Archive of SID

فصلنامهٔ علمی- پژوهشی تحقیقات موتور

تارنمای فصلنامه: www.engineresearch.ir

بررسی اثر اندازهٔ نانوذرات افزودنی و گرانروی سیال پایه بر روی پایداری پراکندگی نانوسیال آلومینا- روغن موتور

شکیبا رئیسیان[1*]، حمید خرسند[2]

[1] دانشجوی کارشناسی‌ارشد، دانشکده مهندسی و علم مواد، دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی ،تهران، ایران، Shakiba.raeisian.5475@gmail.com

[2] دانشیار، دانشکده مهندسی و علم مواد، دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی ،تهران، ایران، hkhorsand@kntu.ac.ir

* نویسندهٔ مسئول

چکیده

استفاده از یک روانکار مناسب برای سامانه‌هایی مثل موتورهای درون سوز که اجزای آنها به واسطهٔ حرکت نسبی که دارند دائماً در معرض اصطکاک و سایش هستند، امری حیاتی است. از آنجایی که بهبود خواص روغن موتور بر روی کارکرد بهتر موتور تأثیرگذار است، افزودن نانوذرات بدین منظور به عنوان راه‌حل پیشنهاد می‌شود. نانوذرات مورد بررسی در این مطالعه Al_2O_3 است که علیرغم خواص عالی آن اعم از رسانایی حرارتی قوی و مقاومت به سایش قوی سطح آن قطبی است. در این بررسی از اولئیک اسید به‌عنوان عاملی جهت اصلاح سطحی آن و تغییر قطبیت بهره گرفته شد تا بتوان پایداری پراکندگی نانوسیال متشکل از آن را بهبود بخشید. به منظور بررسی اثر اندازهٔ نانوذرات افزودنی و گرانروی سیال پایه بر روی پایداری پراکندگی نانوسیال، نانوذرات آلومینا در دو اندازه ذره ۶۰-۴۰ نانومتر و ۲۰ خریداری و اصلاح سطحی شدند و در سیال پایه روغن موتور با گرانروی 20w50 و 10w40 با غلظت یکسان ۰/۱wt٪ پراکنده شدند. با گذشت زمان از نمونه‌ها عکس‌برداری شد و نتایج نشان دادند که نمونه نانوسیال با سیال پایه که گرانروی بیشتری دارد (20w50) و متوسط اندازه ذرات آن بزرگ‌تر است (۶۰-۴۰ نانومتر) بیشترین پایداری به مدت ۳۶ روز را از خود نشان داد. بسیار ریز دانه شدن گَرد افزودنی مورد بحث پس از عملیات سطحی که تمایل به کلوخه شدن و رسوب کردن آنها را افزایش می‌دهد و همین‌طور گرانروی کمتر سیال پایه که بیانگر اصطکاک درونی کمتر سیال پایه است و لذا مانع رسوب کردن نانوذرات نمی شود، دلایل پایداری پراکندگی کمتر سایر نمونه‌های نانوسیال است.

اطلاعات مقاله

تاریخچهٔ مقاله:

دریافت: ۲۳ آذر ۱۳۹۸

پذیرش: ۲۹ بهمن ۱۳۹۸

کلیدواژه‌ها:

پایداری پراکندگی

گرانروی

اندازه ذرات

آلومینا

نانوسیال

تمامی حقوق برای انجمن علمی موتور ایران محفوظ است.

Downloaded from engineresearch.ir at 13:22 +0430 on Wednesday June 10th 2020

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from engineresearch.ir at 13:22 +0430 on Wednesday June 10th 2020

۱- مقدمه

امروزه توسعه صنعت روانکار یک بخش مهم از توسعه صنایع ماشینی و صنایع وابسته به آن شده است. آمار نشان می‌دهد تنها با یک افزایش ۱ یا ۲ درصدی در هزینه برای یک روانکاری بهتر می‌توان حدود ۱۵٪ از هزینه‌های اضافی یک خودرو را کاهش داد. ضمن اینکه استفاده از یک روانکار مناسب، فاصله زمانی تعویض روغن برای یک خودرو را زیاد می‌کند که این مسأله به حفظ محیط‌زیست و درنهایت حفظ منابع تجدیدناپذیر نیز کمک می‌کند و لذا این مسأله خود بیانگر اهمیت دانش فنی روانکارها است [۱].

