شبکه آزمایشگاهی فناوری نانو

فصلنامه

دانش آزمایشگاهی ایران

ISSN 2538-3450

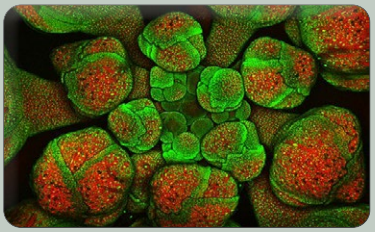
سال یازدهم ■ شماره ۱ ■ بهار ۱۴۰۲ ■ شماره پیاپی ۴۱

طیف‌سنجی جرمی زمان پرواز

توسعه شبکه‌سازی آزمایشگاه‌ها

توسعه جریان دانش در شبکه آزمایشگاهی

اندازه‌گیری آرسنیک در برنج با روش جذب اتمی تولید هیدرید



انواع نشانگرها در میکروسکوپ روبشی لیزری هم‌کانون (بخش اول)

بررسی اندازه‌گیری اجزاء آروماتیک، اولفین و غیراشباع در انواع سوخت به روش کروماتوگرافی گازی با ستون کاپیلاری ۱۰۰ متری و قدرت تفکیک بالا

نقش آزمایشگاه در کنترل کیفیت مخازن تحت فشار بدون درز (بخش دوم)

مروری بر مقاومت گریس در برابر آب

www.IJLK.ir
info@ijlk.ir

نویسنده
فرشاد جعفری
*farshadjafary1269@gmail.com

مروری بر مقاومت گریس در برابر آب

واژه‌های کلیدی
آلودگی گریس، آلودگی آب، مقاومت گریس، پایداری گریس.

چکیده

بسیاری از ترکیبات روانکار گریس در محیط‌های مرطوب کار می‌کنند که این امر موجب آلودگی آب، کاهش عملکرد و طول عمر گریس می‌شود. زمانی که گریس با ویژگی‌های قوام مناسب در برابر آب انتخاب می‌شود، می‌تواند تاثیر فراوانی در طول عمر یک قطعه روانکاری شده داشته باشد. استانداردهای صنعتی سعی در ارزیابی مقاومت گریس در برابر آب را دارند. تحقیقات انجام شده نشان می‌دهد که درک کامل مقاومت گریس در برابر آب، نیازمند تطبیق عملکرد صحیح مورد نیاز گریس به یک برنامه است. این مقاله مروری، تعامل گریس و آب را ارائه و استانداردهای مقاومت گریس در برابرآب موجود را پوشش می‌دهد. همچنین در این مقاله، نتایج آزمایش‌های موجود را مورد بحث قرار می‌دهد و برای توصیف اثرات آب بر گریس، نیاز به استانداردهای معنی‌دارتر را نشان می‌دهد و اقدامات اضافی را برای توصیف مقاومت گریس در برابر آب پیشنهاد می‌کند.

مقدمه

آب یکی از رایج‌ترین آلاینده‌هایی است که در عملکرد ماشین‌آلات اختلال ایجاد می‌کند. زمانی که یاتاقان‌ها به‌طور کامل آب‌بندی نشده باشند، آب به داخل یاتاقان نفوذ پیدا می‌کند و با روانکار گریس در سایر قسمت‌های دستگاه مخلوط می‌شود. آلودگی آب، بیشتر ویژگی‌های شیمیایی و ویسکوزیته گریس را تغییر می‌دهد که به خرابی دستگاه از طریق تشدید خوردگی و اکسیداسیون و نشتی منجر شده و در نتیجه، موجب کاهش جریان و ویسکوزیته روغن می‌شود [۱ و ۲]. غلظت‌های کمتر از ppm ۱۰۰ می‌تواند تغییرات قابل توجهی در عملکرد روانکار داشته باشد و موجب فرسودگی و کاهش عمر یاتاقان شود [۳]. برای عملکرد گریس به‌منظور جلوگیری از شکست طبیعی در کارخانه‌های تولید فولاد [۴ - ۶]، کارخانه‌های کاغذ [۷]، تجهیزات معدن [۸]، مواد غذایی و یاتاقان چرخ، استفاده از آب امری ضروری است. یکی از نگرانی‌های خاص صنعت روانکاری با گریس یاتاقان‌های غلتشی[۲] است که در آن آب آزاد باعث خوردگی و خرابی یاتاقان می‌شود [۹].

برای انتخاب گریس مناسب، کاربر به‌طور معمول به دنبال گریسی است که آب آزاد در ساختار خود نداشته باشد. گاهی این به معنای شناسایی گریس ضد آب است که آب‌بندی خوبی را فراهم می‌کند و به‌منظور آب‌بندی مناسب و جلوگیری از نفوذ آب به داخل تجهیز مورد استفاده برای یاتاقان‌هایی که سرعت کمی دارند، باید حجم بزرگی از آن را با گریس پر کرد [۱۰]. با این حال، برای یاتاقان‌هایی که با سرعت‌های بالاتر کار می‌کنند، پر کردن بیش از حد یاتاقان‌ها منجر به کوبیده شدن گریس و عملکرد ضعیف روانکار می‌شود. در چنین یاتاقان‌هایی، برای جلوگیری و محافظت از ورود آب به داخل یاتاقان باید از محافظت کننده‌های دیگری مانند سپرها و بست‌های یاتاقان استفاده کرد. در چنین شرایطی ممکن است ترجیح

داده شود که ازگریسی استفاده شود که توانایی جذب آب به مقدار مشخص و یا توانایی جذب آب را به راحتی داشته باشد. در موارد دیگر، ممکن است تا حد امکان برای گریس مورد نظر، خواص ویسکوزیته، کمتر تحت تأثیر قرار گیرد تا به میزان کافی عملکرد حفظ شود. ارائه اطلاعات در مورد همه این ویژگی‌ها به کاربر این امکان را می‌دهد که با دقت بیشتر، گریسی را برای کاربرد معین انتخاب کند.

به‌طور کلی، یکی از مهمترین ویژگی‌های گریس، مقاوت در برابر حل شدن در آب است. ضخامت، قوام لایه گریس، عدم واکنش با آب، حفظ ساختار گریس، چسبندگی مناسب به سطوح و جلوگیری از خوردگی سطوح دستگاهی از عوامل مهم دیگر است [۹ و ۱۱و ۱۴]. از استانداردهای موجود برای اندازه‌گیری خواص گریس می‌توان به موارد ذیل اشاره نمود: مقاومت استاتیک آب (DIN 51807) [۱۵]، مقاومت و پایداری (ASTM D7342) [۱۶] و (D8022) [۱۷]، چسبندگی سطح (ASTM D1264) [۱۸] و (D4049) [۱۹]، جلوگیری از خوردگی (ASTM D1743 [۲۰]، D6138 [۲۱]، D5969 [۲۲]، D7038 [۲۳] و D4048 [۲۴]).

این آزمایش‌ها هیچ اطلاعاتی در مورد چگونگی تغییر قوام گریس به دلیل منحصراً آب، ارائه نمی‌دهند و فقط بیشینه مقدار پتانسیل جذب آب با استفاده از گریس را بررسی می‌کنند. گریس‌های آلوده می‌توانند روانکاری یک لایه نازک و بی‌کیفیت را انجام دهند. بنابراین، محققان آزمایش‌هایی را برای رفع این نگرانی‌ها توسعه داده‌اند. امروزه استانداردهایی برای شناسایی گریس‌های مقاوم در برابر آب وجود دارد، اما متاسفانه به دلیل کمبود استانداردها و نبود اطلاعات لازم، صنایع نمی‌توانند به مصرف کننده درباره انتخاب گریس مقاوم در برابر آب کمکی کنند.

در واقع، کمیتی قابل اعتماد در ارتباط با شناخت ویژگی مقاومت در برابر آب و گریس به‌منظور کمک به تولید کنندگان و کاربران مورد نیاز است. آزمون‌های مربوط به آزمون استاندارد و توصیه‌های رایج در ارتباط با گریس و نتایج آزمایش‌ها توسط محققان مختلف نشان می‌دهد که عدم درک ماهیت مقاومت در برابر آب، منجر به توجیه ضعیف برای انتخاب گریس در محیط‌های مرطوب می‌شود.

جزئیات آلودگی آب

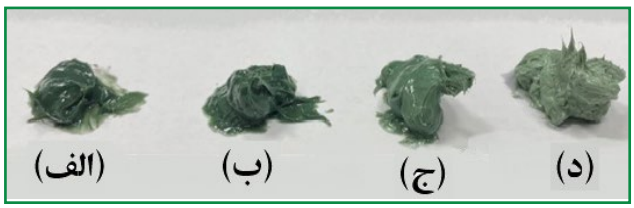
تقابل گریس و آب

برخلاف موارد روغن و آب، که در آن مقدار بسیار کمی آب می‌تواند جذب شود [۳]، گریس توانایی جذب مقادیر بالایی از آب را دارد. گریس به دلیل ماهیت قطبی غلیظ کننده و مواد افزودنی موجود در آن، قادر است مقدار قابل توجهی آب را جذب کند [۲۵]. به‌طور خاص، درجه‌ای که گریس می‌تواند آب را جذب کند، به شدت به غلظت و ماهیت اجزای فعال سطح بستگی دارد [۲۶]. با این وجود، تحقیقات اخیر نشان می‌دهد که روغن پایه می‌تواند نقش مهمی در عملکرد گریس آلوده به آب داشته باشد [۲۷]. به‌منظور جلوگیری از پتانسیل واکنش‌های هیدرولیتیک مضر به‌عنوان مثال: پلی الفین‌ها، ممکن است روغن پایه با مقدار زیاد در نظر گرفته شود [۲۸].

