Archive of SID

شانزدهمین سمینار ملی مهندسی سطح

بهمن‌ماه ۱۳۹۴

انجمن علوم و تکنولوژی سطح ایران

به کار گیری پوشش های الکترولِس نیکل برای آبکاری قطعات بالگرد

محمّدرضا مقصودلو[1]، احمد عشوری، مجید منصوری مقدّم، خسرو صادقی

[1] شرکت پنها (کارشناسی ارشد)

چکیده

قطعات Support و Sleeve در مجموعه Swashplate بالگردها پس از مرور زمان و بر اثر استفاده ازآن دچار سایش شده و نیاز به بازسازی قطعات وجود دارد. پوشش اوّلیه این قطعات از نوع آنودایز سخت می باشد. در این مقاله به بررسی پوشش دهی الکترولس نیکل با فسفر پایین و پوشش دهی الکترولس نیکل-تفلون بر روی قطعات Support و Sleeve در مجموعه Swashplate به عنوان راهکاری برای بازسازی این قطعات در بالگردهای ۲۱۴ و ۲۰۶ می پردازیم.

واژه‌های کلیدی: Support Swashpalte، بالگرد ۲۱۴، بالگرد ۲۰۶، الکترولس نیکل، تفلون.

[1]. Ebrahimi@email.com

www.SID.ir

Archive of SID

مقدّمه

آبکاری الکترولِس نیکل برای پوشش دهی نیکل بدون استفاده از جریان الکتریسیته می باشد. در این فرآیند احیای یون های نیکل به کمک هیدروفسفیت، بورو هیدرید و غیره صورت می پذیرد. این پوشش به خاطر مقاومت به خوردگی و سایش مناسب عموماً به کار برده می شود. از مزایای این پوشش می توان به مقاومت خوب به خوردگی و سایش، یکنواختی عالی، قابلیت لحیم کاری و هزینه پایین نیروی کار اشاره نمود. همچنین از محدودیت های روش می توان به قیمت موادّ شیمیایی بالا، قابلیت جوشکاری کم، سرعت آبکاری پایین نسبت به سایر روش های آبکاری اشاره نمود. در مجموع این آبکاری قابلیت استفاده بر روی فولادها، فولاد ضدّ زنگ، و فلزاتی نظیر مس، برنز، تیتانیوم، منیزیوم و آلومینیوم را دارد.

قطعات Support و Sleeve در مجموعه Swashplate قرار دارند و دارای پوششی از جنس آنودایز سخت هستند. این پو شش با گذ شت زمان ساییده شده و نیاز به ترمیم پیدا می کند (شکل۱ را ببینید). یکی از روش ها برای ترمیم این پو شش ا ستفاده ازآبکاری الکترولس نیکل می با شد که در بالا به آن ا شاره شد. در بین پو شش های الکترولس نیکل پوشش های دارای فسفر پایین از سختی بالایی برخوردار و تحمّل سایش را دارند. این پو شش ها به تنهایی و به صورت ترکیبی با تفلون قابل ا ستفاده هستند. ا ستفاده از تفلون در کنار الکترولس نیکل به خاطر خاصیت روانکاری تفلون می باشد[1].

در این مقاله به بررسی پو شش های الکترولس با فسفر پایین و الکترولس نیکل-تفلون و کاربرد آن برای پو شش دهی بر روی قطعات Sleeve, Support مجموعه Swashplate بالگردهای ۲۱۴ و ۲۰۶ می پردازیم. در شکل ۲ این قطعات مربوط به بالگرد ۲۰۶ نشان داده شده ا ست همچنین قطعات به صورت مجموعه در شکل ۳ نشان داده شده است.

پوشش های الکترولس با میزان فسفر پایین:

الزامات استانداردی پوشش های دارای فسفر پایین دارای مشخّصات زیر می باشند:

این پو شش باید ظاهری یکنواخت وپیو سته دا شته با شد و در آن هیچ گونه لایه لایه شدن و برآمدگی م شاهده نگردد.

ترکیب: میزان فسفر پوشش داده شده نباید بیشتر از ۸ درصد باشد.

