

تاثیر محلول نانو پودر در افزایش عمر مفید روغن و تجهیزات

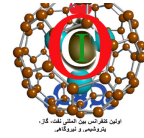
یونس یوسفی^۱

مربی - دانشگاه آزاد اسلامی واحد امیدیه

چکیده

در این پژوهش به تاثیرات محلول نانو پودر مس در افزایش روانکاری و خنک کاری تجهیزات و بهبود عمر روغن و قطعات پرداخته شده است و با توجه به اهمیت یاتاقان ها در صنعت و نقش روانکار ها در عملکرد یاتاقانها، لزوم بررسی آنها بیش از پیش مورد توجه قرار گرفته است. با توجه به افزایش هزینه ها در تعویض روغن و تجهیزات و کاهش زمانهای تعمیر و نگهداری، بهینه سازی و افزایش عملکرد روانکار ها بسیار مورد توجه قرار دارد. محلول نانو سیال مس در این پژوهش به عنوان روانکاری موثر در افزایش خواص روغن در بهتر انجام دادن وظایف روانکاری و خنک کاری مورد توجه قرار گرفته است. در این پژوهش تاثیرات سرعت دورانی و نیروی شعاعی بر روی یاتاقان غلطشی مورد توجه قرار گرفته است، که این دو عامل از مهمترین عوامل در کاهش عمر یاتاقانها بدون توجه به شرایط روانکاری می باشد. و در سه حالت بدون حضور نانو پودر مس، با حضور نانو سیال و در حالت بدون روانکار دمای روغن و تجهیزات و میزان اصطکاک تولیدی آنها تحلیل و بررسی گردید و با توجه به نتایج مطلوبی که با حضور نانو سیال مشاهده گردید، می توان از تاثیر آن بر روی کاهش نیروی اصطکاک، افزایش نرخ انتقال حرارت و کاهش حرارت تجهیزات و سیال، که نقش بسزایی در افزایش روانکاری، عمر تجهیزات و روانکار دارد را نام برد. این مزایا نقش بسیار زیادی را می تواند در کاهش زمان تعمیرات و هزینه ها در صنعت به همراه داشته باشد.

واژه های کلیدی: نانو سیال - روانکار - عمر تجهیزات - یاتاقان



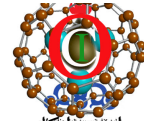
1- مقدمه

با توجه به مشکلاتی که اصطکاک بین قطعات در دستگاها می تواند بوجود آورد و سبب کاهش عمر مفید و یا عدم کارکرد آنها گردد، استفاده از روانکار ضروری است. روانکار های روغنی یکی از مرسوم ترین روانکارهای مورد استفاده در صنعت می باشند. بطوری که کاهش اصطکاک و ساییدگی با جدا نگه داشتن سطوح از یکدیگر مهمترین وظیفه آن می باشد. اما جلوگیری از تماس سطوح تنها وظیفه یک روانکار نمی باشد زیرا آنجایی که روانکار خود باید متحمل نیروهای برشی در هنگام حرکت باشد بایستی مقاومت روانکار در برابر تنش برشی ناچیز و یا حداقل در حدی به مراتب کمتر از نیروی مقاومت یا اصطکاک دو سطحی باشد که روانکار بین آنها قرار گرفته است. علاوه بر این حرارتی که در نتیجه لغزش ذرات روانکار بر روی یکدیگر ایجاد می شود و حرارت تولیدی ناشی از عملکرد دستگاه، بایستی با سرعت و به طور موثر از محل روانکاری منتقل شود بدون آنکه اثر نا مطلوبی بر سطوح در حرکت نسبی بگذارد. بنا براین یک روانکار خوب بایستی دارای قابلیت جذب و انتقال حرارت بالایی باشد. زیرا نا توانی در کنترل حرارت نقش عمده ای در کاهش عملکرد و عمر قطعات بر عهده دارد.

امروزه با توجه به ورود نانو تکنولوژی در عرصه های مختلف و همچنین حضور گروهی از آنها در انواع افزودنی های روغن می توان در این میان از نانو پودر مس به عنوان یکی از جدید ترین و موثر ترین این مواد نام برد. ویژگی های منحصر به فرد ذرات نانو پودر مس، موجب شده انواع و درجه های مختلفی از این ماده، کار برد های متنوعی را در بخش های مختلف صنعت به خود اختصاص دهند. نانو پودر مس بعنوان مکمل روغن، دارای خواصی است که می تواند در صورت ترکیب با روغن سبب کاهش میزان گشتاور برای ادامه حرکت، ضریب اصطکاک و سایش قطعات می شود.