آب موجود در گریس می‌تواند در سه فاز: محلول، امولسیون شده و آزاد وجود داشته باشد [۱۴]. اگر آب حل شود یا به‌صورت امولسیون در گریس درآید، می‌توان آن را جذب شده در نظر گرفت.

وقتی آب، داخل گریس حل می‌شود، هیچ تغییر بصری وجود ندارد. با این حال، زمانی که به نقطه اشباع می‌رسد و آب امولسیون می‌شود، ظاهر آن به‌طور قابل توجهی تغییر می‌کند (شکل (۱)) [۲۹]. برای تشکیل امولسیون، تا زمانی که در داخل گریس پراکنده و یک دست شود لازم است هم‌زدن آب ادامه پیدا کند [۴].

به‌طور کلی، آب امولسیون شده و آزاد بیشترین آسیب را به یاتاقان‌ها وارد می‌کند. از آنجایی که امولسیون می‌تواند استحکام لایه پوششی را کاهش دهد، آب آزاد به راحتی می‌تواند باعث آسیب خوردگی شود [۲۸].



شکل (۱): (الف): با صفر درصد آب، (ب): با ۱ درصد آب، (ج): با ۱۰ درصد آب گریس و (د): با ۵۰ درصد آب [۲۹].

گریس قادر است امولسیون‌های پایدار را تشکیل دهد و آب را حتی زمانی که در معرض حرارت و یا در محیط خشک قرار گیرد به راحتی از دست نمی‌دهد [۱۴].

هنگامی که گریس در معرض هوا قرار می‌گیرد، آب موجود در گریس به‌طور تصاعدی با گذشت زمان کاهش می‌یابد اما به مقدار محدودی می‌رسد که در آن لایه بیرونی «خشک» می‌شود و از خروج آب از لایه‌های داخلی به جو جلوگیری می‌کند.

به نظر می‌رسد که لایه بیرونی خشک گریس بدون توجه به ذرات گریس دارای ضخامت یکسانی است [۱۴]. واضح است که تحقیقات بیشتری درباره فعالیت حمل و نقل آب برای توصیف مناسب این پدیده مورد نیاز است [۲۷]. اگرچه تحقیقات اخیر نشان می‌دهد که دو گروه متمایز از آب که دارای سرعت‌های نفوذ متفاوت هستند را شناسایی کرده‌اند. درک بهتر ماهیت این گروه‌ها ممکن است به سوالات مهمی درباره تعامل روانکار گریس با آب پاسخ دهد.

آلودگی آب که منجر به خرابی ماشین‌آلات می‌شود

درک اینکه چگونه آب باعث از کار افتادن اجزای روغن کاری شده با گریس می‌شود، کاربران را به تفکر بیشتر به‌منظور جلوگیری از این عمل وادار می‌کند.

به‌طور کلی، آب به‌طور همزمان موجب از کار افتادن ماشین‌آلات و آسیب رساندن به سطوح یاتاقان می‌شود و بر عملکرد روان کننده تاثیرگذار است. برای جلوگیری از آسیب به سطوح، یاتاقان‌ها باید با یک لایه محافظ روان کننده پوشانده شوند، بدون آن که سطوح در معرض خوردگی قرار گیرند [۳۰]. این امر بیشتر پس از جابه‌جایی آب و گریس بین سطوح به‌طور مستقیم اتفاق می‌افتد [۲۸]. تاثیر توانایی حداقل جذب آب با گریس بسیار می‌تواند مفید باشد، زیرا که آب آزاد منجر به خوردگی می‌شود [۱۱ و ۳۰-۳۱]. با این حال، آب می‌تواند از طریق حفرات و میکروترک‌ها به سطوح یاتاقان‌ها نیز آسیب برساند [۳۲]. این اثرات در طول زمان انباشته می‌شود و می‌تواند به‌طور چشمگیری طول عمر یاتاقان را کاهش دهد. اگرچه آسیب به یاتاقان‌ها یکی از دلایل اصلی خرابی است اما تاثیر آب بر روان کننده نیز باید در نظر گرفته شود. شاید مهمتر از همه،آلودگی آب باشد که به‌عنوان کاتالیزور عمل می‌کند و باعث اکسیداسیون تمام گریس‌ها می‌شود و درنهایت، عملکرد گریس را به‌طور قابل توجهی کاهش می‌دهد [۱۴]. همچنین آب، افزودنی‌های ضد سایش و افزودنی‌های فشار بالا [۳۳] را کاهش و هیدرولیز را افزایش می‌دهد [۲۸ و ۳۴] که این امر منجر به تولید اسید و همین اسیدها، باعث ایجاد خط و خش در سطح یاتاقان می‌شود.

آب باعث تغییر ساختار تغلیظ کننده می‌شود که این تغییر ساختار، بستگی به نوع تغلیظ کننده دارد [۳۰]. در دمای پایین،آب آزاد می‌تواند به راحتی در شبکه منجمد شود و جریان روغن را مختل کند که منجر به افزایش نیروی گشتاور در لحظه استارت می‌شود [۱۳ و ۳۵]. به‌طور کلی، تاثیر آب را می‌توان با کاهش ویسکوزیته و کاهش غلظت پوشش داده شده گریس و کاهش ظرفیت بارگیری گریس بر یاتاقان مشاهده نمود [۲۸].

برای جلوگیری از آسیب رسیدن به گریس، باید نقاط ضعف دستگاه شناسایی و گریسی مناسب انتخاب شود. همچنین باید مقدار آبی که به نیروی دستگاه وارد و دستگاه با آن مواجه می‌شود، محاسبه و اندازه‌گیری دقیق نمود و از ورود هرگونه آب به دستگاه که باعث نرمی و شستشوی گریس شود، جلوگیری کرد. به‌منظور جلوگیری از نرم شدن گریس، روغن پایه با ویسکوزیته مناسب انتخاب و افزودنی‌های پلیمری استفاده شود. دستگاه‌هایی که با سرعت کمتری حرکت می‌کنند، اجازه می‌دهند که گریس مقدار زیادی از سطح تجهیزات را پوشش دهد و به‌عنوان یک پوشش کامل عمل کند. اگر ورود آب اجتناب ناپذیر باشد، باید گریسی انتخاب نمود که در عین حفظ خواص ویسکوزیته، قادر به جذب مقادیر زیادی آب باشد و خواص روانکاری خود را از دست ندهد.

آزمون‌های استاندارد مربوطه

استانداردهای مربوط به آب مستقیم

جدول (۱) خلاصه‌ای از استانداردهای مربوطه را ارائه می‌دهد و مقاومت گریس در برابر آب را توصیف می‌کند. این استانداردها شامل: ASTM D7342/D8022 (پایداری در آب)، DIN 51807 (مقاومت در برابر آب)، D1264 (شستشو با آب)، ASTM D4049 (اسپری آب) و ASTM D1743/D6138/D5969/D7038/D4048 (جلوگیری از خوردگی) است. در این میان، رایج‌ترین استاندارد مرجع برای گریس‌های آلوده به آب ASTM D1264 است که به‌عنوان شستشوی آب نیز شناخته می‌شود.

این آزمایش شامل پر کردن یاتاقان با گریس و پاشیدن آب با دمای مناسب گریس، در محافظ یاتاقان است که پس از اتمام آزمون، مقدار گریس باقی‌مانده در بلبرینگ وزن شده و درصد گریس از دست رفته گزارش می‌شود. این آزمون با هدف نشان دادن توانایی گریس برای باقی ماندن درون یاتاقان در حالی که با استفاده از آب شستشو می‌شود، طراحی شده‌است.

جدول (۱): خلاصه استانداردهای موجود در مورد آلودگی آب در گریس [۱۵ تا ۲۴]

آزمون	روش	نظرات
پایداری آب	گریس و آب را مخلوط کنید سپس در معرض برش قرار دهید.	پایداری مکانیکی نیز در آن گنجانده شده‌است.
پایداری رول مرطوب	روغن و آب را جداگانه به آن اضافه کنید سیلندر را به مدت ۲ ساعت بچرخانید. ثبت نفوذ اولیه و نهایی	پایداری مکانیکی موجود، ظرفیت گریس و جذب آب را در نظر نمی‌گیرد.
مقاومت آب	نوار آزمون روکش شده با گریس را در آب فرو کنید. بازرسی تغییر به‌صورت دیدن بصری	نتایج عملکرد را نشان نمی‌دهد.
شستشوی آب	اضافه کردن گریس به یاتاقان و شستشوی آن با آب و وزن کردن قبل و بعد گریس	آزمون رایج، توانایی گریس در حفظ آب
اسپری آب	بشقاب روکش شده با گریس را به‌طور مستقیم با آب اسپری کنید. ثبت وزن اولیه و نهایی	آزمون گریس که نشان‌دهنده حفظ آب با استفاده از گریس است.
پیشگیری از خوردگی	نوار آزمون روکش شده با گریس را در آب فرو کنید. بازرسی تغییر به‌صورت دیدن بصری	آزمون رایج به‌طور کامل تقابل گریس با آب را توصیف نمی‌کند.

