط اقلیمی منطقه ای که کارخانه در آنجا واقع شده، به دست آید. با توجه به این نتیجه جالب توجه، ما تصمیم گرفتیم رنگ مورد استفاده را نیز تغییر دهیم. از این رو فناوری رنگ های لایه نازک موسوم به تین کوت (thin coat) را مورد استفاده قرار دادیم. استفاده از این رنگ های لایه نازک نیز موجب شد تا ضخامت نهایی پوشش روی رادیاتور کاهش یابد و اتلاف حرارتی به حداقل برسد.»

این رادیاتورها در حال حاضر در کشورهای عراق و ترکیه نیز عرضه می شود و در چند پروژه شهرک سازی در اربیل عراق از این رادیاتورها استفاده شده است.

■ صنایع آلومرول نوین و صنایع آلومینیوم پردیس؛ ارتقای کیفیت پروفیل های آلومینیوم

شرکت آلومرول نوین و آلومینیوم پردیس نیز از بهره برداران فناوری شرکت شیلر فرآیند هستند. آن ها موفق به جایگزینی نانو پوشش های تبدیلی زیرکونیومی به جای پوشش های تبدیلی کروماته رایج در صنعت آلومینیوم شده اند. با این کار مزیت رقابتی صنعت آلومینیوم کشور ارتقا یافته و قیمت نهایی محصول کاهش می یابد.

پوشش دهی تبدیلی کرومات یا کروماته کردن، نوعی از پوشش دهی است که با عملیات شیمیایی می توان ترکیبات فلزی نظیر اسید کرومیک ۶ ظرفیتی، کرومات یادی کرومات روی سطح قرار داد. نتیجه چنین عملیاتی ایجاد پوشش محافظ تبدیلی، شامل ترکیبات کروم بر روی سطح فلز بوده که این روش برای چسبندگی رنگ و مقاومت خوردگی آلومینیوم انجام می شود. یکی از مشکلات رایج در این فرآیند، آلودگی های محیط زیستی در اثر استفاده از کروم ۶ ظرفیتی، اسید نیتریک و سود سوزآور است. شرکت های تولید کننده آلومینیوم باید تدابیر ویژه ای برای جلوگیری از آسیب به نیروی انسانی و همچنین ممانعت از آلودگی محیط زیست اتخاذ کنند که از جمله این اقدامات می توان به استفاده از پوشش تبدیلی زیرکونیوم اشاره کرد، همچنین اقدامات دیگری نظیر جایگزینی سود و اسید نیتریک



در دمای محیط و بدون افت وزن بار) قابل انجام است.

نانوپوشش شرکت شیلر فرآیند پارس به جای پوشش‌های کروماته رایج در صنعت آلومینیوم قابل استفاده است. رضا امیری؛ مدیر کارخانه آلومینیوم پردیس می‌گوید: «از سال ۹۵ با نانوپوشش تبدیلی شرکت شیلر فرآیند پارس آشنا شدیم از این رو تست‌های اولیه برای بررسی اثربخشی این فناوری روی پروفیل آلومینیوم رنگی آغاز شد. نتایج تست‌های سالت اسپری و تست‌های مکانیکی شامل خمش، ضربه و برش نشان داد که نانوپوشش تبدیلی شرکت شیلر می‌تواند جایگزین مناسبی برای پوشش‌های کروماته باشد. از این رو قراردادی برای خرید این محصول برای استفاده از این نانوپوشش‌ها با شرکت شیلر منعقد شد.»

مهندس امیری می‌افزاید: «بعد از اطمینان از عملکرد، این نانوپوشش وارد خط تولید شد به طوری که در ابتدا ۱۰۰ تن آلومینیوم در ماه با استفاده از این نانوپوشش تولید می‌شد که در ادامه، ظرفیت افزایش پیدا کرد و در حال حاضر ۸۰۰ تن پروفیل رنگ‌شده در ماه با این فناوری تولید می‌کنیم.»

