مهندس نازلی قره‌ویسکی

افتخاری دیگر از گروه رنگ پدرام با ۴۰ سال سابقه؛

دستیابی به فناوری نانو

قسمت اول

دانش نفت: اغلب مواد و محصولات مورد استفاده ما نیاز به پوشش دارند. چون نباید در طی مراحل تولید، بسته بندی ورود به بازار و مهمتر از همه در موقع مصرف، خواص و ویژگی های خود را از دست بدهند. پوشش عبارت است از یک لایه محافظ با ضخامتی کمتر از ماده پایه پوششها دارای کاربردهای متنوعی از صنایع اتومبیل گرفته تا صنایع لوازم خانگی هستند. این پوشش ها سطوحی را که در معرض آسیب های محیطی مانند باران، برف، نمک ها، رسوب های اسیدی، اشعه ماورای بنفش، نور آفتاب، رطوبت، هوازدگی و ... می باشند را محافظت می نماید. از سوی دیگر این پوششها قابلیت خش برداشتن، تکه تکه شدن و یا آسیب دیدگی در زمان استفاده و ساخت و حمل و نقل را دارند. در نتیجه در صورت آسیب دیدگی، این پوششها نمی توانند وظایف محافظتی خود را به شکل کامل انجام دهند. با یافتن راههایی می توان از آسیب دیدن این روکشها جلوگیری نمود. فناوری نانو ایجاد نانو پوششها را پیشنهاد می نماید. در حقیقت نانو پوششها گونه‌ای از لایه های نازک هستند که یا ابعاد آنها در حد نانو می باشد، و یا زمینه ای (شل) دارند که ذرات بسیار ریز در ابعاد نانو در آن پراکنده شده اند و خواص ویژه ای را به آن می بخشند. یکی از مواردی که در حال حاضر فناوری نانو در آن به طور گسترده و مؤثری مورد استفاده قرار گرفته است فرآیندهای پوشش دهی و به دنبال آن تولید مواد نانو ساختار است. بررسی های انجام شده بر روی نانو پوششها نشان می دهد که خواص آنها در بسیاری موارد نسبت به پوششهای معمولی بهبود چشمگیری دارد. نانو پوششها در مقایسه با پوششهای میکرومتری از ضریب انبساط حرارتی، سختی بالاتر و مقاومت بیشتر در برابر خوردگی، سایش و فرسایش برخوردار هستند. تاکنون عمده تحقیقات انجام شده بر روی نانو پوششها مربوط به پوشش های با سختی بالا و فوق سخت(Super Hard) است. پوششهای فوق سخت پوشش هایی هستند که سختی آنها بیشتر از ۴۰ گیگا پاسکال است.

انواع نانو پوششها:

چهار گروه مهم از نانو پوششها عبارتند از:

۱- پوشش های دانه ایnano grade

۲- پوشش های شبکه ای و چند لایه ای super lattic

۳- پوشش های لایه نازکThin films

۴- پوشش ها نانو کامپوزیتی

در ادامه مطلب ضمن بررسی خواص هریک از این پوششها به برخی کاربردهای آنها اشاره می شود.

پوششهای دانه ای:

برای تولید پوششهای دانه ای از نانو ذراتی استفاده می شود که ابعاد آنها کمتر از ۵۰نانومتر باشد. با چسباندن نانو ذرات روی یک ماده زمینه، پوششهای دانه ای بدست می آیند. نانو ذراتی همچون در اکسید تیتانیوم، اکسید مس، اکسید روی و آلومینا از این دسته اند. به طور مثال از نانو ذرات، آلومینا با خلوص ۹۹/۵ درصد و اندازه متوسط ۳۶ نانومتر می توان در پوششهای مقاوم به خراشیدگی، پوشش های نیمه رسانا و پوشش های محافظ در برابر پرتو ماوراء بنفش استفاده کرد. به علاوه می توان ذرات آلومینا را بدون تغییر در ترکیب شیمیایی آن در رنگهای مختلف استفاده کرد. استفاده از پوشش دهی نانومتری موجب می شود که قطعات نیاز به رنگ مجدد نداشته باشند و علاوه بر آن، سبک تر و دارای طول عمر بیشتری باشند. از نانو ذرات، آلومینا و دی اکسید تیتانیوم در پوشش دهی ادوات نظامی نیز استفاده می شود استفاده از این پوشش ها در ادوات دریایی، هزینه ها و صدمات ناشی از خوردگی را به شدت کاهش می دهد. همچنین با استفاده از نانو ذرات اکسید روی، اکسید تیتانیوم و یا اکسید مس می توان لایه های محافظ در برابر پرتو ماوراء بنفش ایجاد نمود از مزایای این پوشش ها مقاومت بالای آنها در برابر ترک خوردگی و سایش است، ضمن آنکه از شفافیت لازم برخوردار هستند. با استفاده از الکترودهای نیکلی در خازنهای چند لایه می توان در حجم کم، ظرفیت های بالا بدست آورد. تنها مشکل این الکترودها اکسید شدن آنها در دمای بالاست.با پوشش دهی الکترودهای نیکلی توسط اکسیدهای پایداری نظیر BaTio۳ می توان این الکترودها را از اکسید شدن حفظ نمود. در این میان نکته قابل توجه آن است که این پوششها باید ضخامت نانومتری داشته باشند چرا که در غیر اینصورت خواص دی الکتریک لایه را تحت تأثیر قرار می دهند. برای رسیدن به این ضخامت پوشش BaTio۳ به روش سل-ژل بر روی الکترودهای نیکلی رسوب داده می شود.

در ادامه به بررسی دقیقتر اثرات نانو ذرات در پوششهای دانه ای می پردازیم:

رفتار پیگفت های نانو ذرات دی اکسیدتیتانیوم و تثبیت کننده ها روی پایداری پوششهای اکریلیک بر پایه آب و ایزو تغییر رنگ سریع، استفاده از جاذب های آلی uv پایدار کننده های سبک آمینی یا اکسیدهای آهنی شفاف می باشد. افزودن محافظ های جاذب uv آلی، چوب را از رنگ رفتگی محافظت می کند. به عبارت دیگر پوشش مشارکت می کند.مساله ای که همیشه مطلوب نمی باشد نانو Tio۲ یک فیلتر uv غیر آلی خالص می باشد و بنابراین زمانی که به کار برده می شود قادر است تا محافظت ثابتی از زیر لایه را تأمین کند اثر نانو ذرات Fe۲o۳ روی رفتار خوردگی پوششهای آلکیدی بر پایه آب محافظت از ساختار فلزی در مقابل خوردگی با پوششهای آلی یک روش عملی و شناخته شده است. در این سیستمهای پوششی از پیگمنتهای با اندازه میکروتجاری برای بهبود خواص مکانیکی و مقاومت در برابر خوردگی استفاده می گردد اگرچه پیگمنتهای آلی نیز در بازار وجود دارند ولی استفاده از این پیگمت ها ایرادات زیادی را به همراه دارد. به عنوان مثال مشکلاتی مثل چسبندگی ضعیف، کاهش انعطاف پذیری پوشش، کاهش مقاومت فشاری، کاهش شفافیت نوری، مقاومت سایشی و خراشی پایین، لایه لایه شدن، سریع و افزایش ویسکوزیته پوشش، از معایب استفاده از پیگمنتهای آلی می باشد.همچنین مقدار پیگمنت های مرسوم مورد نیاز برای رسیدن به کیفیت مورد نظر بسیار بالا می باشد برای گسترش سیستمهای پوششی با عملکرد بهتر، استفاده از نانو مواد در این پوششها اخیرا مورد توجه قرار گرفته است. گسترش نانو علم و نانو فن آوری راههای جدیدی برای بهبود پوششهای موجود و گسترش کاربرد آنها را به همراه دارد. افزودن نانو مواد به پوششهای مرسوم جهت بهبود خواص آنها و تولید پوششهایی با قابلیت های گوناگون می باشد. بهبود در خواص پوششها به اندازه کوچک آنها نسبت داده می شود. نانو موادی که در سیستمهای پوششی استفاده می شود شامل sio۲ ، Tio۲ ، zno، Al۲o۳ ، Fe۲o۳ و بعضی از فلزات مثل نانو آلومینیوم، نانو تیتانیوم و ... جهت اصلاح پوشش های آلی استفاده می شود. اکسیدهای آهن به عنوان پیگمت های رنگی اولیه در رنگها استفاده می شده است. جدا از تأمین زیبایی پوششها، از آنها جهت حفاظت پوششها در برابر نور خورشید آب و هوای مرطوب اسیدها و قلیاها استفاده می گردد.آنها همچنین خواصی ضد جاری شدن و ضد محو شدگی، و به عنوان پیگمت های پایدار می باشند ذرات نانو اکسید آهن خواص فیزیکی مکانیکی و حرارتی دارندکه برتری آنها نسبت به اکسید آهن توده معمول می باشد. بخاطر خواص ذاتی جذب امواج فرابنفش، اکسید آهن قادر به تأمین شفافیت نوری پوششها دارد و کاربردهایی در صنایع اتومبیل و شیشه پیدا کرده است. اثر اضافه کردن نانو Fe۲o۳ متوسط اندازه ذرات ۱۰ تا ۳۰ نانومتر روی مقاومت خوردگی uv و خواص مکانیکی پوششهای آلکیدی، آلی مورد بررسی قرار می گیرد. با اضافه کردن نانو Fe۲o۳ به رزین آلکیدی، دمای خشک شدن کاهش و گرمای آزاد شده افزایش می یابد. بدین ترتیب فعل و انفعال بین نانو Fe۲o۳ با مساحتی بالا و ماتریکس پلیمری خواص شکل گیری فیلم پوشش را بهبود می بخشد. میکرو گراف SEM پوشش یکنواخت و بدون نقصی را برای این پوششها نشان میدهد. همچنین هیچگونه انباشتگی ماتریکس پلیمری نانو Fe۲o۳ مشاهده نمی شود. در بررسی گرافهای SEM بعد از ۱۲۰ ساعت سالت اسپری مشاهده می گردد که در پوشش بدون ترکیبات نانو در همان