آزمون اسپری آب که در استاندارد ASTM D4049 توضیح داده شد، شبیه به استاندارد ASTM D1264 است اما در استاندارد ASTM D1264، گریس به‌طور مستقیم با آب شستشو می‌شود در حالی که در ASTM D4049، گریس در یک صفحه صاف پخش می‌شود و در

نتیجه، درصد جرم در طول آزمایش کاهش پیدا می‌کند. تفاوت آزمون اسپری آب با آزمون شستشو در این است که در آزمون اسپری آب، گریس به‌طور مستقیم با آب پاشیده شده شستشو می‌شود ولی در آزمون شستشوی گریس، آب به‌طور غیر مستقیم گریس را شستشو می‌دهد.

این تفاوت آزمون تا حدودی بحث برانگیز است؛ زیرا مشخص نیست که آیا ماهیت فرسایشی آب مهمتر از اثرات آلودگی آب است یا خیر اما در هر دو آزمون، امکان افزایش وزن به دلیل جذب آب وجود دارد [۳۶].

توانایی گریس برای حفظ آب می‌تواند به‌طور ناخواسته در نتایج تاثیرگذار باشد. مقاومت گریس به استحکام آن بستگی دارد و به‌طور مستقیم با توانایی مقاومت در برابر نشت و ایجاد کانال‌های پایدار در یاتاقان‌ها مرتبط است [۲۶]. اگر قوام گریس به میزان قابل توجهی نرم شود، می‌تواند منجر به نشتی و به هم ریختن گریس شود و عملکرد روانکاری ضعیفی را به همراه داشته باشد. یکی از عوامل مهم گریس مقاومت آن است، در نتیجه، اندازه‌گیری مقاومت با اضافه شدن مقدار آب می‌تواند به کاربر کمک کند که انتخاب خوبی برای کارکرد در محیط‌های مرطوب داشته باشد. استاندارد ASTM D7342 آزمایش پایداری آب بوده که شامل کار طولانی مدت گریس در آب است. در این آزمون ۱۰۰۰۰۰ ضربه به گریس در آب وارد می‌شود و قوام گریس قبل و بعد از آزمایش با آزمون نفوذ اندازه‌گیری می‌شود. تفاوت این دو عدد به‌عنوان پایداری برشی گریس مرطوب گزارش می‌شود. اگرچه پایداری برشی یکی از ویژگی‌های حیاتی گریس است، اما این آزمون، اطلاعات کمی در مورد تغییرات مقاومت گریس در آب را به ما می‌دهد؛ زیرا گریس بدون آب پایداری مقاومت مکانیکی پایینی دارد و علاوه‌بر این، غلظت آب در گریس با ۱۰ درصد وزنی آب ثابت است. این بدان معنی است که با توجه به ماهیت گریس‌ها، برخی از گریس‌ها می‌توانند آب را جذب و برخی دیگر قادر به جذب آب نیستند. معایب مشابهی برای رطوبت وجود دارد، به‌عنوان مثال: آزمون پایداری رول (ASTM D8022) شامل برش گریس، ثبت اولیه و نفوذ نهایی است. تفاوت اصلی این است که در آزمون پایداری رول مرطوب، قبل از شروع برش، آب و گریس با هم مخلوط نمی‌شوند. استاندارد DIN 51807، به دنبال توصیف مقاومت گریس در برابر آب با پوشش یک صفحه شیشه‌ای با گریس و فرو بردن آن در آب است. بعد از مدتی، صفحه از آب خارج می‌شود و هر دو نمونه گریس و آب از نظر تغییر رنگ یا سایر تغییرات فیزیکی به‌صورت بصری بررسی می‌شوند. سپس نمونه در مقیاس (۰) تا (۳) درجه‌بندی می‌شود که (۰) نشان‌دهنده عدم تغییر و (۳) نشان‌دهنده تغییری چشمگیر است. این آزمون تا حدودی تجربی است، زیرا تجربه ناظر به احتمال زیاد بر تعیین درجه تأثیر می‌گذارد. علاوه‌بر این، بازرسی بصری به‌طور مستقیم، اطلاعات معناداری در مورد عملکرد گریس به ما نمی‌دهد. مجموعه استانداردهای باقی‌مانده مربوط به گریس‌های آلوده به آب، برای توصیف خواص جلوگیری از خوردگی گریس در نظر گرفته می‌شود. متداول‌ترین آزمون استاندارد ASTM D1743 است، اما آزمون‌های مشابه دیگری نیز وجود دارد. این آزمون‌ها به‌طور معمول با پر کردن یاتاقان با گریس یا نوار آزمون و فرو بردن آن در آب و سپس نگهداری آن در دمای بالا برای مدت طولانی انجام می‌شوند و زمانی که آزمون کامل می‌شود، نمونه به‌صورت بصری برای خوردگی اتفاق افتاده، بررسی می‌شود و درجه خوردگی را به آن اختصاص می‌دهند. هدف از این آزمون‌ها، تعیین این مطلب است که آیا گریس برای استفاده در محیط مرطوب مناسب است و میزان مقاومت خوردگی آن چقدر است. با این حال گریسی ترجیح داده می‌شود که آب را جذب کند تا در سیستم آب آزاد وجود نداشته باشد. واضح است که استانداردهای بیشتری برای توصیف عملکرد درجه آب و گریس مورد نیاز است؛ برای این منظور، بسیاری از محققان، استانداردهای موجود را اصلاح کرده و آزمون‌های خود را توسعه دادند.

آزمون‌هایی که قادر به توصیف تغییرات ناشی از آب هستند

محققانی همچون لکنر [۲۶]، میستری [۱۳]، ناگارکوتی [۵ و ۳۷] و دیگران کارهای متعددی انجام دادند. آنها آزمون‌هایی را با استفاده از استانداردها برای یک نمونه آلوده و غیرآلوده انجام و سپس نتایج را مقایسه کردند. آزمایش‌های دیگری از جمله بسیاری از آزمایش‌های سوریاک[۳] [۱۱ و ۳۸]، بوسمن و همکاران براساس استانداردها نبودند و استانداردها را در منزل توسعه دادند [۳۹ و ۴۰]. خلاصه‌ای از این آزمون‌ها در جدول (۲) ارائه شده‌است.

جدول (۲): خلاصه آزمایش‌هایی که قادر به توصیف تغییرات ناشی از آب هستند [۴۱ تا ۴۸].

آزمون	روش	نظرات
ثبت تغییرات نفوذ	ثبت نفوذ مخلوط آب و گریس پس از ۱۰۰۰۰۰ ضربه	اثرات برش مکانیکی بر نتایج
بازده تنش / نقطه تغییر جریان	روغن و آب را جداگانه به گریس اضافه کنید. سیلندر را به مدت ۲ ساعت بچرخانید. ثبت نفوذ اولیه و نهایی	تعاریف مختلف اثر تنش
پایداری رول	ثبت نفوذ گریس و اضافه کردن گریس وآب به‌صورت جداگانه و سپس چرخش سیلندر به مدت ۲ ساعت و ثبت نفوذ	اثرات برش مکانیکی بر نتایج
ضخامت لایه پوششی	دستگاه ضخامت‌سنج	لایه ضخیم به‌طور مستقیم، روانکاری خوب را نشان نمی‌دهد.
ریزش روغن	گریس را بالای یک مش قرار دهید و فشار اعمال نموده و وزن ماده خارج شده را ثبت کنید.	ترکیبات ریزش کرده نامشخص هستند.
روانکاری	از ماشین‌آلات، آزمون ۴ توپ و آزمون تیمکن	آزمون ۴ توپ ساده به نظر می‌رسد اما این طور نیست. عملکرد بلبرینگ را به دقت نشان می‌دهد.
گشتاور دمای پایین	بلبرینگ را به‌طور کامل با گریس پر کنید و اجازه دهید به دمای مطلوب برسد. اندازه‌گیری گشتاور برای شروع چرخش بلبرینگ و گشتاور بعد از ۶۰ دقیقه چرخش	نتیجه می‌تواند تاثیر قابل توجه‌ای از نفوذ آب را نشان دهد.
جذب آب	اختلاط گریس و آب به‌طور مناسب طی مدت زمان کافی برای حذف آب آزاد	بدون آزمون استاندارد تعیین دقیق نقطه امولسیون سازی دشوار است.