استفاده از روغن موتور مناسب می‌تواند به صرفه‌جویی در مصرف بنزین و کاهش آلاینده‌های خروجی موتور و همچنین کاهش هزینه های تعمیر و نگهداری موتور کمک کند. روغن موتور دارای اثرات مختلفی است مثل:

۱) کاهش مقدار اصطکاک بین قطعات با حرکت نسبی با جدا سازی آنها به‌وسیله فیلمی از روغن. ۲) خنک‌کننده موتور و قطعات داخلی آن. ۳) حفاظت شیمیایی قطعات با پوششی از نوع ترموشیمی و معلق نگه‌داشتن مواد خورنده خاص از ترکیب روغن و سوخت در شرایط احتراق. ۴) عمل آب‌بندی قطعات در تماس با در محیط متضاد جهت جلوگیری از نفوذ گازها و سیالات حاوی ذرات. ۵) حمل ذرات ناشی از فرسایش اجزای موتور از بین قطعات متحرک و جمع‌کردن آنها در دیواره صافی [۲].

یکی از روش‌های کاهش بیشتر اصطکاک درون موتور می‌تواند با استفاده از توزیع نانوذرات در روغن موتور صورت گیرد. با توجه به نقش پرکنندگی نانوذرات، افزودن آنها به روغن موتور سبب پرکردن سطوح ناصاف اجزای موتور و کاهش اثر اصطکاک و سائیدگی و در نتیجه پائین‌آمدن دمای موتور می شود. این اثر نانوذرات همراه با نقش روان‌کنندگی روغن موتور باعث کاهش مصرف سوخت و آلاینده‌های خروجی در خودروها می شود [۳].

با گذر از میکروذرات به نانوذرات با تغییر برخی از خواص فیزیکی روبه‌رو می‌شویم که دو مورد مهم از آنها عبارت‌اند از افزایش نسبت مساحت سطحی به حجم و ورود اندازه ذره به قلمرو اثرات کوانتومی. افزایش نسبت مساحت سطحی به حجم که به تدریج با کاهش اندازه ذره رخ می‌دهد باعث غلبه یافتن رفتار اتم‌های واقع در سطح ذره به رفتار اتم‌های درونی می‌شود.

این پدیده بر خصوصیات ذره در حالت انزوا و بر تعاملات آن با دیگر مواد اثر می‌گذارد. افزایش سطح، واکنش‌پذیری نانوذرات را به شدت افزایش می‌دهد زیرا تعداد مولکول‌ها یا اتم‌های موجود در سطح در مقایسه با تعداد اتم‌ها یا مولکول‌های موجود در توده نمونه بسیار زیاد است به گونه‌ای که این ذرات به شدت تمایل به کلوخه‌ای شدن دارند [۵ و ۴].

در بین نانوذرات افزودنی مطالعه شده تاکنون، اکسید آلومینیوم با اضافه شدن به سیال پایه سبب بهبود خواص آن مانند افزایش در هدایت حرارتی، کاهش ضریب اصطکاک و بهبود در رفتار تریبولوژیکی می شود. اکسید آلومینیوم یا آلومینا یکی از مواد سرامیکی مهم است که از خانواده ترکیبات غیرآلی با فرمول شیمیایی Al_2O_3 است. این اکسید یک اکسید آمفوتر است و از خود خواص قطبی نشان می‌دهد و یکی از نانوذراتی است که به طور گسترده در زمینه نانوسیالات استفاده شده است [۶].

از جمله خواص عالی آلومینا می‌توان به استحکام قوی در دمای گرم، سختی قوی، مقاومت به سایش قوی، رسانایی حرارتی قوی، مقاومت در برابر شوک حرارتی، مقاومت در برابر حملات شیمیایی حتی در دمای گرم، نقطه ذوب بالا و خنثی بودن از نظر شیمیایی اشاره نمود [۷].

