شکست و نارسایی روانکار = شکست و خرابی بیرینگ

بیرینگ‌های غلتشی اجزایی با قابلیت اطمینان بالا هستند و اکثریت بیرینگ‌ها بیشتر از تجهیزاتی که بر روی آنها نصب شده‌اند، عمر می‌کنند. با این وجود، اگر چه بیرینگ‌ها علت درصد کمی از خرابی‌ها در تجهیزات هستند، ولی آنها گاهی از بین می‌روند. زمانی که در بیرینگی شکست رخ می‌دهد، معمولاً یک رویداد بحرانی به وقوع می‌پیوندد که منجر به تعمیر و از کار افتادگی پر هزینه خواهد بود.

هنگامی که در بیرینگی شکست رخ می‌دهد، تنها تعداد کمی از شکست‌ها به علت خستگی مواد روی می‌دهد. بیشتر شکست‌ها ناشی از شرایطی می‌باشد که معمولاً قابل پیشگیری هستند. به عنوان نمونه، علل شکست بیرینگ‌ها می‌تواند در اثر موارد زیر باشد:

- شرایط عملیاتی سخت
- نگهداری، حمل و نقل و نصب و راه‌اندازی نامناسب
- روانکاری نادرست

این مقاله بر موارد مرتبط با مشکلات روانکاری که بر شکست بیرینگ‌ها تاثیر می‌گذارد، تمرکز نموده است.

جلوگیری از شکست روانکار

شکست بیرینگ‌ها به دلایل بسیاری می‌باشد، اما مطالعات متعدد نشان می‌دهد که روانکاری نامناسب از اولویت نخست در خرابی‌ها برخوردار است. موارد دیگر به شرح زیر است:

- روانکاری نامناسب: ۴۰ تا ۵۰ درصد
- نصب نادرست: ۲۵ تا ۳۰ درصد
- سایر علل: در حدود ۲۰ درصد
- رسیدن به حد طبیعی خستگی: کمتر از ۱۰ درصد

برای جلوگیری از تماس بین فلز با فلز عناصر لغزشی، گذرگاه‌ها و نگهدارنده‌ها در بیرینگ‌های ضد سایش، باید از روانکاری اجزا بهره جست. افزون بر این، روانکاری، از بیرینگ در برابر خوردگی و سایش محافظت

BASAMAD

می‌کند، به پخش و انتقال گرما و آب‌بندی کردن آلودگی‌های جامد و مایع کمک می‌کند و همچنین سر و صدای بیرینگ را نیز کاهش می‌دهد. یک بیرینگ با روانکاری مناسب، بیشترین شانس برای رسیدن به حداکثر عمر سرویس‌دهی خود را دارا می‌باشد.

همانند خود بیرینگ‌ها، علل متعددی نیز برای شکست و نارسایی روانکار وجود دارد، از جمله:

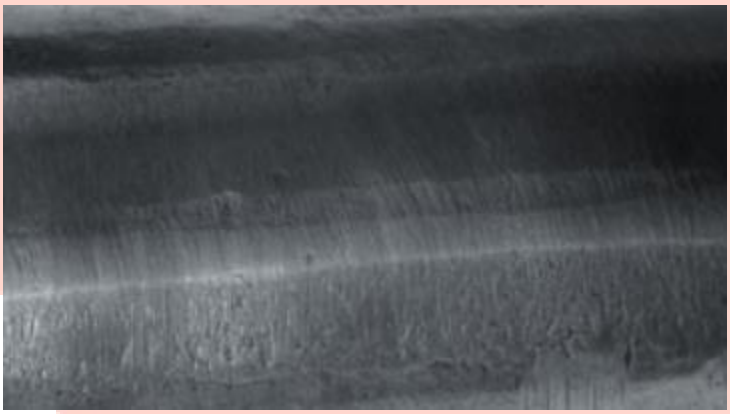
- مقدار ناکافی روانکار و یا ویسکوزیته‌ی ناکافی روانکار
- زوال و استهلاک به دلیل سرویس‌دهی طولانی مدت بدون سرریز کردن
- درجه حرارت بیش از حد
- آلودگی با ماده‌ی خارجی
- استفاده از گریس زمانی که شرایط، استفاده از روانکاری استاتیک و یا در گردش را ایجاب می‌کند
- انتخاب نادرست پایه‌ی گریس برای یک کاربرد خاص
- روانکاری بیش از حد

عملکرد مناسب بیرینگ‌های غلتشی به حضور مستمر بسیار نازک - میلیونیم اینچ - فیلم الاستوهیدرودینامیک روانکار بین عناصر غلتشی و گذرگاه‌ها، و بین قفسه، رینگ و اجزای غلتشی وابسته است. برای جلوگیری از شکست‌های ناشی از روانکاری، می‌توان یک گریس و یا روغن که تولید یک لایه‌ی مناسب برای جدا کردن عناصر غلتشی می‌کند انتخاب نمود. یک روانکار خوب همچنین یک روانکاری مرزی خوب را فراهم می‌کند.