رایج‌ترین آزمایش گریس، آزمایش نفوذ قیف است، زیرا برای تعیین درجه قوام آن، گریس استفاده می‌شود. برای انجام این آزمون، یک قیف فلزی به داخل نمونه گریس انداخته می‌شود و پس از ۵ ثانیه مقدار نفوذ قیف اندازه‌گیری می‌شود که به آن درجه نفوذ گریس گفته می‌شود. راه دیگر برای نشان دادن قوام، اندازه‌گیری بازده استرس است که هیچ استانداردی برای این آزمون وجود ندارد [۴۸]. آزمون پایداری غلتک، شامل قرار دادن نمونه گریس در معرض برش به نسبت کم به مدت ۲ ساعت است، قبل و بعد از این زمان، پایداری گریس با آزمایش نفوذ اندازه‌گیری می‌شود و تغییر در نفوذ به‌عنوان پایداری برشی گریس ثبت می‌شود. روغن‌ریزی با اعمال فشار به نمونه گریس‌ها و جریانی که از آن عبور می‌کند، اندازه‌گیری می‌شود. دستگاه‌های فیزیکی مختلفی برای این منظور طراحی شده‌اند و آزمایش‌ها به‌طور معمول در محدوده دما انجام می‌شود. یاتاقان با گریس به‌طور کامل پر و اجازه داده می‌شود تا به دمای دلخواه برسد، با این کار گشتاور دمای پایین محاسبه می‌شود. هنگامی که به دمای دلخواه رسید، گشتاور مورد نیاز در ابتدای چرخش یاتاقان، به‌عنوان گشتاور راه‌اندازی ثبت می‌شود، در حالی که گشتاور مورد نیاز برای چرخش یاتاقان پس از ۶۰ دقیقه کار به‌عنوان گشتاور در حال اجرا ثبت می‌شود.

آزمایش (۴) توپ، دو نتیجه اصلی را ارائه می‌دهد: بار جوش و شکاف سایش. در این آزمون، یک توپ استیل ضد زنگ روی (۳) توپ دیگر در حضور گریس در معرض فشار و چرخش قرار می‌گیرد. این آزمون ادامه دارد تا زمانی که آنها به هم «جوش داده شوند» و یاتاقان، از بین رفته در نظر گرفته شود. پس از آزمایش، سایش شکاف‌ها روی توپ‌ها اندازه‌گیری می‌شود. سایش شکاف‌ها و بار اعمال شده که در آن بلبرینگ از کار می‌افتد، اطلاعات ضروری به ما می‌دهد.

تیمکن آزمون مشابهی است که در آن بار مورد نیاز برای پاره شدن لایه روان کننده یا جداکننده ظرف در حال چرخش و یا بلوک ثابت اندازه‌گیری می‌شود که این عوامل، منجر به ایجاد تشنج می‌شوند. اگرچه آزمایش‌های (۴) توپ گاهی به‌عنوان آزمون‌های روانکاری کافی در نظر گرفته می‌شوند، اما لغزش بیش از حد به‌منظور تقلید دقیق عملکرد واقعی برای بیشتر یاتاقان‌های غلتشی وجود دارد [۹]. همچنین گاهی اوقات آزمون (۴) توپ به‌عنوان آزمون‌های روانکاری کافی که بیش از حد شبیه به عملکرد و حرکت یاتاقان‌ها روی هم است، در نظر گرفته می‌شود. بنابراین، آزمایش‌هایی روی چنین مواردی انجام می‌شود و تجهیزاتی مانند R2F یا FE8 تمایل به ارائه نتایج واقعی‌تری دارند. این آزمون‌ها شامل بارگذاری چرخشی است، در این آزمون، در حالی که دما تحت کنترل است، یاتاقان‌ها در شرایط کاری خاص به مدت تقریباً ۲۰ روز افزایش دما، سایش غلتک‌ها و قفس مورد آزمون قرار می‌گیرند و در پایان اندازه‌گیری، براساس ارزیابی عملکرد گریس استفاده می‌شود. اگرچه استاندارد پایداری کار شده (ASTM D7342)، روشی را برای مخلوط کردن گریس و آب با استفاده از یک مخلوط‌کن آشپزخانه ارائه می‌کند اما محققان از روش‌های اصلاح شده و مناسب برای بهبود پتانسیل‌ها استفاده می‌کنند. لکنر [۲۶] و لارسون [۲۷]، از هم‌زن‌هایی با سرعت بالا برای مخلوط کردن آب و گریس و از سرعت پایین‌تر، به‌منظور حذف حباب‌ها استفاده کردند. آنها برای به‌دست آوردن مقاومت گریس، به مخلوط گریس و آب ۱۰۰۰ ضربه وارد کردند. زمانی که مخلوط آب و گریس بیشتر و با سرعت بالاتری هم‌زده شود، مخلوط همگنی تشکیل می‌شود.

با این حال، این فرآیند باعث برش بیشتر و در نتیجه آسیب بیشتر به ریز ساختار از طریق تخریب مکانیکی می‌شود [۴۹]. از آنجایی که هر چه کار برشی گریس بیشتر باشد، مقدار پایداری گریس کمتر خواهد بود، در نتیجه در طول آزمون، مقاومت گریس کاهش پیدا می‌کند. در بسیاری از آزمایش‌ها، خواص گریس را می‌توان با ویسکومتر ارزیابی کرد. شاید مهم‌ترین ارزیابی، نقطه جریان یا درصد تنش با استفاده از اندازه‌گیری‌های نوسانی باشد. به‌طور کلی، دو روش اصلی برای تعیین کمیت نوسان وجود دارد:

۱. نقطه متقاطع مدول ذخیره‌سازی و مدول از بین رفته؛
۲. شروع غیرخطی بودن در رابطه تنش-کشش برشی.

این دو روش به این نکته اشاره دارد که نتایج به‌دست آمده کمی متفاوت است؛ بنابراین، روند تنش متقاطع و درصد تنش می‌تواند کمی ناهمسان باشد. با این وجود، اینها مقادیر مهمی از گریس بوده و نشان‌دهنده پایداری گریس هستند. مقدار مهم دیگر در روانکاری، ضخامت لایه روان کننده است که به‌طور گسترده تابعی از ویسکوزیته است، اما پیش‌بینی گریس به دلیل ساختار پیچیده آن دشوارتر است؛ بنابراین، آزمایش‌ها را می‌توان با استفاده از دستگاه‌های تخصصی اندازه‌گیری ضخامت لایه انجام داد. این آزمون می‌تواند برای اندازه‌گیری لایه ضخیم یا نازک روغن، که هر دو در هنگام ارزیابی عملکرد گریس مهم هستند، تنظیم شود. در نهایت، بیشینه مقدار ظرفیت جذب گریس برای آب، خاصیتی است که توسط هیچ استانداردی تعیین نشده‌است.

اندازه‌گیری این خاصیت با درجه دقت بالا دشوار است، اما با مخلوط کردن مقدار زیادی آب با گریس تا زمانی که دیگر نتواند آب را جذب کند، انجام می‌شود. در این آزمون، آب آزاد خارج و غلظت آب مشخص می‌شود. چنین آزمایشی باید در تحقیقات آینده مورد بررسی قرار گیرد و روشی موثر برای تعیین مقدار آب مشخص شود.

نتایج آزمون

نمای کلی از نتایج آزمایش عمومی برای روش‌هایی که در بالا توضیح داده شد، در جدول (۳) آورده شده‌است. از آنجایی که تاثیرگذاری غلیظ کننده بسیار بیشتر از روغن پایه است، بنابراین، گریس‌ها براساس نوع غلیظ کننده مختصر آنها نامگذاری

می‌شوند؛ اگرچه تاثیرات افزودنی‌ها قابل توجه هستند اما آنها در نظر گرفته نمی‌شوند. انواع ضخیم کننده‌ها شامل: کلسیم[۴] سولفونات کلسیم[۵]، کمپلکس لیتیوم[۶] و پلی اوره[۷] هستند.