مدیر کارخانه آلومینیوم پردیس درباره مزیت این فناوری می‌گوید: «اسید نیتریک، سود سوزآور و کروماته از جمله موادی هستند که به شدت برای نیروی انسانی و محیط‌زیست خطرناک بوده و این موضوع همیشه دغدغه‌های سازمان‌های نظارتی (محیط‌زیست) بوده است. ما به شدت برای جایگزینی این مواد تلاش می‌کردیم که این فناوری در نهایت پاسخگویی نیاز ما شد به طوری که بعد از جایگزینی این نانوپوشش و مواد زیرسازی آن موفق شدیم اسید نیتریک، سود سوزآور و کروماته را کاملاً از چرخه تولید خارج کنیم. با این کار مشکلات ایمنی کارگر و سمیت مواد در ملاحظات محیط‌زیستی را حل کردیم. البته این کار مزیت دیگری نیز داشت به این شکل که با حذف این مواد، چرخه تولید کوتاه‌تر شد و سرعت عمل افزایش پیدا کرد و ما توانستیم سرعت تولید را بیش از دو برابر افزایش دهیم. نکته جالب توجه دیگر این بود که با حذف برخی مواد شیمیایی و انرژی، هزینه کار نیز کاهش یافت که منجر به کاهش قیمت نهایی محصول و رقابت‌پذیرتر شدن محصولات ما در بازار داخل و خارج از کشور شد.»

رضا امیری درباره کیفیت این پوشش جدید می‌گوید: «در کنار مزیت‌های محیط‌زیستی، ارزان‌تر شدن و افزایش سرعت تولید، ما به کیفیت بالاتری از محصول نیز رسیدیم به طوری که در حال حاضر پرش رنگ در پروفیل‌های آلومینیوم تولیدشده وجود ندارد و رضایت بیشتری در مصرف‌کنندگان ایجاد شده است.»

فهرنگ آزاد؛ مدیر مهندسی فروش شرکت شیلر می‌گوید: «تا پیش از همکاری در این پروژه، بیشتر تمرکز ما روی پوشش‌دهی محصولات آهنی بود ولی در خصوص محصولات آلومینیومی برای تجاری‌سازی آن و اولین بار در کارخانجات آلومرول این مأموریت به خوبی انجام و در حال حاضر تعداد دیگری از شرکت‌ها هم به دنبال استفاده از این فناوری در کار رنگ‌آمیزی پروفیل‌های آلومینیومی خود هستند.»

■ پاکشوما، آپسال، امرسان، ایساتیس، اسنوا، بوتان

ماشین لباس‌شویی، یخچال، رادپاتور، بخاری، کولر و پکیج از جمله محصولاتی هستند که در حال حاضر توسط شرکت‌های بزرگ ایرانی پاکشوما، آپسال، امرسان، ایساتیس، اسنوا، بوتان تولید شده و در آن‌ها از فناوری نانوپوشش شرکت شیلر فرآیند استفاده می‌شود.

زنگ‌زدگی و خوردگی یکی از معضلات تولیدکنندگان محصولات خانگی است. ماشین‌های ظرف‌شویی و لباس‌شویی شرکت پاکشوما از فناوری نانوپوشش برخوردار است که موجب شده تا این محصولات در



محیط های خورنده نظیر آب و هوای مرطوب به ویژه نواحی که آب های شور در محیط به وفور یافت می شود، دوام و استحکام بالایی داشته باشند. پاکشوما از سال ۱۳۹۵ تاکنون از نانوپوشش تبدیلی زیرکونیومی شرکت شیلر فرآیند پارس استفاده می کند. پیش از پیاده سازی فناوری پوشش تبدیلی زیرکونیومی شرکت شیلر فرآیند پارس، پاکشوما برای پوشش دهی هر محصول نیاز به ۳ تا ۵ دقیقه زمان داشت که این کار سرعت خط تولید را در حد ۱٫۸ متر بر دقیقه محدود می کرد؛ اما استفاده از پوشش تبدیلی زیرکونیومی شرکت شیلر فرآیند پارس در این خط تولید، سرعت را چند برابر افزایش داده و در حال حاضر سرعت به ۴٫۲ متر بر دقیقه رسیده است؛ بنابراین برای تولید ۲۰۰۰ محصول که قبلاً ۲۴ ساعت زمان نیاز بود، در حال حاضر این کار در ۸ ساعت انجام می شود.

شرکت آبسال از سال ۱۳۹۷ در سه خط تولید محصولات خود یعنی بخاری، کولر و لباسشویی از پوشش تبدیلی زیرکونیومی شرکت شیلر فرآیند پارس استفاده می کند. با این کار میزان مصرف مواد پوشش دهی این شرکت به یک دهم کاهش یافته و مشکلات محیط زیستی محلول های فسفات نیز رفع شده است.