ابتدای آزمایش سالت اسپری حفرات و نا هماهنگی هایی مشاهده می شود. در پوشش های اصلاح شده با حدود ۵۰۱ درصد نانو Fe۲o۳ تنها تعدادی تاول مشاهده می شود در حالیکه در پوشش های محتوی حدود ۵۰۳ درصد نانو Fe۲o۳ بعد از ۱۲۰ساعت سالت اسپری هیچگونه تاول، حفره و یا لایه لایه شدگی مشاهده نمی گردد این مسأله نشان می دهد که با افزایش غلظت نانو Fe۲o۳ ، مقاومت پوششها درمحیطهای بادرجه شوری بالا، افزایش می یابد. این مسأله می تواند به خاطر این واقعیت باشد که سطح بالاتر واندازه کوچکتر نانو Fe۲o۳ قادر به جذب مقدار بیشتری رزین می باشد از این رو دانسیته پوششها بالا رفته و مسیر انتقال برای الکترولیت خورنده که باید از سیستم پوششی عبور تند کاهش می یابد به این ترتیب مقاومت بهتری در مقابل فرآیند خوردگی به سیستم می دهد.در آزمایشی دیگر مورفولوژی پوششها برای ۱۰۰۰ساعت در محفظه مرطوب مورد بررسی قرار گرفت. روی سطح با پوشش بدون نانو ذرات Fe۲o۳ ، تاول، ترک و حفراتی مشاهده می شود که به معنای تخریب پوشش در محیطهای مرطوب است با وجود نانو Fe۲o۳ در سیستم پوششی هیچگونه عیبی مشاهده نمی شود. البته تنها در موردی که غلظت مناسبی از پیگمت با توزیع مناسب در ماتریکس پلیمری وجود داشته باشد این بهبود مشاهده می شود. اکسید آنها به خاطر خصوصیت ذاتی و سطح بالا به خاطر مقیاس نانو اثرات متقابل قوی با پایه ماتریکس پلیمری دارد که به موجب آن اجازه نفوذ آب به حد فاصل پوشش وزیر لایه را نمی دهد آزمایش دیگری که بر روی این نمونه انجام نشده است قرار دادن آنها در رمجاورت لامپ UV-B با طول موج ۳۱۳ نانومتر به مدت ۱۱۰ ساعت است در نمونه بدون ذرات نانو Fe۲o۳ بعد از ۳۰ ساعت حفرات و ترکهایی روی سطح ظاهر می شود که بیانگر تمایل پلیمر به شرکت در واکنش اکسیداسیون فتوشیمیایی پوشش است. با افزایش غلظت نانو Fe۲o۳ تمایل پلیمر به شرکت در واکنش اکسیداسیون فتوشیمیایی کاهش می یابد. به این ترتیب پوشش با افزودن حدود ۵۰۲ درصد تا ۵۰۳ درصد مقاومت خوبی در مقابل UV تا حدود ۱۰۰ ساعت نشان می دهد. این مساله احتمالاً به این دلیل است که ذرات در مقیاس نانو بطور موثری بجای پخش امواج UV آنها را جذب می کنند که خود محافظت پلیمر در برابر UV را تأمین می کند. مساحت سطح کوچک بر واحد حجم و جرم، اثر انسداد امواج UV را افزایش می دهد. البته باید به این مسأله نیز اشاره کرد که اضافه کردن نانو ذرات تأثیری در وضع پوششها ندارد که ممکن است بخاطر کوچکتر بودن اندازه ذرات نانو از طول موج نور مرئی باشد بدین ترتیب که هیچگونه بخش و بازتابی در دامه نور مرئی اتفاق نمی افتد خصوصیت محافظت در برابر نور UV نانو Fe۲o۳ می باشد که از ماتریکس پلیمری پایه در مقابل نور UV محافظت می کند. اگر مقاومت سایشی پوششها را به صورت تابعی از غلظت پودر نانو Fe۲o۳ نشان دهیم مشخص می گردد که پوشش دون نانو ذرات بیشتری افت وزن را دارد که بیانگر آسیب شدید مکانیکی آن می باشد. در حالیکه پوشش بدون نانو ذرات بیشترین افت وزن کمتری را نشان می دهد که نشانگر بهبود مقاومت سایشی پوششها می باشد. با مطالعه اثر افزایش نانو ذرات Fe۲o۳ روی مقاومت خراشی پوششها، مشاهده می گردد که روند افزایش مقاومت خراشی با افزایش غلظت نانو Fe۲o۳ به صورت نمودداری خطی می باشد.