جدول (۳): مقایسه بین گریس‌های خالص و آلوده شده با آب [۵، ۱۱ تا ۱۳، ۲۶ و ۲۷، ۳۵، ۳۸]

نظرات	نتایج	آزمون‌ها
اثرات برش مکانیکی در گزارش نتایج	بیشتر گریس‌ها نفوذ بالا درگریس را نشان می‌دهند که با افزودن CaS کاهش می‌یابد.	تغییر نفوذ با آب و پایداری برشی (پایداری برشی مرطوب)
به‌طور کلی، نتایج با اندازه‌گیری نفوذ ارتباط دارند.	روش‌های مختلفی حتی برای انواع گریس مشابه به‌دست آمده است.	درصد استرس / تغییر نقطه جریان
تاثیرات برش مکانیکی گزارش می‌شود.	بیشتر نتایج مشابه نتایج پایداری برشی مرطوب هستند.	پایداری رول مرطوب
به دلیل جذب آب، نمونه CaS در حرم افزایش یافته است.	همه نمونه‌ها با آب عملکرد نامناسبی دارند. با اضافه شدن CaS به‌طور معمول بهترین عملکرد را دارند.	شستشوی آب
با اضافه شدن آب CaS می‌تواند عملکرد بهتری داشته باشد.	نمونه‌ها با اضافه شدن آب عملکرد ضعیفی دارند اگرچه بعضی از آنها اندکی عملکرد بهتری دارند.	اسپری آب
آزمون، اطلاعاتی را در مورد کارایی ارائه نمی‌دهد.	نمونه‌ها بیشتر بدون تغییر، ظاهر می‌شوند.	مقاومت آب
نتایج آلوده شبیه هستند.	به‌طور کلی، افزودن آب ضخامت لایه مرکزی را کاهش می‌دهد.	ضخامت لایه (ضخیم)
لایه ضخیم به‌طور غیر مستقیم روانکاری خوب را نشان می‌دهد.	بسیاری از گریس‌ها به‌طور جزئی لایه‌هایی که دارای آب هستند را ضخیم‌تر نشان می‌دهند.	ضخامت لایه (نازک)
به نظر می‌رسد نتایج به شدت به روغن پایه بستگی دارد.	حداقل تغییرات با آب بعد از اضافه شدن CaS روغن‌ریزی کاهش می‌یابد.	روغن‌ریزی
عملکرد قابل توجه با مواد افزودنی	آب جذب شده ممکن است باعث خوردگی نشود. آب آزاد بیشتر باعث خوردگی می‌شود.	جلوگیری از خوردگی
در آزمون (۴) توپ نتایج به سرعت اعلام می‌شود ولی ممکن است دقیق نباشد.	در ماشین‌آلات، آزمون تیمکن استفاده کنید.	روانکاری
نتایج بد، به خصوص زمانی که آب آزاد وجود دارد.	بلبرینگ را به‌طور کامل با گریس پر می‌کنیم و اجازه می‌دهیم به دمای مطلوب برسد، سپس گشتاور را به مدت ۶۰ دقیقه چرخش انجام می‌دهد.	گشتاور دمای پایین
بدون آزمون استاندارد و مشکل برای یافتن نقطه اشباع دقیق.	مخلوط با نسبت مناسب آب و گریس برای بهره‌وری طولانی مدت و حذف آب آزاد.	جذب آب

به‌طور کلی، نتایج آزمایش نشان می‌دهد که گریس آلوده به آب عملکرد بدتری نسبت به مواد اولیه گریس دارد و تاثیرگذاری اضافه شدن آب، بیشتر از مواد اولیه است. گریس آلوده به آب، با کاهش ظرفیت بارگیری گریس [۱۳ و ۲۵ و ۳۱]، افزایش شکاف سایش و ناپایداری ضریب اصطکاک، روانکاری بدتری نشان می‌دهد [۲۵]. از آنجایی که روانکاری، توانایی گریس برای روانکاری را توصیف می‌کند، اثرات منفی باید به حداقل برسد.

برخی از استثنائات، کاهش عملکرد را نشان می‌دهند که شامل برخی گریس‌هایی است که لایه‌های ضخیم‌تری را با آب می‌پوشاند. CaS کاهش روغن‌ریزی و شستشوی کمتر با آب اضافه شده را نشان می‌دهد. همچنین تحقیقات نشان می‌دهد که لایه‌های ضخیم‌تر با آب اضافه شده، لزوماً نشان‌دهنده روانکاری بهتری نیست و به نظر می‌رسد [۲۶] که روانکاری با توجه به آزمایش‌های R2F بدتر بوده است؛ با این حال، CaS گریس‌ها، به دلیل رفتار منحصر به فرد خود بیشتر در محیط‌های مرطوب استفاده می‌شود؛ زیرا بهبود عملکرد (در آزمایش‌های خاص) با آب را نشان می‌دهد [۱۷].

این گریس‌ها با جذب مقادیر زیاد آب شناخته می‌شوند و بیشتر با اضافه شدن آب سفت‌تر می‌شوند. آزمونی که توسط حدگاد[۸] و همکاران انجام شده‌است، نشان می‌دهد وقتی که CaS با کمتر از ۲۰ درصد وزنی آب آلوده شود، ظرفیت باربری خود را از دست نمی‌دهد [۲۵].

با بررسی آزمون‌ها و نتایج، ممکن است به این نتیجه برسید که معنی‌دارترین آزمون‌ها شامل روانکاری، شستشوی آب، تغییر قوام و جلوگیری از خوردگی است. آزمون‌های دیگر، اطلاعات کمی در مورد عملکرد ارائه و یا به‌طور عمده با استفاده از موارد ذکر شده در بالا جمع می‌شوند. از آنجا که در نهایت، روانکاری خوب هدف گریس است، ممکن است آزمایش تغییر روانکاری ناشی از آب باشد که مهمترین عامل در توصیف اثرات آب بر روان کننده است. با این وجود، موارد دیگری به‌عنوان مثال، خواص تحت تاثیر آلودگی آب وجود دارد که باید در انتخاب گریس در نظر گرفته شود.

بحث

شست‌وشو، عمده دلیل نگرانی برای محیط‌های مرطوب به شمار می‌رود؛ بنابراین، مهم است در نظر بگیرید که چگونه گریس در آزمون استاندارد خود عملکرد بهتری داشته باشد.

عملکرد خوب شستشو و اسپری کردن با هم چسبندگی را تشکیل می‌دهند. بنابراین، از افزودنی‌ها برای افزایش جداگانه این موارد استفاده می‌شود [۳۴]. آزمون‌هایی که توسط ناگارکوتی و همکاران انجام شد، نشان داد که روغن پایه با ویسکوزیته بالاتر بدون در نظر گرفتن نوع گریس منجر به عملکرد شستشوی بهتر می‌شود [۵].

نکته مهم دیگر، افزودن یک پلیمر با وزن مولکولی بالا یا یک پلیمر رزین هیدروکربنی است. این پلیمرها به‌طور قابل توجه‌ای عملکرد شستشو را بهبود می‌بخشند. علاوه‌بر این، اعتقاد بر این است که عدد پایه کل، عملکرد شستشو و اسپری را برای CaS تعیین می‌کند. بنابراین، انتظار می‌رود افزایش عدد پایه کل منجر به عملکرد بهتر شستشو شود. از آنجایی که ویسکوزیته روغن پایه بر ضخامت

لایه تاثیر می‌گذارد، استفاده از ویسکوزیته مناسب مهم است.

برای متعادل کردن عملکرد شستشو با ضخامت لایه، می‌توان روغن پایه و پلیمر افزودنی‌ها را به‌منظور ایجاد تعادل ایده‌آل، تغییر داد. همچنین استفاده از روغن پایه با درجه بالاتر، موجب کاهش شستشو و مسدود شدن خطوط تامین می‌شود؛ بنابراین، یافتن تعادل مناسب مهم است. برای تولید گریس با خواص عالی و جلوگیری از خوردگی در کارخانجات لازم است که مقدار قابل توجهی از مواد افزودنی و بازدارنده خوردگی را شامل شود. با این حال، این مواد افزودنی، در بیشتر موارد تاثیر مخربی بر عملکرد روانکاری خواهد داشت.

نتیجه آزمون که توسط لکنر [۲۶] به‌دست آمد نشان داد که گریس LiC در آزمایش R2F بسیار چسبناک و غلیظ بود به طوری که در نهایت، تجهیز آزمایشگاهی از کار افتاد. در مثال دیگری که آب عملکرد را بهبود بخشید، لکنر، گریس کلسیم آلوده به آب را مشاهده کرد که منجر به کاهش قابل توجه سایش شد. با وجود این نتیجه، سایر جنبه‌های منفی آلودگی آب، احتمالا عملیات طولانی مدت یک راه اندازی عمدی آلودگی گریس را غیر عملی می‌کند.

اگرچه بررسی تغییر قوام گریس ناشی از آب ممکن است یکی از این موارد باشد اما ساده‌ترین راه ارزیابی کاهش عملکرد عمومی و مرتبط‌ترین آزمون، استاندارد پایداری رطوبت بوده که شامل اثرات برش مکانیکی است. در دیگر آزمایش‌های مورد بحث، فرآیند اختلاط آب با گریس به احتمال زیاد باعث ایجاد درجه قابل توجهی از تخریب مکانیکی گریس می‌شود که این امر، تا حدی در نتایج پایداری رول منعکس می‌شود و نشان‌دهنده تغییر کمتر در گریس آلوده به آب است. از آنجایی که خواص گریس به‌طور قابل توجهی در طول شروع برش تغییر می‌کند [۴۹] اما بسیاری از تغییرات نفوذ احتمالا به دلیل برش ناشی از فرآیند اختلاط است ونه به دلیل اختلاط آب.