چسبندگی: در این پوشش نباید زیر میکروسکوپ با بزرگنمایی 6x هیچ گونه جدایی مشاهده گردد.

مقاومت به خوردگی: قطعات یا نمونه تست های پوشش داده شده با ضخامت بیش از ۲۵ میکرون باید مقاومت به خوردگی ۴۸ ساعت اسپری نمک طبق استاندارد ASTM B117 [2]داشته باشد.

این پوشش دارای سختی قابل قبولی برای استفاده بر روی قطعات مذکور یعنی تا حدود ۷۰۰ ویکرز دارا می باشد.

مقاو مت به سایش :۱۰میلیگرم بدون عملیات حرارتی ۹میلیگرم بعد از یک ساعت عملیات حرارتی در دمای۴۰۰درجه سانتیگراد(با روش تست سایش Taber با Grinding roller cs 10) بعد از ۱۰۰۰ دور.

www.SID.ir

Archive of SID

پوشش های الکترولس نیکل -تفلون :

این آبکاری همانگونه که شماتیکی از آن در شکل ۴ نشان داده شده است در واقع دو مرحله آبکاری متوالی می باشد که در آن ابتدا آبکاری الکترولس نیکل انجام سپس بلافاصله پوشش کامپوزیتی نیکل تفلون بر روی آن انجام می پذیرد. از مشخّصات عمومی این پوشش می توان به مقاومت به سایش، انعکاس پایین و مقاومت به خوردگی اشاره نمود. این پوشش دهی بر طبق استاندارد AMS 2454 [3] انجام می پذیرد. مشخّصات و الزامات این پوشش عبارتند از:

مقاومت به خوردگی: بر اساس تست اسپری نمکی مطابق با استاندارد ASTM B117 و بر اساس کلاس های مختلف پوشش می تواند تا ۲۰۰۰ ساعت نیز مقاوم به خوردگی می باشد.

سختی: این پوشش نباید سختی کمتر از HK25 ۳۰۰ داشته باشد.

از مشخّصات خاص این پوشش خاصیت روانکاری آن است که در شکل۵ به آن اشاره شده است.

مواد و روش تحقیق

کلیّه مواد مورد مصرفی در این مقاله در مقیاس صنعتی تهیّه و آزمایشات نیز بر پایه آن انجام پذیرفته است.

نتایج و بحث

در خصوص باز سازی قطعات داینامیک بالگرد که فلز پایه آنها آلیاژهای آلومینیوم بوده و به لحاظ طبیعت کاری قطعه که معمولاً در معرض سایش هستند، این قطعات دارای پوشش آنودایز سخت بوده که عموماً لایه پوشش آسیب دیده و قطعات زیادی بدین شکل از سیکل خدمت خارج و منتظر باز سازی با روش مناسب و استاندارد هستند که به قطعه اصلی آسیبی نرساند و یا روی خواص آن تأثیر منفی نداشته باشد.

با توجه به اینکه فی الواقع آنودایز سخت یک لایه اکسید آلومینیوم می باشد که در یک الکترولیت اسیدی و با اعمال جریان در شرایط دمای حدود c ° ۰ بوجود می آید و دارای سختی حدود 60-70HRC می باشد که بالطبع پوشش به لحاظ سختی بالا بوده و مستعد ترک می باشد و از طرفی به لحاظ پیوند طبیعی پوشش با فلز پایه در صورت بروز ترک در پوشش امکان رشد ترک در فلز پایه و نهایتاً شکست قطعه متصور می باشد و به همین لحاظ در BPS 4387 ذکر گردیده که Fatigue Life قطعه ٪۲۰ تا ٪۶۰ کاهش می باید از طرفی چون خود قطعه در ایجاد لایه پوشش و تشکیل فیلم اکسید آلومینیوم شرکت می کند معمولاً نصف ضخامت نهایی پوشش در اثر اشتراک خود فلز پایه انجام می شود در نتیجه برای آنودایز سخت مجدد حتماً از لحاظ ابعادی مشکل خواهیم داشت (حدود " ۰,۰۰۱ در شعاع و " ۰,۰۰۲ در قطر کاهش ابعاد).