به این ترتیب با اضافه کردن حدود ۵۰۳ درصد نانو Fe۲o۳ به پوششهای آلکیدی آبی، این پوششها مقاومت بسیار خوبی در مقابل خوردگی در محیط های مرطوب و خورنده و همچنین مقاومت در مقابل امواج UV پیدا خواهند کرد در حالیکه مقاومت در برابر سایش و خراش را نیز افزایش می دهد. بهبود خواص مکانیکی و مقاومت حرارتی با اضافه کردن نانو ZNO در پوششهای آلکیدی آبی سیکلوئی بسیاری از اجزاء صنعتی در حرارتهای بالا در اثر شوکهای حرارتی آسیب می بینند که محافظت آنها از این آسیب ها با استفاده از پوششهای آلی مقاوم حرارتی قابل حصول است. پوشش های بر پایه سیکلوئنی یا بهبود یافته با سیلکیون بخاطر پایداری حرارتی بالا و استحکام باند si-o-si و مقاومت در برابر خوردگی بطور وسیعی استفاده می گردد.همچنین این پوششها با پیگمنتهای تجاری مثل کربن و اکسید تیتانیوم جهت بهبود خواص مکانیکی و پایداری حرارتی ارتقاء یافته اند. اگرچه مقدار استفاده از این پیگمنتها بالا می باشد و شفافیت آن نیز حفظ نمی شود با افزایش تقاضا برای پوششهای سازگار با محیط زیست، ارزان قیمت و شفافیت با مقاومت مکانیکی و حرارتی عالی، گسترش و بهبود این پوششها مهمترین معیار برای رقابت میباشد. استفاده از فناوری نانو در این صنایع بسیاری از این مشکلات را آسان کرده است ذرات نانو به عنوان افزودنی در پوششها جهت بهبود پایداری حرارتی پلیمرها، افزایش مقاومت در برابر خراش و سایش پوششها بدون اختلاف در خواص نوری و ... به اثبات رسیده است. تحقیقاتی روی اثر اضافه کردن نانو zno روی پوششهای الکیدی آبی سیلیکونی صورت گرفته است در این تحقیق نانو zno با متوسط ذرات ۲/۵nm و مساحت سطح ۳qm۲g-۱ با مقادیر متفاوت به رزین آلکیدی آبی سیلیکونی اضافه شده است با افزودن ترکیبات نانو به پوشش دمای خشک شدن کاهش می یابد و همچنین مقدار گرمای آزاد شدن ناشی از خشک شدن افزایش می یابد. این مسأله نشان می دهد که فعل و انفعال بین نانو zno و پلیمر، خشک شدن پوششها را بهبود می بخشد. بررسی مورفولوژی سطح به روشنی نشان می دهد که تمام پوششها بدون حفرات ریز یکنواخت و بدون ناهمگنی می باشند. تضاد کمی نقاط سفید غیر یکنواخت در کل سطح پخش شده اند که شاید ناشی از شکل گیری نانو ذرات خرد نشده باشد. هرگونه ایراد یا حفره که در پوشش الکیدی سیلیکونی با اضافه کردن ذرات نانو zno محو می گردد. پوششها تحت حرارت c ۳۵۰ به مدت ۱۰ دقیقه قرار گرفته و پس از آن با آب خنک شده اند. این آزمایش طی ۱۰ سیکل انجام گرفت بعد از هر سیکل پوشش کاملا سالم می باشد و هیچگونه شکل گیری کربن روی سطح مشاهده نمی شود و تنها تعدادی تغییر رنگ مشاهده می گردد آنالیز ترموگراویمتری نیز پایداری حرارتی پوششها را تأیید می نماید با بررسی منحنی tg سیستم پوششها با و بدون ذرات نانو zno تمام سیستمها افت وزنی را نشان میدهد که به خاطر از دست آب می باشد تا c ۳۵۰ هیچگونه افت وزن قابل ملاحظه ای مشاهده نمی شود که نشانگر پایداری حرارتی پوششها می باشد این پایداری ناشی برهم کنش بین رزین و مساحت سطح بالای نانو ذرات zno و شکل گیری ترکیبات نامو پایدار میباشد بررسی مورفولوژی سطح پس از حرارت دیدن برای پوشش های با و بدون نانو zno نشان می دهد که در پوشش فاقد نانو ذرات مقداری تغییر فرم در پوشش مشاهده می شود که ناشی از پایداری ضعیف در برابر شوکهای حرارتی میباشد. ظاهری با توزیع غیر یکنواخت نقاط از هم گسیخته در ساختار پوشش می تواند ناشی