به‌طور کلی، آزمون‌های زیادی قادر به ارزیابی مقاومت گریس در برابر آب هستند، اما انجام هر آزمایش برای هر فرمول گریس غیرعملی است. گریس باید برای موارد خاص استفاده و نتایج آزمایش مربوطه در برگه داده آن درج شود. به‌عنوان مثال، تجهیزاتی که در شرایط زیر انجماد کار می‌کنند با احتمال تشکیل شبکه یخ مواجه هستند. در این شرایط، افزایش شدید گشتاور راه‌اندازی و در حال اجرا، برای کار یاتاقان مورد نیاز است. با این حال، اگر گریس فقط برای استفاده در دماهای متوسط تا بالا در نظر گرفته شود، انجام چنین آزمایشی می‌تواند زائد باشد. به‌طور کلی، بیشتر آزمون‌ها نیاز به دسترسی به تجهیزات تخصصی و زمان قابل توجهی دارند؛ بنابراین، مطلوب است که آزمون‌های ساده‌تر و در دسترس‌تری داشته باشیم که قادر به ارائه نتایج معنی‌دار آن‌ها باشند.

توصیه‌های آینده

بسیاری از آزمایش‌های ارائه شده در این مقاله، ویژگی‌های مهمی از نمونه‌های گریس را ارائه می‌کند که توسط سازنده‌های گریس بررسی نشده‌است. منطقی است که بیشتر سازندگان، به‌طور گسترده اثرات آب را بر گریس‌های خود آزمایش نکنند زیرا استانداردهای کمی وجود دارد که به‌طور مستقیم آب را درگیر می‌کند. بنابراین، توصیه می‌شود که موارد زیر در آزمون‌های جدیدی که قادر به ارائه نتایج معنادار هستند، بررسی شود.

آزمون‌های توصیه شده

به غیر از استانداردهای مورد بحث، می‌توان آزمایش‌هایی را با استفاده از نمونه‌های آلوده و غیرآلوده انجام داد و سپس با مقایسه نتایج و با توجه به استفاده مورد نظر گریس، می‌توان استقامت گریس در برابر آب را به‌طور کمّی تعیین نمود.آزمون‌ها باید انتخاب و در برگه داده ثبت شود. آزمایش‌ها نشان می‌دهد که تغییرات گریس، بیشتر مربوط به ویژگی روغن پایه است و تغییر نفوذ ایجاد شده با آب ممکن است ساده‌ترین معیار معنی‌دار مقاومت در برابر آب باشد.

استاندارد «پایداری رطوبت» شامل پایداری مکانیکی گریس می‌شود. از این رو، توصیه می‌شود که یک نمونه اولیه و یک نمونه آلوده به آب به همان میزان برش داده شود و پایداری رطوبت اندازه‌گیری و تأثیر پایداری مکانیکی در نظر گرفته شود. بنابراین، فرآیندی که برای مخلوط کردن آب با گریس استفاده می‌شود، باید روی یک گریس دست نخورده انجام شود تا مشابه آن ایجاد شود.

میزان آسیب ریزساختاری ناشی از برش، جدای از آن در نظر گرفته شود. از فرآیند اختلاط، به ویژه در صنعت خودرو استفاده می‌شود.

توصیه می‌شود که آزمایش‌های توسعه یافته جدید، از نظر کاربرد، بررسی و به‌طور بالقوه استاندارد شوند. چنین آزمایش‌هایی ممکن است ویژگی‌هایی مانند: انحلال‌پذیری، نقطه اشباع و جذب آب، پتانسیل، تسهیلات جذب آب و عمق نفوذ آب را بررسی کنند. در آزمون انحلال‌پذیری بررسی می‌شود که چقدر راحت می‌توان آب را از چربی پاک کرد. همچنین می‌توان تأثیر نوع گریس، غلظت آب درون گریس، روش حذف (قرار گرفتن در معرض هوا، حذف با برش، اثرات مواد شیمیایی واکنش‌ها) و سایر متغیرها را در نظر گرفت. نقطه اشباع آب را می‌توان از طریق تجزیه و تحلیل شیمیایی و یا با بازرسی چشمی از زمان شروع امولسیون در حین هم‌زدن پیدا کرد [۱۱]. پتانسیل جذب آب را می‌توان از طریق روشی مشابه با روش سیریاک[۹] و یا با اصلاح روش استفاده شده توسط لارسون [۲۷] و همکاران پیدا کرد.

تسهیلات جذب آب را می‌توان با بررسی پیدا کرد. بررسی و شناخت ماهیت و غلظت اجزای فعال سطحی گریس از طریق بررسی ماهیت آبدوست یا شاید با کمی کردن مقدار آب جذب شده بدون برش به‌دست آورد. در نهایت، عمق نفوذ آب را می‌توان با بررسی عمقی که آب ممکن است به داخل یک صفحه چربی نفوذ کند، کشف کرد. روشی ممکن که براساس کار دیتس و همکارانش توسعه یافت [۱۴].

تحقیقات تکمیلی

در مورد مقاومت گریس در برابر آب، بخش‌های مختلفی وجود دارد که تحقیقات بیشتری را می‌طلبد. به غیر از توسعه آزمایش‌های جدید برای تعیین کمیت مناسب تغییرات ناشی از آب، باید در مورد برهم‌کنش گریس و آب بررسی‌هایی انجام شود. آب داخل گریس بسیار برای سیستم حمل‌ونقل حائز اهمیت

است و باید بررسی شود. تحقیقات بیشتر در مورد اجزای انتشار آهسته و سریع آب درون گریس ممکن است به «عمق نفوذ آب» در یک مقیاس زمانی معین مرتبط باشد [۲۷]. همچنین این تحقیق ممکن است به سمت اندازه‌گیری معکوس یا «عمق خشک شدن آب» در یک مقیاس زمانی معین منجر شود.

بررسی ترکیب لایه خشک و مرطوب مقدار محلول و انحلال‌پذیری آن و یا اینکه روغن چگونه است، می‌تواند جزئیاتی در مورد ماهیت روانکاری گریس ارائه دهد که می‌توان از آن برای بهبود عملکرد گریس در محیط مرطوب استفاده نمود.

به جای اصلاح آزمون‌های موجود و یا توسعه آزمون‌های جدید، گزینه دیگر، بهبود و جمع‌آوری داده‌ها است. روش آزمونی به پیچیدگی خوردگی می‌تواند برای مقایسه کمی دشوار باشد و نتایج براساس بازرسی چشمی گزارش می‌شود.

از آنجائی که آزمون امکور[۱۰] به دلیل استفاده از سیستم درجه‌بندی دارای تکرارپذیری ضعیفی است، روش موثرتری برای تعیین کمیت خوردگی توسط گالری پیشنهاد شد [۵۰].

این امر، نمونه‌ای از چگونگی تحقیقات اضافی است که می‌تواند به بهبود نتایج آزمایش، بدون انجام هیچ تغییری در روش آزمایش منجر شود. هدف اصلی گریس، ایجاد یک لایه به اندازه کافی ضخیم با روانکاری بالا برای جداسازی قطعات متحرک در طیف گسترده‌ای از شرایط عملیاتی است.

حتی اگر یک لایه ضخیم وجود داشته باشد، گریس اکسید یا آلوده می‌شود و منجر به ارائه روانکاری ضعیفی خواهد شد. آب درون گریس، حباب می‌شود؛ بنابراین، روانکاری کلی آن تغییر می‌کند که باید هنگام ارزیابی مقاومت گریس در برابر آب، این امر در نظر گرفته شود. از آنجایی که اندازه‌گیری واقعی روانکاری بسیار دشوار و همبستگی‌های کمّی بین روانکاری بسیار زمان‌بر است؛ بنابراین، باید خواص اساسی‌تر مانند قوام، چسبندگی و ضخامت لایه مشخص شود.

به‌طور کلی، معیارهای مقاومت در برابر آب باید بهبود یابد. به‌طور تقریبی، هر نوع گریس دارای برخی از فرمولاسیون‌ها به‌عنوان مقاوم در برابر آب است که به بازار عرضه می‌شوند، اما این امر در بیشتر مواقع بدون ارائه مقدار کمّی انجام می‌شود. با این حال، ادعا می‌شود که گریس‌های کمپلکس آلومینیومی بسیار مقاوم در برابر آب هستند [۵۱]. نتایج تجربی به‌دست آمده توسط اُسیر[۱۱] و هرمان[۱۲] نشان می‌دهد که اینطور نیست [۱۲]. در واقع، این آزمایش‌ها نشان داد که دو گریس کمپلکس آلومینیومی عملکرد ضعیفی در شستشو دارند.

پایداری مکانیکی گریس در حضور آب کم و مقاومت در برابر خوردگی ضعیف است. تحقیقات تکمیلی در مورد ارتباط بین خاصیت مقاومت در برابر آب و عملکرد آنها در ماشین، به عملکرد شناسایی ویژگی‌های مربوط به یک برنامه خاص کمک می‌کند. بعد از این شناسایی، آزمون‌های مناسب برای توصیف عملکرد مرطوب را می‌توان روی یک گریس خاص انجام و به مصرف کنندگان ارائه داد تا به‌طور قابل قبولی، گریس را مقاوم در برابر آب توصیف کند.

نتیجه‌گیری

اطلاعات کافی در مورد قابلیت‌های گریس‌ها در محیط‌های مرطوب در دسترس کاربران نیست. از آنجایی که آب بر بسیاری از خواص مختلف گریس تأثیر می‌گذارد، توصیف کلی آب دشوار است.