آلومینا به دلیل داشتن نقطه ذوب بالا، کانال‌های یکنواخت، مساحت سطح زیاد و توزیع اندازه منافذ یکنواخت دارای کاربردهای وسیعی در صنعت و پژوهش است. هم‌چنین بدلیل داشتن منافذ، مقاومت حرارتی قوی و قیمت خوب به عنوان واکنشگر و پایه واکنشگر در صنعت شیمی مورد استفاده قرار می‌گیرد. آلومینا دارای حالت‌های کریستالی مختلفی به نام‌های دلتا (δ)، گاما (γ)، تتا (θ) و آلفا (α) است که درنهایت با افزایش دما تمام حالت‌ها به پایدارترین حالت ترمودینامیکی یعنی آلفا (α) ختم می‌شوند.

مهم‌ترین ساختار آلومینا که بیشتر به عنوان واکنشگر در صنایع نفت، خودرو و ساختارهای کامپوزیتی برای هوا و فضا و پوشش‌های عایق و پایداری حرارتی مورد استفاده قرار می‌گیرد، آلومینا گاما است. آلومینا گاما به دلیل دارا بودن مساحت سطح زیاد و مراکز اسیدیته لوئیس در سطح آن بیشترین کاربرد را صنعت واکنشگر دارد [۹ و ۸].

علیرغم تمام مزایای مذکور، سطح نانوذرات آلومینا همچون سطح اکثر نانوذرات سرامیکی قطبی بوده و طبیعت آب‌دوست داشته و این امر دلیل پراکنده نشدن آن در محیط‌های آلی است.

یکی از روش‌های غلبه کردن بر این محدودیت ذاتی آنها استفاده از اصلاح‌کننده‌های مناسب است که اسیدهای چرب بدین منظور مورد استفاده قرار می‌گیرند. در این بررسی نانوذرات آلومینا با دو اندازه ذره متفاوت به کمک اولئیک اسید اصلاح سطحی شدند و در دو روغن موتور با گرانروی متفاوت پراکنده شدند.

زیرا همانطور که ژوان و لی [۱۰] سوسپانسیون‌های نانوذرات مس در روغن ترانس و نانوذرات مس در آب را با یکدیگر مقایسه کردند، پیشنهاد کردند که گرانروی یک عامل تأثیرگذار در پراکنده کردن نانوذرات و پایداری سوسپانسیون است. آنها اظهار داشتند هرچه گرانروی سیال پایه بیشتر باشد، مقدار پایداری نانوسیال بیشتر خواهد بود. بدین منظور به بررسی اثر گرانروی سیال پایه بر روی پایداری پراکندگی نانوسیال حاوی آلومینا نیز پرداخته می‌شود.

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from engineresearch.ir at 13:22 +0430 on Wednesday June 10th 2020

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱- مواد و تجهیزات

جهت بررسی اثر اندازهٔ نانوذرات، اکسید آلومینیوم گاما در دو اندازه ذره متفاوت خریداری شدند که مشخصات آنها در جدول‌های ۱ و ۲ آمده است. این نانوذرات در دو روغن موتور با گرانروی‌های متفاوت که مشخصات آنها در جدول ۳ آمده است، پراکنده شدند.

حلال‌های مورد نیاز مانند اورتوزایلن و تولوئن بدون اعمال تغییرات در آنها مورد استفاده قرار گرفتند. به منظور مخلوط کردن ذرات درون سیال پایه از همزن مغناطیسی شبیه سازی alfa HS–860 و جهت پراکنده‌سازی مناسب و پایدارسازی بهتر از هموژنایزر فراصوت ساخت شرکت فناوری ایرانیان پژوهش نصیر (فاپن) مدل Ultrasonic Homogenizer 400R استفاده شد.

جدول ۱: مشخصات نانوگَرد (۱)

خواص	مشخصات
اندازه	۲۰ nm
خلوص	۹۹٪
رنگ	سفید
چگالی	۲٫۸ g/cm^3
سطح ویژه	≤ ۲۰۰ m^2/g

جدول ۲: مشخصات نانوگَرد (۲)

خواص	مشخصات
اندازه	۴۰–۶۰ nm
خلوص	+ ۹۹٪
رنگ	سفید
CAS No	1344–28–1

جدول ۳: مشخصات روغن موتورهای مورد بررسی

خواص / مشخصات	SAE	API	گرانروی (در۱۰۰°C)	چگالی (در۱۵°C)	شاخص گرانروی
			ASTM D445	ASTM D4052	ASTM D2270
روغن موتور A	20w50	SL	۱۹٫۵ Cst	۰٫۸۸۸g/cm^3	۱۲۵
روغن موتور B	10w40	SJ	۱۵٫۴ Cst	۰٫۸۶۳g/cm^3	۱۵۶