برای شناسایی شکست و نارسایی در روانکار می‌توان به تغییر رنگ (آبی / قهوه ای) گذرگاه‌ها و اجزای غلتشی دقت کرد. سایش بیش از حد در عناصر غلتشی، حلقه ها و قفسه، منجر به گرمای زیاد و پیرو آن شکستی فاجعه‌بار خواهد شد.

علاوه بر این، اگر یک بیرینگ روانکاری ناکافی داشته باشد، یا اگر روانکار خواص روان‌کنندگی خود را از دست داده باشد، لایه روغنی با ظرفیت حمل بار کافی نمی‌تواند تشکیل شود. در نتیجه تماس فلز با فلز بین عناصر غلتشی و گذرگاه‌ها رخ داده منجر به سایش چسبندگی (Adhesive Wear) می‌شود.

BASAMAD



سایش چسبندگی

مودهای سایش چسبندگی شامل scoring، سائیدگی یا galling ، جام کردن یا seizing و scuffing است. این شکست‌ها زمانی رخ می‌دهند که لایه‌ی روانکار برای جلوگیری از جوش خوردن برآمدگی‌های میکروسکوپی به همدیگر در بین سطوح لغزنده دو جزء در تماس، بیش از حد نازک است. پس از جوش خوردن برآمدگی‌ها به همدیگر، نیروهای لغزنده فلز را از یک سطح جدا می‌کنند و در یک سطح حفره‌های کوچک و در سطح دیگر برآمدگی‌هایی ایجاد می‌کنند.

این نقص‌ها حتی منجر به آسیب بیشتر نیز می‌شوند. اگر چه سایش چسبندگی در سطح میکروسکوپی آغاز می‌شود ولی پس از آغاز به طور پیوسته پیشرفت می‌کند.

انتخاب روانکار

بدیهی است که روانکاری نقشی حیاتی در عملکرد و طول عمر بیرینگ دارد. بدون وجود روانکاری، می‌توان انتظار شکست زود هنگام بیرینگ و احتمالاً شکست سایر تجهیزات را داشت. سه نگرانی اصلی مرتبط با روانکاری بیرینگ عبارتند از:

- **تعیین مقدار مناسب روانکار**– هنگامی که حداقل مقدار روانکار در بیرینگ‌های غلتشی استفاده شده است، آنها در دمای بهینه‌ی خود کار می‌کنند. مقدار روانکار مورد نیاز همچنین بستگی به عملکردهای دیگر روانکار مانند خنک‌کنندگی و نشت‌بندی دارد.
- **تعیین نوع صحیح روانکار**- بیرینگ‌های غلتشی را می‌توان با گریس یا روغن روانکاری نمود. در موارد خاص، روانکار جامد می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد.

BASAMAD

- **تمیز نگهداشتن روانکار**

انتخاب روانکار به شرایطی همچون درجه حرارت عملیاتی، سرعت چرخش، بارهای وارده و شرایط محیطی بستگی دارد. به طور کلی، روغن بهترین روانکار برای بیرینگ است، اما به دلیل ملاحظات طراحی استفاده از آن همیشه عملی نیست.

روانکار گریس باید هنگامی استفاده شود که یاتاقان زیر سرعت و درجه حرارت نرمال کار کند. گریس نسبت به روغن دارای مزایای متعددی، از جمله ساده‌تر و ارزانتر بودن روش‌های کاربرد، چسبندگی بهتر و بهبود محافظت در برابر رطوبت وآلاینده‌ها می‌باشد.

انتخاب گریس بسته به کاربرد، متفاوت است. عوامل مورد توجه شامل سختی (غلظت)، پایداری (توانایی حفظ غلظت) و مقاومت در برابر آب (امولسیون سازی) می‌باشد. با این حال، گریس، روغن معلق در یک پایه یا حامل است، و هنگامی که این پایه‌ها در معرض رطوبت یا حرارت قرار گیرند، می‌توانند به صابون و یا خاکستر کربن تبدیل شوند. بنابراین، ممکن است استفاده از افزودنی‌های مصنوعی برای جلوگیری از زوال پایه‌ی گریس لازم باشد.