به‌طور خلاصه، مقاومت یک گریس در خواص مرتبط و متعدد به آزمایش‌های مربوطه برای ارزیابی آنها شناسایی شده‌است. آزمایش‌های توصیه شده جدید شامل میزان انحلال‌پذیری در آب، نقطه اشباع، پتانسیل جذب آب، تسهیلات جذب آب و عمق نفوذ آب است. علاوه‌بر این، آزمون‌هایی وجود دارد که بین گریس همراه با آب و گریس بدون آب مقایسه انجام می‌دهند. عملکرد گریس بستگی به نوع آلاینده دارد و هر نوع آلایندگی تاثیر خاص خود را در عملکرد گریس خواهد گذاشت.

تحقیق در مورد برهم‌کنش مکانیکی گریس-آب، به ویژه در مورد انتقال آب در داخل گریس، احتمالاً اطلاعات ارزشمندی در مورد چگونگی تاثیر آب بر عملکرد روانکارها در اختیار ما قرار می‌دهد. علاوه‌بر این، درک چگونگی تاثیر آب بر عملکرد گریس مهم است. بررسی چگونگی تأثیر آب بر تخریب مکانیکی و شیمیایی گریس می‌تواند مدلی موثر برای پیش‌بینی عمر گریس در محیط‌های مرطوب ارائه کند. برخلاف آزمون‌های استاندارد موجود، افرادی که تأثیر آب بر تخریب مکانیکی را بررسی می‌کنند باید این را در نظر بگیرند که برای امولسیون کردن آب، به درجاتی از برش مکانیکی نیاز است که احتمالاً باعث ایجاد آسیب ساختاری قابل توجهی می‌شود.

هنگامی که مقاومت گریس در برابر آب در نظر گرفته می‌شود، خواص زیادی وجود دارد که مقایسه می‌شوند و هیچ تعریف واحدی وجود ندارد که تعیین کند کدام گریس در همه کاربردها در برابر آب مقاوم‌تر است. در واقع با فرمولاسیون گریس برای عملکرد خوب در برخی از آزمون‌ها، احتمالا در برخی دیگر، عملکرد بدتری خواهد داشت. بنابراین، مهم است که بدانیم یک دستگاه چگونه روغن‌کاری می‌شود تا کاربر بتواند مناسب‌ترین ویژگی‌های گریس مقاوم در برابر آب را شناسایی و به دنبال آن گریسی را انتخاب کند که تعادل مناسبی از خواص داشته باشد. به‌طور خلاصه، یک گریس مقاوم در برابر آب، نوعی گریس با ترکیب مناسبی از خواص است که به بهترین وجه، مناسب محیط‌های مرطوب است.

پی‌نوشت

۱. کارشناسی ارشد معدنی پژوهشگاه شیمی و مهندسی شیمی ایران، شرکت همکار استاندارد پارس لیان اروند

2. Rolling Bearing
3. cyriac
4. Calcium (Ca)
5. Calcium Sulphonate (CaS)
6. lithium complex (LiX)
7. Polyurea (PUA)
8. Hudedagadd
9. Cyriac
10. EMCOR
11. Authier
12. Herman

مراجع

[1] Fitch, J. HowWater Causes Bearing Failure. In Machinery Lubrication Magazine; Noria Corporation: Tulsa, OK, USA, 2008.

[2] Duncanson, M. Detecting and ControllingWater in Oil. In Machinery Lubrication Magazine; Noria Corporation: Tulsa, OK, USA, 2005.

[3] Cantley, R.E. The Effect ofWater in LubricatingOil on Bearing Fatigue Life. ASLE Trans. 1977, 20, 244–248. [CrossRef]

[4] Sedelmeier, G. ManagingWater Contamination to Maintain E_ective Steel Mill Lubrication. In Machinery Lubrication Magazine; Noria Corporation: Tulsa, OK, USA, 2008.

[5] Nagarkoti, B.; Johnson, B.; Shah, R.Water Washout Remedies. NLGI Spokesm. 2020, 84, 75–83.

[6] Faci, H.; Haspert, J. E_ect of Water on Grease Performance and Lubrication for Life in Sealed Bearings. NLGI Spokesm. 2014, 77, 8–15.

[7] Hink, R. Best Lubrication Practices for the Paper Industry. InMachinery LubricationMagazine; Noria Corporation: Tulsa, OK, USA, 2005.

[8] Kaperick, J.; Aguilar, G.; Lennon, M. “Rust Never Sleeps” An Investigation of Corrosion in Lubricating Grease. NLGI Spokesm. 2016, 79, 8–15.

[9] Lugt, P. Modern advancements in lubricating grease technology. Tribol. Int. 2016, 97, 467–477. [CrossRef]

[10] NSK. Roll Neck Bearing Manual; NSK: Shinagawa City, Tokyo, Japan, 2015.

[11] Cyriac, F.; Lugt, P.M.; Bosman, R. Impact of Water on the Rheology of Lubricating Greases. Tribol. Trans. 2016, 59, 679–689. [CrossRef]

[12] Authier, D.; Herman, A. Calcium Sulfonate Carbonate Greases: ASolution toWater Resistance. In Proceedings of the 25th Annual Elgi Meeting, Amsterdam, The Netherlands, 20–23 April 2013.

[13] Mistry, A. Performance of Lubricating Greases in the Presence of Water. NLGI Spokesm. 2005, 68, 9–15.

[14] Dittes, N.; Marklund, P.; Pettersson, A. Mixing Grease withWater. In Proceedings of the European Conference on Improvement in Bearing Technology, Nieuwegein, The Netherlands, February 23–24 2015.

[15] DIN 51907-1. Testing of Lubricants—Test of the Behaviour of Lubricating Greases in the Presence of Water—Part 1: Static Test; Deutsches Institut Fur Normung: Berlin, Germany, 2020.

[16] ASTM D7342-15. Standard Test Method for Prolonged Worked Stability of Lubricating Grease in Presence of

Water (Water Stability Test); ASTM International: West Conshohocken, PA, USA, 2015.

[17] ASTM D8022-15. Standard Test Method for Roll Stability of Lubricating Grease in Presence of Water (Wet Roll Stability Test); ASTM International: West Conshohocken, PA, USA, 2015.

[18] ASTM D1264-18e1. Standard Test Method for Determining the Water Washout Characteristics of Lubricating Greases; ASTM International: West Conshohocken, PA, USA, 2018.

[19] ASTM D4049-16. Standard Test Method for Determining the Resistance of Lubricating Grease to Water Spray; ASTM International: West Conshohocken, PA, USA, 2016.

[20] ASTM D1743-13. Standard Test Method for Determining Corrosion Preventive Properties of Lubricating Greases; ASTM International: West Conshohocken, PA, USA, 2018.

[21] ASTM D6138-19. Standard Test Method for Determination of Corrosion-Preventive Properties of Lubricating Greases Under Dynamic Wet Conditions (Emcor Test); ASTM International: West Conshohocken, PA, USA, 2019.

[22] ASTM D5969-11. Standard Test Method for Corrosion-Preventive Properties of Lubricating Greases in Presence of Dilute Synthetic Sea Water Environments; ASTM International: West Conshohocken, PA, USA, 2016.

[23] ASTM D7038-19. Standard Test Method for Evaluation of Moisture Corrosion Resistance of Automotive Gear Lubricants; ASTM International: West Conshohocken, PA, USA, 2019.

[24] ASTM D4048-19a. Standard Test Method for Detection of Copper Corrosion from Lubricating Grease; ASTM International: West Conshohocken, PA, USA, 2019.

[25] Hudedagaddi, C.; Raghav, A.; Tortora, A.; Veeregowda, D. Water molecules influence the lubricity of greases and fuel. Wear 2017, 376–377, 831–835. [CrossRef] Lubricants 2020, 8, 86 12 of 12

[26] Leckner, J. Water + Grease = Fatal Attraction? In Proceedings of the 25th ELGI Annual General Meeting,

Amsterdam, The Netherlands, 20–23 April 2013.

[27] Larsson, J.; Ardai, R. The Effect of Water Ingress on the Thickener Structure in Bio-Based Greases.

NLGI Spokesm. 2018, 81, 6–18.

[28] Eachus, A.C. The trouble with water. Lubr. Eng. 2005, 61, 34–38.

[29] Noria Corporation. Water in Oil Contamination. In Machinery Lubrication Magazine; Noria Corporation: Tulsa, OK, USA, 2001.

[30] FAG Kugelfischer Georg Schäfer, A.G. Rolling Bearing Lubrication; Publ. No. WL 81 115/4 EA; FAG Kugelfischer Georg Schäfer AG: Schweinfurt, Germany, 2002.

[31] Ducom Instruments. The Effect of Water Molecules on Lubricity of Greases and Fuel; AZoM: Mona Vale, Australia, 2017.

[32] Schatzberg, P.; Felsen, I. Effects of water and oxygen during rolling contact lubrication. Wear 1968, 12,331–342. [CrossRef]

[33] Echin, A.I.; Novosartov, T.; Kondrat'eva, T. Effect of Water on Lubricating Properties of Synthetic Oils.Chem. Technol. Fuels Oils 1983, 19, 80–83. [CrossRef]

[34] Fish, G. Calcium Sulfonate Greases: Performance and Application Overview; Lubrisense White Paper #16; The Lubrizol Corporation: Wickliffe, OH, USA, 2014.