۲-۲- روش اصلاح سطحی نانوذرات

دلیل اصلی اصلاح سطحی نانوذرات این است که این عمل سبب کاهش نیروهای جاذبه بین نانوذرات می شود و به همین واسطه سبب کاهش آگلومراسیون این نانوذرات می شود. همانطورکه گفته شد نانوذرات آلومینا خواص قطبی از خود نشان می‌دهند.

در حالی‌که روغن موتور رفتار غیرقطبی از خود نشان می‌دهد و پراکنده شدن اجزای قطبی در غیرقطبی امری دشوار است اما قطبیت نانوذرات می‌تواند به کمک روش اصلاح سطحی تغییر کرده و امکان پراکنده شدن آن در سیال غیرقطبی فراهم گردد.

در این بررسی از روش اصلاح سطحی که الیاس و همکاران [۱۱] از آن استفاده کردند، کمک گرفته می‌شود با این تفاوت که آنها نانوذرات ۴۰ نانومتری آلومینا آلفا را با اولئیک اسید و اورتوزایلن اصلاح سطحی کرده بودند و در سیال انتقال حرارت پراکنده کرده بودند و مشاهده کرده بودند که نمونه‌های عامل‌دار شده حتی تا بعد از یک ماه هم هیچ اثری از رسوب از خود نشان ندادند؛ و اکنون به اصلاح سطحی نانوذرات آلومینا گاما با همین روش پرداخته می‌شود زیرا همانطور که واشقانی و همکاران [۱۲] در بررسی مقایسه‌ای که بین نانوسیال متشکل از آلومینا آلفا و آلومینا گاما با اندازه ذره ۲۰ نانومتر در سیال پایه روغن موتور انجام دادند، نشان دادند که آلومینا گاما بدلیل چگالی کمتری (ρ_γ=۲/۸ g/cm^3) که نسبت به آلومینا آلفا (ρ_α=۳/۹۶ g/cm^3) دارد تمایل به ته‌نشین شدن آن کمتر است و همین‌طور مساحت سطح ویژه بیشتر آلومینا گاما نسبت به آلومینا آلفا که منجر به افزایش هدایت حرارتی آن می شود، سبب می شود نسبت به آلومینا آلفا برتری داشته باشد.

بدین منظور همانطور که در شکل ۱ آمده است، اولئیک اسید (۳ ml) و اورتوزایلن (۱۰۰ml) به کمک همزن مغناطیسی در دمای ثابت ۵۰°C به مدت ۳۰ دقیقه همزده می‌شود. سپس ۲ گرم از نانوگَرد آلومینا گاما به مخلوط فوق اضافه می‌شود و به مدت ۹۰ دقیقه در همان دما همزده می‌شوند. سپس مخلوط فوق به مدت ۱۵ دقیقه تحت ارتعاشات همگن کردن فراصوتی قرار می‌گیرد تا از حداکثر پوشش‌دهی گروه عاملی کربوکسیلیک بر روی سطح نانوذرات اطمینان حاصل شود. سپس ذرات به کمک سانتریفیوژ در ۴۰۰۰rpm به مدت ۱ ساعت جمع‌آوری می‌شوند (شکل ۲).

شکل ۱: مخلوط اولئیک اسید و اورتوزایلن

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from engineresearch.ir at 13:22 +0430 on Wednesday June 10th 2020

شکل ۲: نانوگَرد جمع‌آوری شده به کمک سانتریفیوژ

سپس ذرات جمع‌آوری شده با تولوئن به کمک فراصوت شسته می‌شوند تا یون‌های آزاد و اجزائی که وارد واکنش نشده‌اند حذف شوند. (شکل ۳) و نهایتاً ذرات جمع‌آوری شده در آون با دمای ۵۰°C به مدت ۸ ساعت خشک می شوند که تصویر آن در شکل ۴ آمده است.

