

انواع یاتاقانها و شیوه روانکاری آنها

مهندس ملیکا حسن پور

روانکاری یاتاقانها

یاتاقانها اجزایی از ماشین آلات هستند که خود از دو قسمت شفت (تکیه گاهی) و متحرک تشکیل شده اند. قسمت متحرک این اجزا می تواند بصورت Sliding (لغزشی) و یا Rolling (غلتکی) باشد که در هر دو حالت می توان از روغن و گریس به عنوان روانکار استفاده کرد.

Sliding Bearing (یاتاقانهای لغزشی):

دو نوع معمول این دسته عبارت است از ژورنال (تخت) و محوری (کفگرد) که در شکل زیر آورده شده است.



یاتاقانهای تخت، ساده ترین نوع یاتاقانها هستند که در اختراع چرخ بکار گرفته شدند. روانکار مناسب برای این اجزا در سرعتهای پایین تا متوسط (تا حدود زیر 200 rpm)، گریس است. در این شرایط داشتن گرانیروی بالا و تمایل کمتر به پراکنده شدن به اطراف، عامل مهمی در انتخاب روانکار است.

اما در یاتاقانهای محوری که بار بصورت موازی و در امتداد شفت وارد می شود روانکاری توسط روغن بهتر انجام می شود. پیشنهاد گریس برای یاتاقانهای لغزشی به پارامترهایی مانند: طراحی یاتاقان، سرعت و بار وارده، دمای عملیاتی و روشهای کاربرد گریس بستگی دارد.

با در نظر گرفتن موارد یاد شده، مشخصاتی مانند نوع و درصد تغلیظ کننده گریس، گرانیروی روغن پایه، پایداری اکسیداسیون در دامنه دمایی کارکرد، ظرفیت تحمل بار و خواص ضدسایشی، مقاومت در برابر آب، سازگاری با آب بندها و مواد تشکیل دهنده یاتاقان باید مورد بررسی قرار گیرند. بنابراین با توجه به تنوع یاتاقانهای لغزشی و جایگاه کاربرد آنها، پیشنهاد نوع خاصی

از گریس غیرممکن است. به عنوان مثال، سرعت و بار وارده به یاتاقان، قوام گریس را تحت تأثیر قرار می دهد و هر چه سرعت، بیشتر و بار، کمتر باشد باید از گریس های شل تری استفاده کرد. در نهایت باید یادآور شد، که بهترین راه انتخاب گریس مناسب مراجعه به راهنمای سازنده دستگاه است که در کنار آن می توان از تجربه مصرف کننده و اطلاعات فنی سازنده گریس نیز کمک گرفت.

خراب شدن و آسیب دیدن یاتاقانهای لغزشی دلایل متفاوتی دارد که مهمترین آن عبارتند از: مواد سازنده یاتاقان، شرایط عملیاتی (مانند دما، سرعت، بار، نوسانات، جریانهای الکتریکی)، شرایط محیطی (دما، آلودگی، مواد خورنده) و شرایط و عوامل مربوط به روانکاری نامناسب.

در جدول زیر خلاصه ای از عوامل مؤثر روانکاری در وارد کردن انواع آسیب ها آورده شده است:

عوامل روانکاری	1 Abrasion	2 Scuffing	3 Overly Removal	4 Smearing	5 Deformation	6 Fatigue	7 Pitting	8 Abnormal rate of wear
کمبود روانکار		×		×	×			×
گرانروی نامناسب		×		×		×		×
آلودگی								
مواد ساینده	×		×					×
مواد خورنده			×				×	×
آب		×	×					×
مواد حاصل از تجزیه روانکار			×					×

(توضیح هر یک از انواع سایش جدول بالا، در ضمیمه آورده شده است.)

یاتاقانهای با اجزای چرخشی (Roiling):

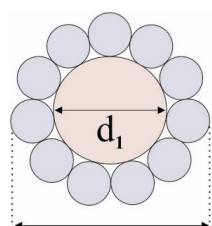
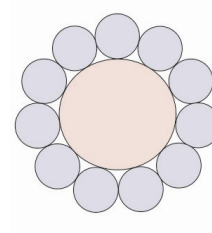
در اصطلاح به این دسته از یاتاقانها، ضداصلطاک (Anti Friction) می گویند. سطح متحرک این یاتاقانها توسط اجزایی مانند ساچمه ها (رول ها یا سوزنهایی که در یک حالت کنترل شده می توانند بغلتند) حرکت می کند. رینگ ثابت، رینگ متحرک و تعدادی اجزای غلتان، اجزای اصلی یک یاتاقان غلتان هستند. این نوع یاتاقانها در اندازه های مختلفی ساخته می شوند (از سایز کوچکتر از ته سنجاق تا قطر بیش از 6 متر) و در انواع مخروط ناقص (Taper)، خمیره ای (Spherical)، استوانه ای (Sylindrical)، سوزنی (Needle)، ...