با توجّه به مراتب فوق و این مطلب که علاوه بر آنودایز سخت برروی بعضی از این قطعات (مانند Support بالگردSH-3D) پوشش تفلون نیز اعمال گردیده، لذا آبکاری نیکل تفلون به عنوان یک جایگزین مناسب به نظر می رسید، لذا پوشش پایه الکترولس نیکل با فسفر کم باسختی حدود ۷۰۰ ویکرز و نهایتاً یک پوشش کامپوزیتی نیکل تفلون که فی الواقع یک فیلم روانکار می باشد برای این موضوع انتخاب گردید لازم به ذکر است که

www.SID.ir

Archive of SID

برروی پوشش پایه انواع پوشش های کامپوزیتی شامل SIC, WC, DIAMOND, TIC و می تواند اعمال گردد.

در ادامه پوشش نیکل تفلون برروی یک Support بالگرد ۲۱۴ اعمال و پس از چهار و نیم ساعت پرواز به علّت اینکه (MRT(Mandatory Repair Time قطعه پایان یافته بود، از روی بالگرد باز شد تنها نکته منفی موجود remove شدن بخشی از تفلون بود که سبب شد تا حدودی Friction کاهش یابد. در شکل ۶ قطعه Support از مجموعه Swashplate بالگرد ۲۱۴ با پوشش الکترولس نیکل – تفلون نشان داده شده است.

با بررسی های آزمایشگاهی مشاهده گردید که اعمال پوشش کامپوزیتی نیکل تفلون، با کاهش سختی سطحی باعث به وجود آمدن این موضوع شده است که در شکل ۷ نتایج آزمایشگاهی اعمال این پوشش نشان داده شده است. همان گونه که مشاهده می شود اعمال پوشش کامپوزیتی نیکل-تفلون سختی را تا حدود ۲۳۰ ویکرز کاهش داده است که مویّد نتیجه به دست آمده از به کار گیری قطعه دارای این پوشش بر روی Support می باشد.

در ادامه کار این تست بر روی قطعات Support و Sleeve بالگرد ۲۰۶ که برروی مجموعه Swashplate نصب می گردند، انجام گردید، یک عدد از هر کدام از این قطعات تحت آبکاری نیکل تفلون قرارگرفت که پس از دو ساعت و نیم پرواز به علّت سختی فرامین، این قطعات از روی بالگرد باز و مورد بازرسی قرارگرفت و مشخّص گردید که علّت سختی فرامین چسبندگی تفلون پوشش بر روی Bearing Set هایی که برروی Support و Sleeve حرکت می کنند بوده و در نتیجه به جای تسهیل حرکت، باعث کندی حرکت آنها گردیده است. لذا یک نمونه Support و Sleeve بالگرد ۲۰۶ انتخاب و پس از زدودن پوشش آنودایز سخت آسیب دیده، این بار صرفاً الکترولس نیکل با فسفر کم طبق استاندارد AMS 2405 به میزان ۵۰ میکرون برروی آنها اعمال و پس از پولیش بر روی Swashplate نصب و پس از تست Friction بر روی بالگرد نصب که حدود ده ساعت در مجموعه پنها پرواز نمود. در این مدّت پوشش بازرسی و تحت نظر بود و بر روی آن تست های لازم انجام گردید تا به تایید کنترل کیفیت برسد. پس از طی مراحل تست عملکردی و تایید شدن این پوشش بالگرد مورد نظر تحویل مشتری گردید. که طبق آخرین اطلاعات دریافتی حدود ۶ ساعت و نیم نیز در مسجد سلیمان پرواز نموده و مقرر گردیده که پس از ۲۵ ساعت مجدداً Friction گیری می شود ، جهت احیای قطعات داینامیک بالگرد که پوشش آنودایز سخت آنها آسیب دیده بود، تعدادی از Sleeve های موجود نیز تحت این آبکاری قرارگرفت که پس از پوشش دهی و تست Friction تحویل انبار خواهد گردید. لازم به ذکر است که Friction قطعات پس از ده ساعت پرواز تغییری نکرده بود .