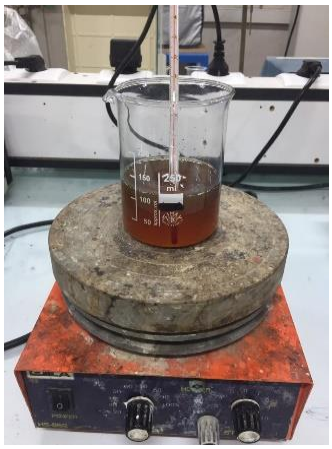
شکل ۳: شست و شوی گَرد با تولوئن به کمک فراصوت

شکل ۴ :نانوگَرد خشک شده پس از اصلاح سطحی

این روش اصلاح سطحی به طور یکسان بر روی هر دو نمونه از نانوگَردهای خریداری شده اعمال شده است.

۳-۲- آماده‌سازی نانوسیال

حال جهت تهیه نمونه‌های نانو سیال، نانوذرات آلومینا ا صلاح شده در هر دو ا ندازه ذرات درون روغن موتور های مذکور با غ لظت ثا بت ۰/۱wt٪ پراکنده می‌شوند. بدین‌منظور از همزن مغ ناطیسی و هموژنایزر فراصوت هریک به مدت ۳۰ دقیقه کمک گرفته می‌شود (شکل ۵).



شکل ۵: آماده‌سازی نمونه نانوسیال

جهت سهولت در بر رسی و مقایسه نمونه‌ها، نمونه‌های نانو سیال تهیه شده کدگذاری شدند که در جدول ۴ به مشخصات آنها پرداخته شده است.

جدول ۴: مشخصات نمونه‌های نانوسیال تهیه شده

مشخصات / کد نمونه	سیال پایه		نانوذرات آلومینا گاما	
	20W50	10W40	۲۰nm	۴۰-۶۰nm
A_1	✓		✓	
A_2	✓			✓
B_1		✓	✓	
B_2		✓		✓

۳- بحث و نتایج

همانطور که پیش‌تر به آن اشاره شد هدف این مطالعه بررسی اثر اندازهٔ نانوذرات افزودنی و همچنین گرانروی سیال پایه برروی پایداری پراکندگی نانوسیال متشکل از آنها است. بدین منظور از چهار نمونه نانو سیال تهیه شده با گذشت زمان در دمای محیط عکس‌برداری شد که تصاویر آنها در شکل‌های ۱۰-۷ به ترتیب برای نمونه‌های نانو سیال A_1-B_2 آمده ا ست. همانطورکه از تصاویر پیدا ا ست فارغ از اینکه اندازهٔ نانوذرات افزودنی آلومیناگاما چه مقدار باشد.

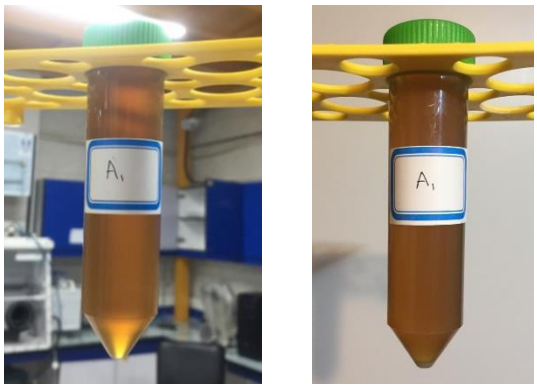
نمونه‌های نانوسیال A_1 و A_2 (شکل‌های ۷ و ۸) که سیال پایه با گرانروی بیشتری را دارند. نسبت به دو نمونه نانوسیال B_1 و B_2 (شکل‌های ۱۰ و ۹) که سیال پایه آنها گرانروی کمتری دارد، پایداری پراکندگی طولانی‌تری دارند. این نتیجهٔ مشاهده شده با بررسی که