وجود دارند. انعطاف پذیری این اجزا به اندازه ای است که در بارگذاریهای بالا و سرعتهای مختلف (از 100 rpm تا حدود 20,000 rpm) قابل کاربردند.

سرعت و بار در طول عمر یاتاقان پارامترهای تعیین کننده ای هستند. انواع یاتاقانهای غلتکی ساچمه ای و رولی برای شرایط بارگذاری شعاعی، محوری، زاویه ای و یا ترکیب اینها استفاده می شوند و نوع سوزنی آن فقط برای بارگذاری شعاعی قابل کاربرد است.

گریس های قابل کاربرد در روانکاری این نوع یاتاقانها باید دارای خواصی از جمله: مقاومت عالی در برابر اکسیداسیون، پایداری مکانیکی در برابر سفت و نرم شدن بیش از حد، قوام مناسب برای روش کار برد و توانایی تغذیه مناسب در دماهای متفاوت، خواص ضدسایش، خواص ضدزنگ و داشتن نقطه قطره ای شدن مناسب باشند. سرعت، بار، دما، آلودگی و درجه حرارت از جمله عواملی هستند که در انتخاب نوع روانکار مناسب تأثیر گذارند. در زیر به آثار این عوامل به صورت جداگانه پرداخته شده است.

1- اثر سرعت: محاسبه سرعت سطوح اجزای غلتان یک یاتاقان که روی هم می غلتند کاملاً پیچیده است، ولی معمولاً بصورت تقریبی از دو رابطه آمریکایی DN و اروپایی ND محاسبه می شود:

 <p> d_1: mm قطر داخلی d_2: mm قطر خارجی N: rpm سرعت یاتاقان </p>	<p>روش اروپایی</p> $ND_{ave} = N \frac{d_1 + d_2}{2}$
 <p> D: mm قطر داخلی N: rpm سرعت یاتاقان </p>	<p>روش آمریکایی</p> $DN_{valu} = D \cdot N$

سازندگان یاتاقان، حداکثر عامل سرعت یاتاقان را برای یاتاقانهای روانکاری شده با روغن و گریس تدوین کرده اند، که در جدول زیر آمده است. در این

جدول سرعت براساس مقیاس اروپایی N.D (با قطر متوسط) محاسبه شده است.

نوع یاتاقان	روانکاری با روغن	روانکاری با گریس
یاتاقانهای ساچمه ای شعاعی	۵۰۰/۰۰۰	۳۰۰/۰۰۰
یاتاقانهای رولر استوانه ای	۵۰۰/۰۰۰	۳۰۰/۰۰۰
یاتاقانهای رولر کروی	۲۹۰/۰۰۰	* ۱۴۵/۰۰۰
یاتاقانهای رولر و ساچمه ای کفگرد	۲۸۰/۰۰۰	۱۴۰/۰۰۰

* روانکاری با گریس برای یاتاقانهای غلتان کفگرد توصیه نمی شود.

در سرعتهای پایین تا متوسط، گریس باید به اندازه کافی شل باشد تا به آهستگی در اطراف اجزای یاتاقانهای غلتان حرکت کند، اما این شلی نباید آنقدر زیاد باشد که گریس اضافی وارد مسیر اجزای غلتان شود، زیرا گریس اضافی، اصطکاک برشی را افزایش داده و باعث بالا رفتن درجه حرارت یاتاقان می شود. در برخی مواقع برای سرعتهای بالا، از یک گریس نسبتاً سفت استفاده می شود. سختی نباید به اندازه ای زیاد باشد که اجزای غلتان با ایجاد یک کانال در گریس، نتوانند مقدار کافی گریس را توزیع کنند. همچنین گریس باید برای پایین نگه داشتن اصطکاک برشی و جلوگیری از نشستی گریس از کاسه نمدها، مقاومت خوبی در برابر شل شدن حاصل از برشهای مکانیکی داشته باشد.

2- اثر بار: در شرایط بار زیاد بصورت ناگهانی یا نوسانی برای جلوگیری از تماس فلز با فلز نیاز به لایه روانکار با ضخامت بیشتری است. در این شرایط ویسکوزیته روغن پایه استفاده شده در تولید گریس باید بالا باشد تا اطمینان از تشکیل لایه الاستو هیدرو دینامیک به دست آید. در شوکهای شدید حاصل از بارگذاری ناگهانی، گریس باید دارای خواص ضدسایشی و EP خوبی باشد. اگر هر دو عامل سرعت و بار، بالا باشند مطمئناً دما نیز افزایش می یابد.