نانو پودر مس به عنوان افزودنی به روغن، گریس و مایعات روانکار مورد استفاده قرار می گیرد، و با توجه به خواص فیزیکی ویژه نانو پودر مس و همچنین هدایت حرارتی آن، این مواد عملکرد بسیار خوبی در سیستم ها به عنوان خنک کننده خواهند داشت. افزودن نانو پودر مس به روغن باعث می شود که قابلیت انتقال حرارت روغن افزایش یافته و خاصیت خنک کنندگی آن بهبود یابد. روغن حاوی ذرات نانو پودر مس، دارای کارایی ویژه خواهد بود، که سازگاری با محیط زیست و عدم رسوب گذاری از خصوصیات آن می باشد.

هدف از این تحقیق بررسی تاثیر نانو پودر مس در افزایش خواص فیزیکی و شیمیایی روغن به خصوص قابلیت انتقال حرارت می باشد. مقالات و کتابهای فراوانی در زمینه مهندسی نانو یا فن آوری های نوین نانو در ترکیب عناصر مختلف با ساختار نانو یا عناوین مشابه موجود می باشد. اما کمتر منبعی در مورد تاثیر نانو سیال در روانکاری و عمر تجهیزات و قطعات بصورت موازی مورد بررسی قرار داده باشد. خواص منحصر به فرد نانو سیالات که می توان قابلیت هدایت گرمایی بهتر نسبت به سوسپانسیون های معمولی و قابلیت غیر خطی بین هدایت نسبت به دما می باشد. [1] را نام برد این خواص استثنایی، به همراه پایداری، روش تهیه نسبتا آسان و ویسکوزیته قابل قبول باعث شده تا این سیالات به عنوان یکی از مناسب ترین و قوی ترین انتخابها در زمینه سیالات حاوی نانو ذرات اکسید فلزی مورد توجه قرار گیرد. تفاوت اساسی خواص نانو سیالات نسبت به سوسپانسیونهای معمولی از اندازه بسیار ریز ذرات پراکنده ناشی می شود. بسیاری از نیرو های موثر در ابعاد ماکرو، با کوچک شدن ذرات و کاهش سطح آن ها، تاثیر خود را از دست می دهند و جای خود را به نیرو های بین مولکولی می دهند. در مقیاس نانو نیرو های بین مولکولی تاثیر بیشتری نسبت به نیرو های هیدرو دینامیکی دارند و با توجه به اینکه خواص موجی شکل الکترون های داخل ماده و اثر متقابل آنها روی یکدیگر از جابجایی مواد در مقیاس نانو تاثیر می پذیرد، امکان کنترل و تغییر در خواص ذاتی مواد از جمله خواص گرمایی، الکتریکی، نوری، مغناطیسی و بار هسته ای و غیره بدون تغییر در خواص شیمیایی وجود دارد. [2] تاثیرات نانو سیالات که از ترکیب نانو ذرات با روغن حاصل شده اند بر روی انتقال حرارت و افزایش



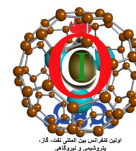
میزان روانکاری و کاهش اصطکاک در تجهیزات و قطعات متحرک اهمیت بسزایی دارد. [3,4] در یک تحقیق تاثیر نانو سیالات در خنک کاری و افزایش کمپرس در موتور های احتراق داخلی بررسی شده است. امروزه از نانو پودر های مختلفی در روانکارها جهت افزایش خواص روانکاری استفاده می شود. [5] همچنین تاثیر سیستم خنک کاری و انتقال حرارت با بکار گیری نانو سیال و مقایسه آن با امولسیون سیالات متداول بر روی دو قطعه فولادی و آلو مینیومی در تراشکاری مورد بررسی قرار گرفته است که پس از مقایسه فاکتورهای بهینه شده برای نتایج بدست آمده، بهتر بودن کیفیت سطح ماشین کاری و کاهش میزان سایش ابزار و همچنین کاهش زمان ماشینکاری و دما توسط نانو سیال مس نسبت به سیال معمولی بررسی شده است.