www.SID.ir

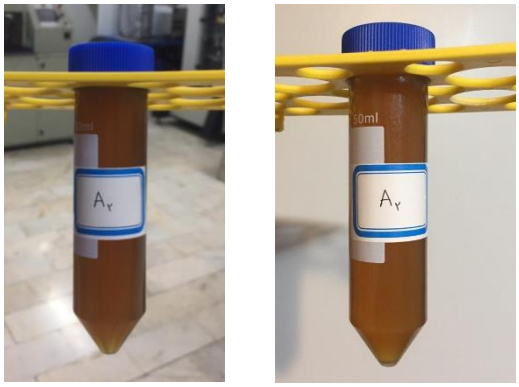
Archive of SID

Downloaded from engineresearch.ir at 13:22 +0430 on Wednesday June 10th 2020

ژوان و لی [۱۰] بین سیال پایه روغن ترانس و آب انجام داده بودند مطابقت دارد و می‌توان نتیجه گرفت که برای نانوسیال‌های پایه روغنی نیز گرانروی سیال پایه یک عامل تأثیرگذار در پایداری پراکندگی نمونه نانوسیال است و بین سیال‌های پایه روغنی مورد بررسی هرچه گرانروی سیال پایه بیشتر باشد، مانند نمونه‌های نانوسیال A_1 و A_2، مقدار پایداری پراکندگی نانوسیال بیشتر خواهد بود.



شکل ۷: نمونه A_1 با ۲۳ روز پایداری ثبت شده

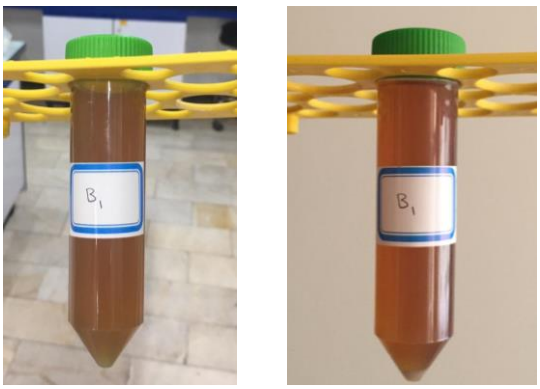


شکل ۸: نمونه A_2 با ۳۶ روز پایداری ثبت شده

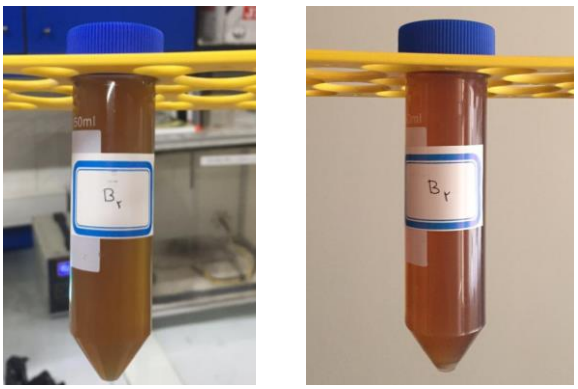
حال بین نمونه‌های A_1 و A_2 نیز تفاوت در رفتار پایداری پراکندگی مشاهده می‌شود که مربوط به اندازهٔ نانوذرات افزودنی آلومینا گاما است. همانطورکه پیش‌تر به آن اشاره شد تمامی نمونه‌های نانوگَرد مورد بررسی با اولئیک اسید اصلاح سطحی شدند تا قطبیت آنها تغییر کند و امکان پایداری پراکندگی طولانی‌تری برای آنها به‌وجود آید.

اما با مقایسهٔ دو شکل ۷ و ۸ مشاهده می شود که نمونه نانو سیال A_1 (۲۳ روز) نسبت به نمونه نانوسیال A_2 (۳۶ روز) پایداری پراکندگی کمتری دارد. این تفاوت بدلیل اندازهٔ نانوذرات اضافه شده به آنها است زیرا فرایند اصلاح سطحی با غلبه بر نیروی جاذبه بین ذرات سبب کاهش آگلومراسیون آنها می‌شود و این امر سبب ریزتر شدن دانه‌های گَرد می‌شود و این تکنیک برای گَردهای اولیه که ریزتر هستند (نانوگَرد (۱) = ۲۰ نانومتر) مناسب نبوده و باعث می‌شود ذرات گَرد بیش از حد ریزدانه شوند که این خود سبب آگلومراسیون و رسوب‌کردن آن می‌شود. همانطورکه در شکل ۹ و ۱۰ برای نمونه‌های نانوسیال B_1 و B_2، به ترتیب، مشاهده می‌شود.