همچنین از مزایای این پوشش آنست که چون قابلیت این را دارد که پس از یک ساعت عملیات حرارتی در دمای 400^0c به سختی ۱۱۰۰-۱۰۰۰ ویکرز می رسد. می تواند برروی قطعاتی استیل که نیاز به کروم سخت دارند اعمال، ابتدا پس از اعمال پوشش ماشینکاری(در شرایط راحت تر و با سرعت بیشتری انجام) وسپس

www.SID.ir

Archive of SID

عملیات ســخت کاری بر روی آنها انجام گردد و مضــافاً به اینکه این روش مضــرّات کروم ســخت را به لحاظ زیست محیطی نخواهد داشت .

نتیجه‌گیری

۱. با عنایت به ارزیابی عملکرد پو شش الکترولس نیکل با فسفر کم، جایگزینی پو شش آنودایز سخت بر روی قطعات Support وSleeve در بالگرد ۲۰۶ با پوشــش الکترولس نیکل، اعمال این پوشــش، راهکاری منا سب در جهت احیای قطعات داینامیک بالگرد که پو شش آنودایز سخت آنها آ سیب دیده است، می باشد.

۲. پوشش های الکترولس نیکل – تفلون نتایج رضایت بخشی در عمل نداشتند و نمی توان آن را به عنوان پوششی جایگزین اعمال نمود زیرا که تحمّل اعمال نیروی زیاد را ندارند.

تشکر و قدردانی

از مسئولان و مدیران شرکت پنها به خاطر فراهم نمودن شرایط تحقیقاتی کمال تشکّر و قدردانی را داریم.

مراجع

1. Catherine M. Cotell, James A. Sprague, and Fred A. Smidt, Jr, ASM metals handbook, vol. 5, 1994, ASM International
2. ASTM B117, Standard practice for operating salt spray (fog) apparatus
3. AMS 2454, Plating, electroless nickel, codeposited with polytetrafluoroethylene (PTFE)
4. AMS2405, Electroless Nickel Plating,Low Phosphorus.

www.SID.ir

Archive of SID

شکل ۱: نمونه Support بالگرد ۲۱۴ که معیوب شده است و نیاز به احیا دارد.