پر کردن بیش از حد ممکن است باعث افزایش سریع درجه حرارت، به ویژه در سرعت‌های بالا شود؛ زیرا عناصر غلتشی برای خارج کردن گریس از مسیر به آن فشار وارد می‌کنند. این امر منجر به تشکیل کره در گریس می‌شود، که تولید حرارت می‌کند. افزودن گریس بیشتر، تنها این مشکل را بدتر خواهد کرد، و احتمال بیرون راندن آب‌بند را افزایش می‌دهد.

بیرینگ‌هایی که در سرعت پایین کار می‌کنند و آنهایی که به حفاظت در برابر خوردگی نیاز دارند، هوزینگ آنها می‌تواند به طور کامل پر از گریس باشد. مدت زمانی که بیرینگ روانکاری شده با گریس، به طور رضایت بخش بدون روانکاری دوباره، به کار خود ادامه خواهد داد بستگی به اندازه‌ی بیرینگ، نوع، سرعت، درجه حرارت عملیاتی و گریس استفاده شده دارد.

هنگامی که سرعت و یا شرایط عملیاتی مانع از استفاده از گریس می‌شود و یا جایی که گرما باید از بیرینگ منتقل شود، استفاده از روغن به عنوان روانکار ترجیح داده می‌شود. غالباً از روغن برای برآورده کردن الزامات عملیاتی اجزای دیگر همچون آب‌بندها و چرخ‌دنده‌ها استفاده می‌شود.

BASAMAD

در سرعت‌های پایین شافت، استفاده از سیستم‌های حمام روغن مناسب است. برای جلوگیری از تعویض مکرر روغن به دلیل دمای کارکرد بالا، می‌توان از سیستم گردش روغن استفاده کرد. در شافت‌های با سرعت‌های بالا، روغن باید به داخل بیرینگ نفوذ کند تا حرارت اضافه را از بین ببرد. برای اطمینان از این که روغن به جایی که مورد نیاز است وارد می‌شود، استفاده از سیستم تزریق روغن یک روش مؤثر است. برای اینکه اطمینان حاصل شود که روغن به اندازه‌ی کافی به گرداب هوای ایجاد شده در اثر چرخش بیرینگ نفوذ کرده است، سرعت تزریق روغن باید به اندازه‌ی کافی بالا باشد.

بازه‌ی زمانی‌ای که در آن روغن نیاز به تعویض دارد بستگی به شرایط عملیاتی و کیفیت روغن دارد. برای سیستم‌های حمام روغن، در صورتی که دمای روغن بیش از ۱۲۰درجه فارنهایت باشد و یا اگر دستگاه در یک محیط آلوده به مواد ساینده و یا آلاینده در حال کار باشد، دفعات تعویض روغن باید خیلی بیشتر باشد. برای سیستم‌های گردشی، بازه‌های زمانی تعویض روغن با چک کردن کیفیت روغن برای تعیین حضور ذرات ساینده، اکسیداسیون روغن و تجزیه‌ی افزودنی‌ها تعیین می‌شود.

ویسکوزیته روغن

میزان ویسکوزیته‌ی روغن همانند مقدار روغن، برای اطمینان از روانکاری کافی دارای اهمیت است. ویسکوزیته مورد نیاز بستگی به دمای کارکرد دارد. ویسکوزیته‌ی ناکافی روانکار، خود را به صورت یک سطح پرداخت شده و یا سطح براق نشان می‌دهد. با پیشرفت خرابی، سطح به صورت یخزده به نظر می‌رسد و در نهایت ورقه ورقه می‌شود. این نوع ورقه ورقه شدن شدن در مقایسه با الگوی تولید شده توسط شکست ناشی از خستگی که دارای دانه‌های درشت‌تر هستند، به صورت ریزدانه است.

BASAMAD

روانکاری ناکافی

در مرحله‌ی یخ‌زدگی، تراشه‌های ریز فلز کنده شده از گذرگاه بیرینگ ایجاد یک پرز یا nap می‌کند که گاه می‌تواند احساس شود. منطقه‌ی یخ زده در یک جهت، صاف احساس خواهد شد، اما در جهت دیگر یک ناهمواری مشخص و واضح خواهد داشت. هنگامی‌که فلز از سطح کنده شد، حفره‌ها پدیدار می‌شوند و یخ‌زدگی به سمت کندگی پیشرفت می‌کند.