فارغ از اینکه گرانروی کمتر سیال پایه آنها سبب کاهش پایداری پراکندگی نمونه‌های نانوسیال شده است؛ نمونه نانوسیال B_1 (۱۵ روز) نسبت به نمونه نانوسیال B_2 (۱۸ روز) پایداری پراکندگی کمتری دارد. زیرا مواد در ابعاد نانو چه فلزی، اکسیدی، هیدروکسیدی و یا هرگونه دیگر از مواد انرژی سطحی قوی داشته و این امر واکنش‌پذیری آنها را افزایش می‌دهد و آنها را از نظر شیمیایی فعال‌تر می‌سازد و پیرو آن تمایل آنها برای جذب‌کردن یکدیگر و کلوخه‌شدن به‌شدت افزایش می‌یابد.

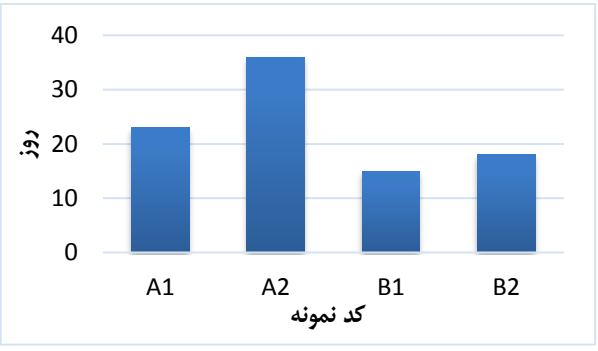


شکل ۹: نمونه B_1 با ۱۵ روز پایداری ثبت شده



شکل ۱۰: نمونه B_2 با ۱۸ روز پایداری ثبت شده

مقدار پایداری پراکندگی نمونه‌های نانوسیال مورد بررسی در نمودار رسم شده در شکل ۱۱ آمده است.



شکل ۱۱: نمودار میله‌ای رسم شده برای مقدار پایداری پراکندگی نمونه‌ها

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from engineresearch.ir at 13:22 +0430 on Wednesday June 10th 2020

طبق نمودار فوق نمونه نانوسیال A_2 با سیال پایه گرانرو تر و اندازهٔ نانوذرات بزرگ‌تر بیشترین مقدار پایداری پراکندگی و نمونه نانو سیال B_1 با سیال پایه با گرانروی کمتر و اندازهٔ نانوذرات ریزتر کمترین مقدار پایداری پراکندگی را به خود اختصاص داده است.

٤- نتیجه‌گیری

در این بررسی به تهیه نانوسیال بر پایه روغن موتور به همراه نانوذرات افزودنی آلومیناگاما پرداخته شد. بدین منظور نانوذرات آلومیناگاما به کمک اولئیک اسید اصلاح سطحی شدند تا قطبیت آنها تغییر کند و پایداری پراکندگی آنها در سیال پایه روغنی افزایش یابد. طبق شواهد می‌توان نتیجه گرفت:

۱- گرانروی سیال پایه روغنی یک عامل تأثیرگذار در پایداری پراکندگی نانوسیالات است و هرچه گرانروی سیال پایه بیشتر باشد، مقدار پایداری پراکندگی نانوسیال بیشتر خواهد بود.

۲- فناوری اصلاح سطحی برای نانوذرات با متوسط اندازه ذرات زیر ۳۰ نانومتر مخرب عمل کرده و با ریزکردن بیشتر اندازه ذرات نانوگَرد سبب کلوخه شدن آن می‌شود و پایداری پراکندگی نانوسیال متشکل از آن را کاهش می‌دهد.

مراجع و منابع

[۱] نسترن برهمتی، دکتر سید امیرحسین زمزمیان، استفاده از نانوذرات کروی در روغن موتور جهت بررسی کاهش اصطکاک و تأثیر آن بر مصرف سوخت، آلاینده‌ها و توان خروجی موتور، پژوهشگاه مواد و انرژی، ۱۳۹۱.

[۲] ناصر ریکی رسولخانی، دکتر هادی عربی، سنتز نانوذرات اکسید روی، بررسی و مقایسه خواص ساختاری و تریبولوژیکی آن با نانوذرات اکسید مس به منظور کاربرد در روغن موتور، دانشگاه فردوسی مشهد، ۱۳۹۶.