شرکت امرسان برای تولید یخچال فریزر، شرکت ایساتیس و بوتان برای تولید بکیج و شرکت اسنوا نیز برای انواع لوازم خانگی نظیر یخچال از فناوری نانوپوشش استفاده می کنند که تمام مزایای ذکر شده نظیر کمک به حفظ محیط زیست، ایجاد مقاومت به خوردگی بالا، مصرف کمتر ماده اولیه و سرعت بالاتر فرآیند تولید برای این شرکت ها به ارمغان آمده است.

در مجموع، هر جایی که نیاز به پوشش تبدیلی باشد همچنین دوام بالایی زیلایه اولویت تولیدکننده باشد، نانوپوشش تبدیلی زیرکونیومی می تواند مورد استفاده قرار گیرد. در محصولاتی که در آن ها از آهن استفاده می شود، پیش از رنگ، معمولاً باید سطح آهن چربی زدایی شود تا برای ایجاد رنگ آماده شود، اما چربی زدایی موجب می شود که سطح آهن به صورت مستقیم در معرض اکسیژن هوا قرار گرفته و شروع به زنگ زدن کند. برای حل این مشکل پوشش های تبدیلی مورد استفاده قرار می گیرد، پوشش هایی که مقاومت به خوردگی را افزایش می دهند و هم چسبندگی لایه رنگ را بیشتر



می‌کند؛ بنابراین این نانوپوشش تبدیلی در صنایع می‌تواند بعد از تمیزکاری و چربی زدایی سطوح آهنی نیز قرار گیرد.

جمع‌بندی

از آنجایی که پوشش های فسفاتنه رایج در صنعت با مشکلاتی نظیر آلودگی محیط زیست مواجه هستند، لازم است یک جایگزین صنعتی مناسب برای این نوع پوشش ها در صنعت ارائه شود که نانوپوشش های تبدیلی زیرکونیوم یکی از این گزینه ها است. این نانوپوشش هم مقاومت به خوردگی محصول را افزایش می‌دهد و هم چسبندگی رنگ را به زیرلایه بهبود می‌دهد. این امر برای کالاهایی نظیر یخچال، بدنه خودرو و لباس شویی که دوام طولانی مدت دارند از اهمیت بالایی برخوردار است. استفاده از این فناوری در رادیاتورهای شرکت تاش علاوه بر مزیت های ذکر شده، تبادل حرارتی را نیز افزایش داده و موجب شده تا از نظر گرید صنعتی در بخش محصولات تاش رادیاتور ارتقای قابل توجهی پیدا کنند و رتبه B در ائتلاف انرژی را کسب کنند. این نانوپوشش در کالاهای تولید شده در شرکت های بزرگ ایرانی نظیر پاکشوما، آبسال، امرسان، ایساتیس، اسنوا، بوتان استفاده شده که موجب افزایش سرعت خط تولید در این کارخانه ها شده است. این نانوپوشش امکان استفاده در صنایع مختلف را دارد.

معرفی شرکت شیلر فرآیند پارس

شرکت شیلر فرآیند پارس عضو گروه بین المللی شرکت های شیلر، تولید و عرضه کننده انواع شوینده های صنعتی و پوشش های سطحی است که با رعایت دقیق ترین استانداردهای روز جهان، از سال ۱۳۸۷ وارد عرصه تولید با نام تجاری شیلر شده است. در مرحله اول توسعه، با انتقال مکان کارخانه به فضایی با مساحت بالغ بر پنج هزار مترمربع و راه اندازی خطوط مختلف تولید در زمینه زیرسازی رنگ، آندایز آلومینیوم، کشش مفتول و لوله و گالوانیزه سرد و گرم به بهره برداری رسید.

در حال حاضر شرکت شیلر فرآیند فناوری نانوپوشش های تبدیلی زیرکونیومی را توسعه داده که در کنار دیگر محصولات این شرکت نظیر چربی گیری گالوانیزه، سیلرها، ترکیبات آندایزینگ و انواع محافظت کننده، به ارتقای محصولات ایرانی کمک می‌کند.

از مجموعه گزارش های صنعتی فناوری نانو که در حوزه صنایع فلزی منتشر شده است:



■ گزارش صنعتی استفاده از نانو اکسید گرافن در تولید پوشش های ضد خوردگی



■ گزارش صنعتی مزایای اقتصادی استفاده از فناوری نانو؛ استفاده از نانوپوشش فوق سخت در صنایع فلزی



www.schillerco.com