www.SID.ir

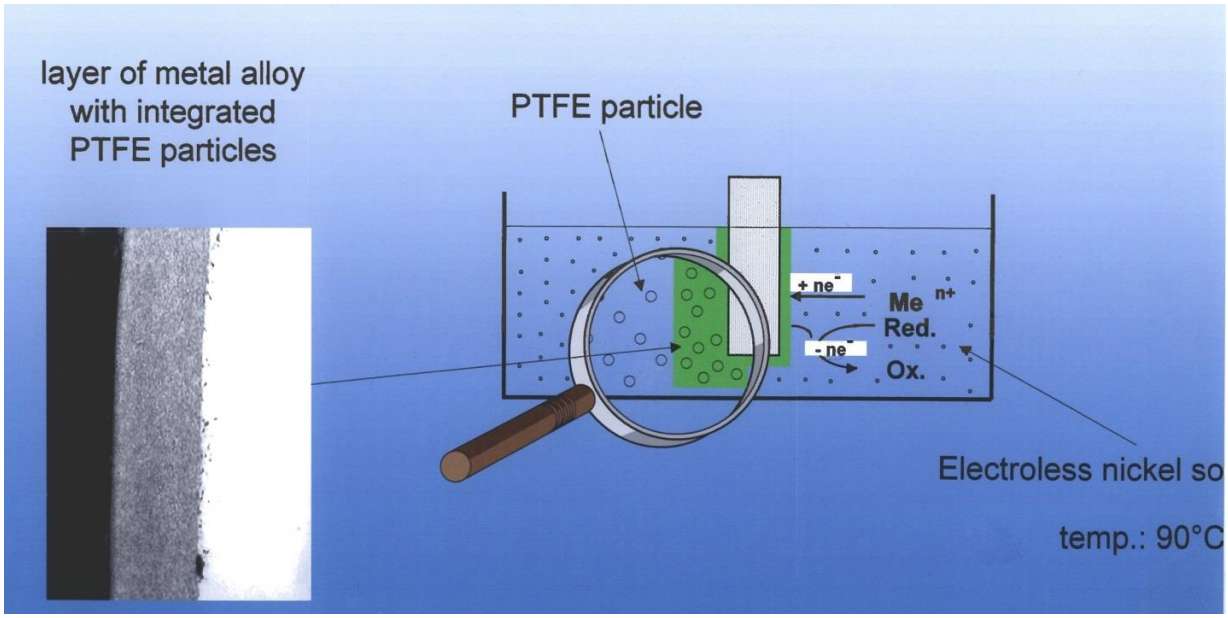
Archive of SID

شکل۲: قطعات Support و Sleeve بالگرد ۲۰۶

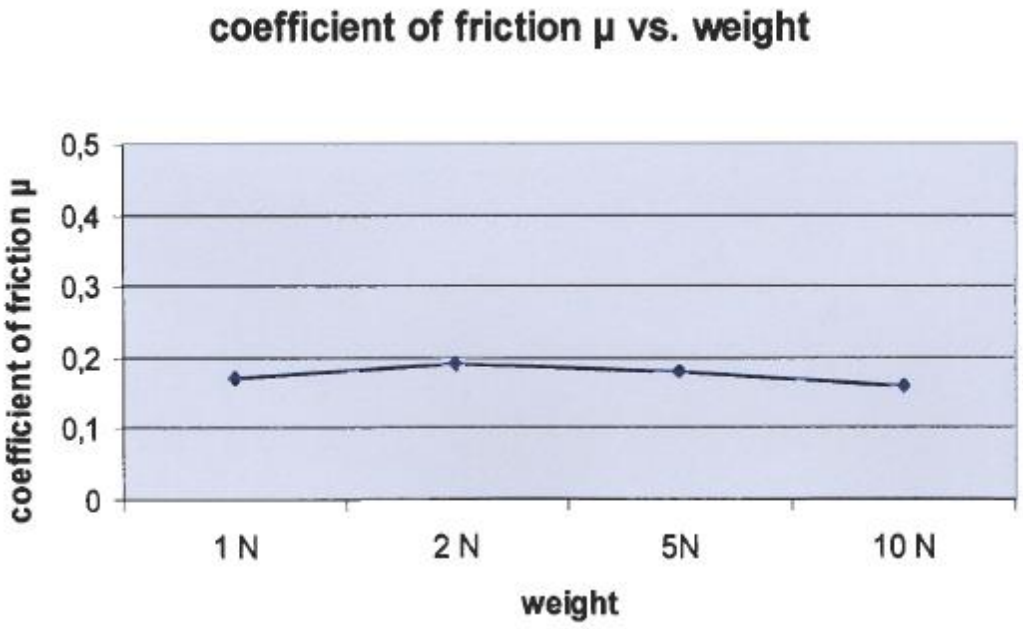
شکل۳: قطعات Support و Sleeve در مجموعه Swashplate

www.SID.ir

Archive of SID



شکل۴: شماتیکی از فرآیند آبکاری الکترولس نیکل-تفلون



شکل۵: تست ضریب اصکاک بر روی نمونه دارای پوشش الکترولس نیکل – تفلون

www.SID.ir

Archive of SID

شکل۶: قطعه Support از مجموعه Swashplate بالگرد ۲۱۴ با پوشش الکترولس نیکل – تفلون

Electroless nickel- PTFE

	نمونه با روکش روشن (دیلکز)	نمونه با روکش تیره (دیلکز)
ascoated	600 – 670	230 – 240
4hr-300°C	830 – 870	270 – 290
26hr-150°C	720 – 760	220 – 240

لازم به توضیح است نتایج به دلیل درخواست مشتری در عدم پولیش تعمیرات

نام انجام دهنده آزمایشات: مهدی

نام تأئید کننده عملیات :

تاریخ تمدید مصرف

شرایط نگهداری

پیتما
مرکز اندازه‌گیری، آزمون و کالیبراسیون
آزمایشگاه متالوژی

HSRC 410 7540 C1 4100011 شهریور ۱۳۹۹

شکل ۷: نتایج سختی سنجی نمونه الکترولس نیکل-تفلون(ستون سمت راست)

www.SID.ir