2- روش تحقیق

در این آزمایش از سه حالت مختلف استفاده گردید، که دو حالت روانکار معمولی با استاندارد API SG/CD و در حالت دوم از همان روانکار اول در حالت محلول با نانو پودر مس با خلوص 99 درصد استفاده گردید، و در حالت سوم از هیچگونه روانکاری در آزمایش مورد استفاده قرار نگرفت. آزمایش بر روی بال بیرینگ صورت پذیرفت، زیرا یکی از مهمترین یاتاقانهای مورد استفاده در صنعت این نوع یاتاقان می باشد و بررسی روانکاری و اصطکاک تولیدی در این یاتاقان و در نتیجه حرارت تولیدی ناشی از کارکرد آن اهمیت زیادی برخوردار است. و همچنین سهولت دسترسی به این نوع یاتاقان و استاندارد بودن ساخت و ابعاد آن از این یاتاقان استفاده گردید.

ابعاد یاتاقان مورد آزمایش که از نوع ساچمه ای به قطر داخلی و خارجی 8 و 20 میلیمتر و عرض 6 میلیمتر و با قطر ساچمه 4 میلیمتر بوده است. آزمایش با چهار سرعت دورانی 100 و 500 و 1000 و 1500 دور بر دقیقه و با توجه به قابلیت تحمل بار در این نوع یاتاقان، در دو حالت شعاعی و محوری، در این آزمایش در دو حالت با نیروی شعاعی معادل 25 کیلو گرم و بدون نیروی شعاعی بروی یاتاقان اعمال گردید. چگونگی آزمایش بدین ترتیب بود که یاتاقان توسط موتور الکتریکی جریان مستقیم که قابلیت تغییر دور را دارد از طریق محوری به قسمت داخلی یاتاقان متصل می باشد و بدلیل خاصیت اهرمی که موتور و اتصالات آن دارند با قرار گیری وزنه می توان نیروی شعاعی به محور و در نتیجه به یاتاقان وارد نمود. کل مجموعه به غیر از وزنه ها و موتور، درون محفظه ای قرار دارند، که توانایی نگهداری سیال روانکار را دارد و کل یاتاقان را در بر می گیرد. برای اندازه گیری دمای یاتاقان از دما سنج لیزری با دقت 0/1 درجه سانتیگراد استفاده شده و برای اندازه گیری دمای سیال از یک دما سنج دیجیتال شناور در سیال در فاصله 1 سانتیمتری از یاتاقان نصب شده که توانایی اندازه گیری دمای سیال هنگام کارکرد را دارا می باشد. دماهای ارایه شده میانگینی از دمای ثانویه منهای دمای اولیه در مدت زمان مشخص برای ایجاد شرایط برابر جهت اطمینان از صحت آزمایش می باشد.

در ابتدا دمای روغن و یاتاقان را اندازه گیری شده و مقادیر را ثبت کردیم. این دو دما بدلیل شرایط یکسان یاتاقان و روغن در محیط یکسان می باشد. سپس مجموعه در روانکار فرو میرود و شروع به انجام آزمایش با دوران و بارگذاری مشخص می کنیم. و پس از گذشت مدت زمان یک دقیقه موتور را متوقف کرده و دمای دما سنج دیجیتال و دمای یاتاقان توسط دما سنج لیزری ثبت می شود. برای اطمینان از صحت آزمایش برای هر یک از متغیر ها آزمایش با سه بار تکرار انجام پذیرفت. که آزمایش برای دو نوع روانکار ، روغن با استاندارد SAE 40 و API SG/CD با ذرات نانو پودر مس به نسبت 0/05 درصد وزنی و روانکار دوم روغن با استاندارد فوق اما خالی از ذرات نانو پودر مس و حالت سوم بدون روانکار انجام پذیرفت. برای 8 یاتاقان اول روانکار اول که حاوی نانو پودر مس بوده، استفاده گردیده و 8 یاتاقان بعدی در روغن بدون نانو ذرات و 8 یاتاقان آخر بدون روانکار، آزمایشها انجام پذیرفت. در حالت کلی 24 آزمایش طراحی گردید.