[35] Cyriac, F.; Lugt, P.; Bosman, R. The Impact of Water on the Yield Stress and Startup Torque of Lubricating

Greases. Tribol. Trans. 2017, 60, 824–831. [CrossRef]

[36] Axel Christiernsson. H2O, Friend or Foe? Lubrisense White Paper #8; Axel Christiernsson: Nol, Sweden, 2008.

[37] Nagarkoti, B. Water resistance property of greases—An outlook. In Proceedings of the NLGI-India 12th Lubricating Grease Conference, Panaji, India, 28–30 January 2010.

[38] Cyriac, F.; Lugt, P.; Bosman, R.; Venner, C. Impact of Water on EHL Film Thickness of Lubricating. Tribol. Lett. 2016, 61, 23. [CrossRef]

[39] Bosman, R.; Lugt, P.M. The Microstructure of Calcium Sulfonate Complex Lubricating Grease and Its Change in the Presence of Water. Tribol. Trans. 2018, 61, 842–849. [CrossRef]

[40] Zhou, Y.; Bosman, R.; Lugt, P. On the Shear Stability of Dry and Water-Contaminated Calcium Sulfonate Complex Lubricating Greases. Tribol. Trans. 2019, 62, 626–634. [CrossRef]

[41] ASTM D217-19b. Standard Test Methods for Cone Penetration of Lubricating Grease; ASTM International: West Conshohocken, PA, USA, 2019.

[42] ASTM D1831-19a. Standard Test Method for Roll Stability of Lubricating Grease; ASTM International: West Conshohocken, PA, USA, 2019.

[43] ASTM D6184-17. Standard Test Method for Oil Separation from Lubricating Grease (Conical Sieve Method); ASTM International: West Conshohocken, PA, USA, 2017.

[44] ASTM D1478-20. Standard Test Method for Low-Temperature Torque of Ball Bearing Grease; ASTM International: West Conshohocken, PA, USA, 2020.

[45] ASTM D2783-19. Standard Test Method for Measurement of Extreme-Pressure Properties of Lubricating Fluids (Four-Ball Method); ASTM International: West Conshohocken, PA, USA, 2019.

[46] ASTM D2509-20. Standard Test Method for Measurement of Load-Carrying Capacity of Lubricating Grease (Timken Method); ASTM International: West Conshohocken, PA, USA, 2020.

[47] Lugt, P. Grease Qualification Testing. In Grease Lubrication in Rolling Bearings; Wiley: Hoboken, NJ, USA, 2013; pp. 339–375.

[48] Cyriac, F.; Lugt, P.; Bosman, R. On a New Method to Determine the Yield Stress in Lubricating Grease. Tribol. Trans. 2015, 58, 1021–1030. [CrossRef]

[49] Gurt, A.; Khonsari, M. The Use of Entropy in Modeling the Mechanical Degradation of Grease. Lubricants 2019, 7, 82. [CrossRef]

[50] Galary, J. Bearing Corrosion Analysis Using Machine Vision and Computational Algorithms. NLGI Spokesm. 2018, 82, 16–29.

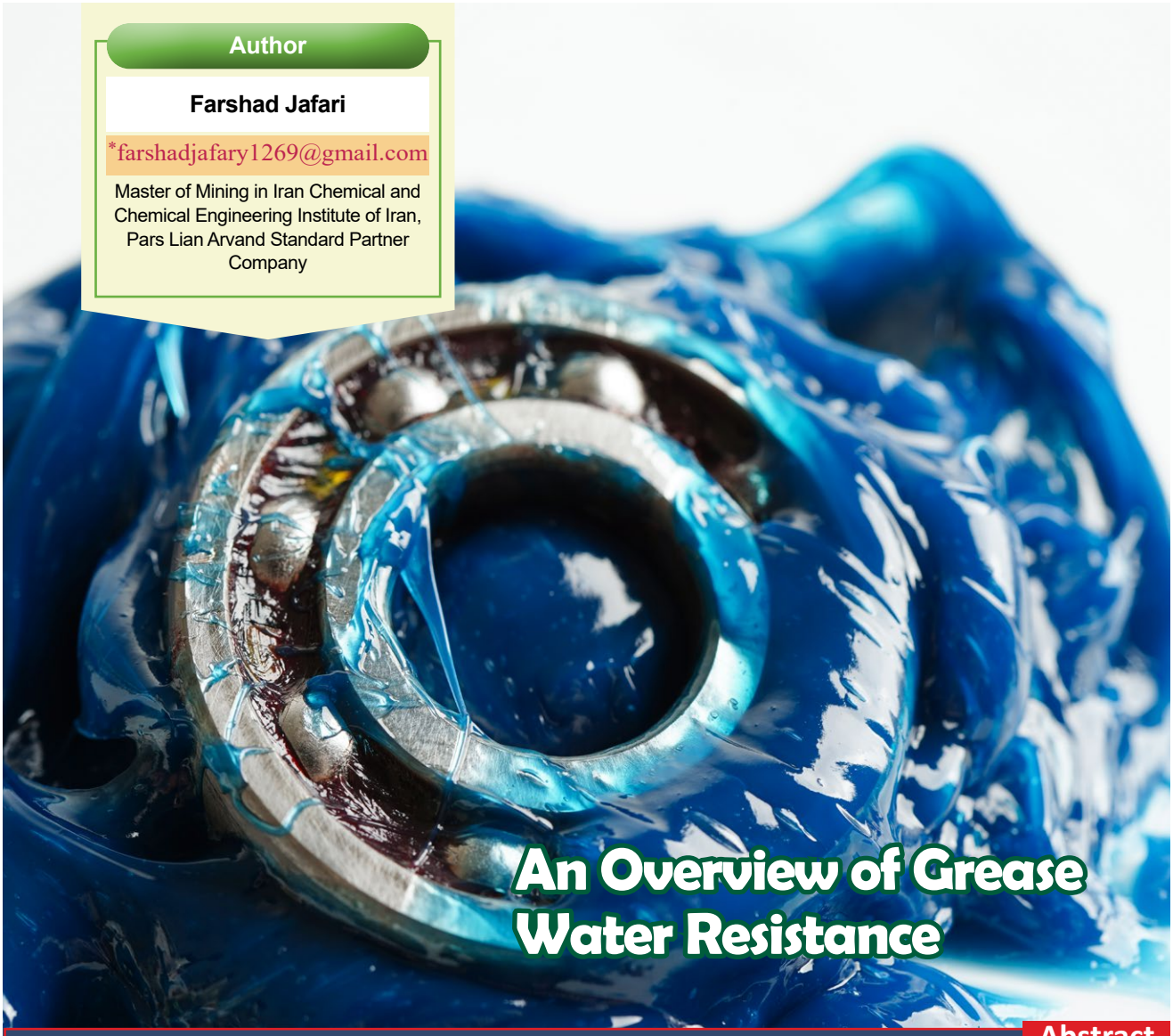
[51] The Timken Company. Timken Tapered Roller Bearing Catalog; The Timken Company: North Canton, OH, USA, 2016.An overview of grease water resistance

Author

Farshad Jafari

*farshadjafary1269@gmail.com

Master of Mining in Iran Chemical and Chemical Engineering Institute of Iran, Pars Lian Arvand Standard Partner Company



An Overview of Grease Water Resistance

Abstract

Many grease-lubricated components operate in wet environments, making them susceptible to water contamination which degrades their performance, functionality, and useful life. Hence, selecting a grease with appropriate water-resistant properties can have a significant influence on the life of the machine. While industry standards attempt to evaluate a grease's water resistance, research indicates that a more thorough understanding of water resistance is needed to properly match a grease to an application. This paper provides an overview of the interaction of grease and water, covers existing water-resistance standards, discusses the results of available experiments aiming to describe the effects of water on grease, demonstrates the need for more meaningful standards, and suggests additional measures for characterizing a grease's water resistance.

Keywords

grease contamination; water resistance; water contamination

Iran Nanotechnology Laboratory Network

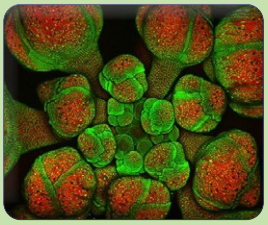
Iranian Journal of laboratory Knowledge

ISSN 2538-3450

Volume 11 ▪ Issue 1 ▪ Spring 2023 ▪ No.41

Time-of-Flight Mass Spectrometry

Arsenic determination in rice by hydride generation atomic absorption method



Laser Scanning Confocal Microscopy (Part 1)

Investigating determination of aromatic, olefinic and unsaturated components in different kinds of fuel by gas chromatography with capillary 100m column and high resolution

The Role of the Laboratory in the Quality Control of Seamless Gas Cylinders. (Part 2)

An Overview of Grease Water Resistance

www.IJLK.ir
info@ijlk.ir