پدیده‌ی لکه‌ای شدن یا Smearing شکلی از خرابی سطح است و هنگامی رخ می‌دهد که دو سطح روی هم می‌لغزند و روانکار نمی‌تواند از چسبندگی سطوح جلوگیری کند.در این حالت، قطعه‌های کوچکی از یک سطح جدا می‌شوند و دوباره به هر دو سطح جوش داده می‌شوند.

BASAMAD

ورقه ورقه شدن ناشی از خستگی

لکه‌ای شدن بر اثر لغزش (Skid smearing) زمانی اتفاق می‌افتد که عناصر غلتشی هنگامی که از منطقه‌ی بی‌باری به منطقه‌ی بارگذاری شده گذر می‌کنند بلغزند. همچنین سفت بودن بیش از حد روانکار باعث بروز این نوع خرابی می‌شود، که به احتمال زیاد در بیرینگ‌های بزرگ اتفاق می‌افتد.

لکه‌ای شدن می‌تواند بر روی سطوح رولر و در گذرگاه رولربیرینگ‌های استوانه‌ای و مخروطی رخ دهد. این امر به واسطه‌ی کند شدن چرخش رولر در منطقه بی‌باری جایی که حلقه‌ها رولرها را نمی‌رانند رخ می‌دهد. در نتیجه، سرعت چرخش آنها پایین‌تر از زمانیست که در منطقه بارگذاری هستند. بنابراین، رولرها در معرض شتاب سریع قرار می‌گیرند که لغزش حاصله آنقدر شدید است که ممکن است باعث لکه‌ای شدن سطح شود.

شیاری شدن (Grooving) نیز از روانکاری ناکافی نتیجه می‌شود. ناحیه‌هایی مانند محل فلنج‌ها و انتهای رولرها در رولربیرینگ که تحت اصطکاک لغزشی هستند جزو نخستین قسمت‌هایی هستند که تحت تاثیر قرار می‌گیرند.

BASAMAD

در مواردی که با سرعت‌های بالا سروکار داریم، نیروهای اینرسی اهمیت می‌یابند، و از این رو بهترین روانکاری مورد نیاز خواهد بود. نیروهای اینرسی وارد بر عناصر لغزشی در سرعت‌های بالا با استارت و استپ‌های ناگهانی، می‌تواند باعث ایجاد نیروهای زیاد بین اجزای غلتشی و کیج شود. نیروها کیج را کج می‌کنند و وارد آمدن نیروها به صورت مکرر منجر به ترک خوردن و شکستن کیج می‌شود.

خرابی کیج

جریان یا دبی ناکافی در سیستم گردشی روغن می‌تواند منجر به شکست رولربیرینگ‌های مخروطی شود. ناحیه‌ی بین Guide Flange و انتهای بزرگتر رولر در معرض حرکت لغزشی است و روانکاری آن از روانکاری ناحیه‌های زیر حرکت رولرها دشوارتر است. بنابراین، برخی از رولرها می توانند به Guide Flange جوش بخورند.

نشت از نشت‌بند

آب‌بندهای بیرینگ‌ها حتی در بهترین شرایط عملیاتی نیز می‌تواند نشتی داشته باشد. به طور معمول، نشت از آب‌بند می‌تواند وابسته به سه عامل اساسی باشد:

۱) شرایط و اندازه‌ی شفت و سوراخ هوزینگ

BASAMAD

۲) شیوه‌های نصب نامناسب

۳) آلودگی

هنگامی که نشتی آب‌بند اتفاق می‌افتد، شایع ترین علت می‌تواند شفت ساییده شده و یا scored باشد، در اغلب موارد سایش نتیجه‌ی آلودگی است. برای جلوگیری از آسیب آب‌بند شفت باید جایگزین یا تعمیر شود.

اگر کاربری اصلی آب‌بند حذف ماده‌ی خارجی باشد، لبه‌ی آب‌بند باید رو به روی سطح آلودگی (به جای بیرینگ) باشد. اگر روغن در اثر عواملی چون گرما یا عوامل دیگر تحت فشار باشد، لبه باید رو به فشار باشد.

نشت در آب‌بند همیشه نشانگر خرابی آن نیست. برای مثال، در بیرینگ‌های pillow block، گریس اضافه در طول کارکرد ماشین از اطراف آب‌بند خارج می‌شود. این نشان می‌دهد که آب‌بند به درستی کار می‌کند.

منبع:

Machinery lubrication

ترجمه:

زینب سیفی

BASAMAD