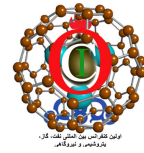


3- آزمایشات و نتایج :

اختلاف دما های ثبت شده نشان دهنده مقدار حرارت تولید شده و به شرایط تعادل رسیده در مدت زمان آزمایش می باشد جدول (1) نشان دهنده پارامترهای بدست آمده از آزمایش در سه حالت روانکاری می باشد. و با توجه به شرایط اعمال نیروی شعاعی و تعداد دوران در یک دقیقه و اختلاف درجه حرارتهای ثانویه در حالت روانکار همراه با نانو پودر مس، روانکار معمولی و بدون روانکار مشخص شده است. همانطور که در جدول مشخص می باشد هنگام اعمال نیروی شعاعی و سرعت دوران 1500 دور بر دقیقه و بدون استفاده از روانکار شاهد افزایش شدید حرارت هستیم. که افزایش دما یکی از مهمترین عوامل تخریب و فرسایش یاتاقان ها می باشد.

جدول(1) اختلاف درجه حرارت یاتاقان نسبت به روانکار در حالت دوم

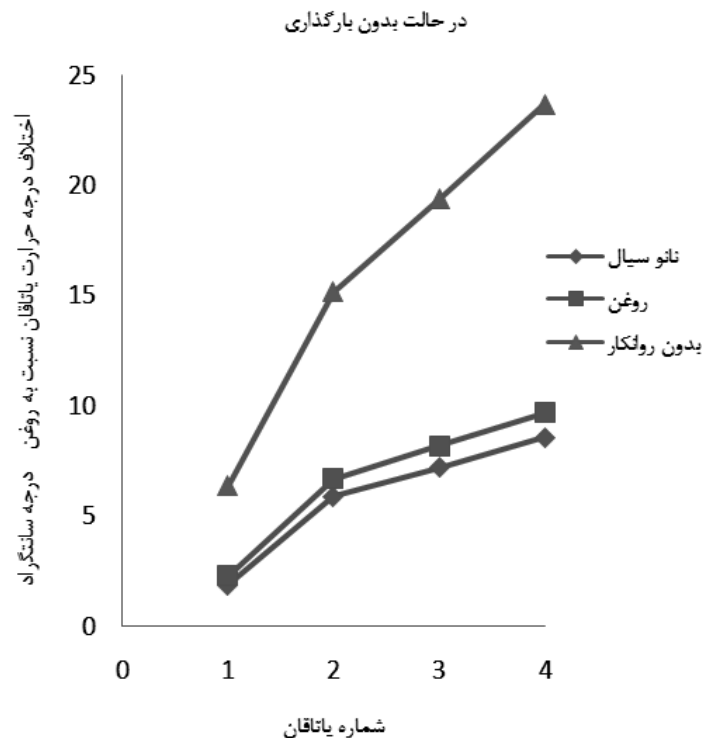
شماره یاتاقان	تعداد دور	نیروی شعاعی	روانکار	اختلاف دمای ثانویه روغن نسبت به ثانویه یاتاقان (سانتیگراد)
1	100	بدون نیرو	روغن + نانو پودر مس	1/9
2	500			5/9
3	1000			7/2
4	1500			8/6
5	100	25 کیلوگرم		4/4
6	500			6/1
7	1000			8/6
8	1500			9/4
1	100	بدون نیرو	روغن معمولی	2/3
2	500			6/7
3	1000			8/2
4	1500			9/7
5	100	25 کیلوگرم		4/8
6	500			7/5
7	1000			9/8
8	1500			10/5
1	100	بدون نیرو	بدون روانکار	6/4
2	500			15/2
3	1000			19/4
4	1500			23/7
5	100	25 کیلوگرم		10/4
6	500			22/6
7	1000			24/3
8	1500			27/6



مهمترین فاکتور مورد توجه در این تحقیق، بررسی چگونگی انتقال حرارت از یاتاقان به سیال روانکار می باشد، که به هر اندازه این انتقال حرارت بهتر صورت گیرد، شاهد کاهش کلی دمای روغن به دلیل قابلیت بهتر انتقال حرارت در سطوح مورد استفاده به این منظور هستیم و در نتیجه یاتاقان نیز در دمای کمتری به کار خود ادامه می دهد که این عامل می تواند نقش بسیار مهمی را در افزایش عمر کارکرد روغن و روانکار و یاتاقانها را در زمان کارکرد بر عهده داشته باشد.