مهندس سیاوش قره ویسکی

از آغاز شکل گیری محصولات اکسیدی می باشد این مسأله ظاهرا به خاطر شکستن پیوندهای چسبندگی بین زیرلایه و پوشش واکسیداسیون زیر لایه استیل می باشد. با مشارکت نانو ذرات zno هیچگونه تغییر شکل مشاهده نمی شود که می تواند به ترکیب اثر رزین الکیدی سیلیکونی و اثر حفاظت حرارتی نانو zno نسبت داده شود که به خاطر باقی ماندن طبیعت سرامیکی آن در معرض حرارت می باشد. آزمایش سایش جهت تعیین مقاومت سایشی پوششی انجام گرفته است. حدود ۱۰۰۰ سیکل روی نمونه های پوشیده شده انجام گرفته و افت وزنی اندازه گیری شده است اگر افت وزنی بصورتی تابعی از غلظت نانو ذرات zno نمایش داده شود مشخص می گردد که با افزایش غلظت نانو ذرات zno در نمونه، کاهش وزن به تدریج کاهش می یابد که می تواند بر پایه زبری سطح باشد. پوشش الکیدی سیکلوئنی، بدون نانو ذرات zno تراکم شبکه ارتباط پلیمر کمتری دارد که سطح زبرتری را ایجاد میکند این سطح زبر به سادگی فرسوده می شود اما زمانی که نانو ذرات zno به پوشش سطح اضافه می شوند زبری سطح کاهش می یابد به این ترتیب که تعداد پیوندهای بین ذرات و پلیمر با افزایش غلظت نانو zno افزایش می یابد. در مورفولوژی سطح مربوط به پوشش بدون نانو ذرات مشاهده می شود که سطح کاملاً سانیده شده به طوریکه زیر لایه کاملاً مشخص است.حضور نانو ذرات zno در پوشش مورفولوژی سطح بخاطر افزایش تغییر می کند به طوریکه این پوششها نسبت به پوشش بدون نانو ذرات متراکم تر بوده و کمتر سانیده می شود. این تراکم با افزایش غلظت نانو zno افزایش می یابد. بهبود در مقاومت سایشی را می توان به ترکیب اثر رزین شبکه ای و نانو اکسید روی نسبت داد. همچنین می توان گفت که عمل کاتالیستی عنصر روی درواکنش خشک شدن به شکل گیری یک پوشش شبکه ای سخت پیچیده کمک می کند این نشان می دهد که برهم کنش در حد فاصل بین نانو zno و ماتریکس پایه قوی است که اغلب بهبود خواص مکانیکی ماتریکس پایه می باشد. آزمون خراش نیز روی غلظت خاک مختلف نانو ذرات zno در پلمر صورت گرفته است.این آزمایشات نشان می دهد که با افزایش غلظت نانو zno در نمونه ها خواص مقاومت خراشی نیز افزایش می یابد که به معنای تمایل تغییر فرم سطح پوشیده شده در مقادیر بالا بیشتر از پلیمر پایه می باشد بنابراین یک منحنی صعودی حاصل می شود این مسأله می تواند به پیوند شبکه ای قوی بین پوشش آلکیدی ارتقاء یافته سیکلیونی و نانو ذرات zno که مقاومت بیشتری در مقابل خراش را تأمین می کند خراش روی حد فاصل در معرض کششهای برشی بسیار بالا اتفاق می افتد زمانیکه کشش برشی بیشتر از کشش تسلیم میباشد پلیمر شروع به تغییر شکل می کند در طول آزمایشات خراش مواد برآمدگی در طول خراش ایجاد می گردد که به خاطر تغییر شکل پلاستیک پوشش می باشد اندازه برآمدگی به طور مستقیم به مقدار با مورد استفاده جهت ایجاد خراش بستگی دارد در مطالعات نوری به طور واضح مشاهده می شود که با افزایش غلظت نانو ذرات zno در نمونه ها شیارهای خراش کمتر تغییر فرم میدهد که بیانگر بهبود در خواص مقاومت در برابر خراش پوشش می باشد. به این ترتیب با افزودن مقداری در حدود ۰/۳ درصد باعث بهبود خواص مقاومت حرارتی، سایشی و خراش می گردد که آنرا برای کاربردهایی نظیر صنایع گوناگون اتومبیل، کوره ها، گرمخانه ها و کوره های بزرگ و دیگر موقعیتهایی که فلز در مجاورت دمای بالا قرار می گیرد مناسب می نماید.

ادامه دارد