[۳] سهراب خان محمدی، دکتر سید غلامرضا اعتماد، اندازه‌گیری خواص حرارتی سوسپانسیون‌های نانوذرات اکسید آلومینیوم و اکسید مس در روغن موتور، دانشگاه صنعتی اصفهان، ۱۳۸۶.

[4] J.r. Brock, nanostructured materials, science and technology, 1997.

[۵] فتح‌الله کریم‌زاده، احسان قاسم علی، سامان سالمی‌زاده، نانومواد؛ خواص، تولید و کاربرد، جهاد دانشگاهی واحد صنعتی اصفهان، ۱۳۸۴.

[6] Hamed Sadabadi, adeleh aftabtalab, shirzad zafarian, high purity alpha alumina nanoparticles: synthesis and characterization, international journal of scientific & engineering research, 4 (2013).

[7] P. Kathirval, J. chandrasekaran, D. manoharan, Preparation and characterization of alpha alumina nanoparticles by in–flight oxidation of flame synthesis, Journall of alloys and compounds, 590 (2014) 341–345.

[8] K. Davis, material review: alumina, school of doctoral studies European union journal, 1 (2010) 109–114.

[۹] مهری کلانتر، سرامیک‌های سازه‌ای دما بالا، انتشارات دانشگاه یزد، ۱۳۸۷.

[10] Y. Xuan, Q. Li, heat transfer enhancement of nanofluids, international journal of heat and fluid flow, 21 (2000) 58–64.

[11] Suhaib umer Ilyas, Rajashekhar pendyala, rheology and thermal analysis of functionalized alumina–thermal oil based nanofluids for advanced colling systems, energy conversion and management, 142 (2017) 215–229.

[12] Mohammadhassan Vasheghani, ehsan marzbanrad, effect of Al_2O_3 phases of the enhancement of thermal conductivity and viscosity of nanofluids in engine oil, heat mass transfer, 2011.

www.SID.ir

Archive of SID

The Journal of Engine Research

Journal Homepage: www.engineresearch.ir

Studying the effect of nanoparticles size and viscosity of base fluid on dispersion stability of alumina– engine oil nanofluid

Sh. Raeisian[1*], H. Khorsand[2]

[1] *Msc student, Material science and Engineering, K. N. Toosi University of Technology, Tehran, Iran, Shakiba.raeisian.5475@gmail.com*
[2] *Associate Professor, Material science and Engineering, K. N. Toosi University of Technology, Tehran, Iran, hkhorsand@kntu.ac.ir*
[*] *Corresponding Author*

ARTICLE INFO

Article history:
Received: 14 December 2019
Accepted: 18 February 2020

Keywords:
Dispersion Stability
Viscosity
Particle Size
Alumina
Nanofluid

ABSTRACT

Using an appropriate lubricant is a vital issue for systems like internal combustion engines that they are constantly exposed to friction and wear due to the relative movement of their own components. Since improving properties of engine oil affects the better performance of engine, the addition of nanoparticles is proposed as a solution. Nanoparticles used in this study are Al_2O_3 which are polar in spite of their excellent characteristics like high thermal conductivity and high wear resistance. In this study, oleic acid is employed as a surface modification agent to prolong the dispersion stability of nanofluid. To examine the effect of nanoparticles size and viscosity of base fluid on dispersion stability of nanofluid, alumina nanoparticles were purchased and surface modified in two particle size of 40–60 nm and 20 nm and they were dispersed in engine oil as base fluid with viscosity of 20w50 and 10w40, both at the same concentration of 0.1wt% as the time passed the samples were photographed and results revealed that nanofluid sample made of 20w50 base fluid and nanoparticles of 40–60 nm exhibited the longest stability of 36 days. The discussed additive powder becomes super fine after surface modification which increases their tendency to agglomerate and precipitate and also the lower viscosity of base fluid which indicates its lower inner friction that will not prevent the precipitation of nanoparticles, are the reasons of lower dispersion stability of other nanfluid samples.

© Iranian Society of Engine (ISE), all rights reserved.

Downloaded from engineresearch.ir at 13:22 +0430 on Wednesday June 10th 2020

www.SID.ir