4- نتیجه گیری

نتایج بدست آمده نشان می دهد که امکان افزایش انتقال حرارت و در نتیجه کاهش حرارت قطعات بدلیل ماندگاری کمتر حرارت درون آنها وجود دارد. این عامل سبب افزایش عملکرد قطعات و کاهش فرسودگی آنها خواهد بود. باتوجه به شکل (1) که بر اساس اختلاف در جه حرارت روانکار و یاتاقان و بر اساس شماره یاتاقانها می باشد، و در حالت بدون اعمال بار شعاعی رسم شده است کاملا نشان می دهد که در حالت بدون روانکار کمترین انتقال حرارت وجود دارد و در حالت استفاده از روانکار حاوی روانکار نانو پودر مس بهترین مقدار انتقال حرارت نسبت به استفاده از حالت روانکار معمولی بدست آمده است.

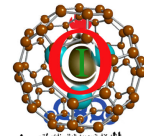


شکل 1- نمودار تغییرات درجه حرارت ثانویه در یاتاقانها در حالت بدون بارگذاری

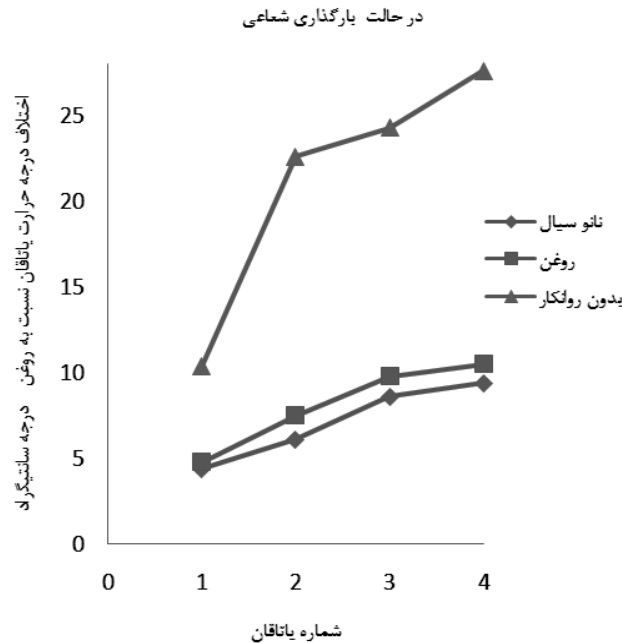
همچنین شیب تغییرات انتقال حرارت نسبت به افزایش دور در حالت روانکار حاوی نانو پودر مس کمتر از دو حالت دیگر است که این بیانگر کاهش حرارت ذخیره شده درون یاتاقان در زمان کارکرد در دورهای بالاتر نیز می باشد در شکل (2) با

اولین کنفرانس بین المللی نفت، گاز، پتروشیمی و نیروگاهی

مرکز همایش های بین المللی هتل المپیک تهران



اعمال پتروشیمی شمعایی 25 کیلو گرم شرایط واقعی تر می باشد و افزایش اختلاف دمای ثانویه بین یاتاقان و سیال روانکار کاملا نشان از افزایش اصطکاک در یاتاقان، که ناشی از بار شعاعی است می باشد، ولی روند کلی انتقال حرارت در این حالت نیز کاملا نشان می دهد که نانو سیال عملکرد بهتری نسبت به روانکار معمولی از خود نشان می دهد.



شکل 2- نمودار تغییرات درجه حرارت ثانویه در یاتاقانها در حالت بارگذاری شعاعی

تغییرات نقاط در نمودار و حالت های 1 تا 4 در هر دو نمودار بدلیل تغییراتی که در سرعت دوران در هر یاتاقان اعمال شده بوجود آمده است و با توجه به شیب نمودار در هنگام بارگذاری شعاعی هنگام استفاده از محلول نانو سیال نشان می دهد که با افزایش درجه حرارت نانو سیال عملکرد بهتری از خود نشان می دهد.

مراجع

- [1] Salonitis, K. Stavropoulos P. and Chryssolouris G., (2010), "Nanotechnology for the needs of the automotive industry". Int. J. Nanomanufacturing, Vol. 6, Nos. 1/2/3/4
- [2] Stefan R., (2008), "Nano Technology & applications" journal of script material, Volume: 66 10:25
- [3] Edwards P, (1999), "Mechanical Engineering System". J Thermal Phys Heat Transfer, 13:47480
- [4] Barron's J, Robert K, (2007), "Heat transfer", publication of book Elsevier
- [5] Sheng, W. M. Ashiri, I. K. Wei, X. L. Rosentsveig, R. Wagner H. D. Tenne, R., (2008), "In Situ TEM Measurements of the Mechanical Properties and Behavior of WS₂ Nanotubes", Nano Res 1: 22