در چنین شرایطی گریس باید پایداری حرارتی و اکسیداسیون عالی داشته باشد.

3- اثر حرارت: گرانیروی روغن و قوام گریس هر دو تابع درجه حرارت هستند. در زمان انتخاب روان کننده ها همواره باید دمای عملکرد یاتاقان ها مورد توجه قرار گیرد. دما در یاتاقان در اثر انتقال حرارت از یک محور به اجزای دیگر و یا فضای اطراف به محفظه یاتاقان در اثر تشعشع افزایش می یابد. همچنین بهم خوردن بیش از حد گریس، که می تواند در اثر زیاد پرکردن فضای یاتاقان باشد نیز باعث افزایش دمای گریس می شود. دمای بالا، سرعت اکسیداسیون را افزایش داده و باعث از بین رفتن کیفیت روغن و گریس و در نهایت سفت شدن آنها می شود که در نتیجه قابلیت روانکاری خود را از دست می دهند.

در دماهای پایین نیز روان کننده باید به گونه ای انتخاب شود که یاتاقان با گشتاور اولیه بتواند شروع به کار کرده و روان کننده نیز به خوبی توزیع شود. در چنین شرایطی گریس شل با روغن پایه گرانیروی پایین و نقطه ریزش پایین مورد نیاز است.

4- آلودگی و رطوبت: وجود هر گونه ذرات جامد بین اجزای غلتان و مسیر دوران، بزرگترین علت کم شدن عمر یاتاقانها است. همچنین رطوبت نیز باعث صدمه زدن به گریس و در نهایت آسیب یاتاقان می شود. بنابراین در شرایطی که یاتاقان در معرض گرد و غبار یا ذرات ساینده موجود در هوا باشد نیاز به گریسی با قوام زیاد دارد تا بتواند عمل آب بندی را به طور کامل انجام دهد. گریس در مجاورت رطوبت نیز باید دارای خواص عالی ضدزنگ باشد.

در این نوع یاتاقانها نیز مانند یاتاقانهای لغزشی عوامل متفاوتی در خراب شدن و یا کوتاه شدن عمر مفید قطعه مؤثر است. این عوامل عبارتند از شرایط محیطی، جنس یاتاقان، شرایط عملیاتی و فاکتورهای مربوط به روانکاری که در جدول زیر موارد مربوط به روانکاری و سایش های ناشی از آن فهرست شده است:

فاکتورهای روانکاری	7 Pitting	9 Spalling (flaking)	1 Abrasion	2 Scuffing	10 Corrosion	11 Discoloration	12 Glazing
کمبود روانکار	×	×		×		×	×
میزان زیاد روانکار				×		×	
انتخاب نامناسب				×	×	×	×
گرانیروی خیلی پایین		×	×	×		×	
گرانیروی خیلی بالا						×	

www.me-en.com

(توضیح انواع سایش جدول بالا در ضمیمه آورده شده است.)

خراب شدن یاتاقانهای غلتکی

خراب شدن یاتاقانهای با اجزای غلتان با بروز سه پدیده زیر قابل تشخیص است:

1- افزایش غیرعادی دما: افزایش دما در حدود 10-20 درجه سانتیگراد بالای دمای محیط معمول بوده، سرعت و بارهای زیاد نیز دما را تا حدود 30-50 درجه سانتیگراد از دمای محیط افزایش می دهد. بسیاری از یاتاقانها، عملکرد رضایت بخشی تا حدود 100 درجه سانتیگراد دارند ولی در دماهای بالاتر، به سرعت ساختار گریس تخریب می شود. در این صورت تعویض زود هنگام گریس به یاتاقان آسیب نخواهد زد.

2- تغییر در صدای یاتاقان: صدا و لرزش ایجاد شده در یاتاقان بسیار نامحسوس، اما نشانه تغییر شکل یافتن یاتاقان تلقی می شود. در اصطلاح این علائم را نشانگر بروز مشکلاتی می دانند که از آنها با عنوان dents (دندانه دار شدن) و یا brinells (سخت شدن) یاد شده است. تحقیقات نشان داده که ایجاد دندانه هایی به کوچکی یک ده هزارم از قطر یاتاقان با اجزای غلتکی باعث ایجاد سروصداهای شدیدی خواهد شد. آسیب های شدید به یاتاقان در زمان پیاده و سوار کردن آن بر روی دستگاه باعث ایجاد پدیده «brinells» می شود. حفره های حاصل از خستگی تماسی نیز می تواند باعث سروصدا شود. ولی یک علت اصلی برای سروصدای غیرعادی یاتاقانها، کم بودن میزان روانکار (به ویژه گریس) در فضای یاتاقانهاست.

3- تغییر در ظاهر گریس: اگر گریس برای مدت زمان طولانی در معرض دمای بالا باشد، سفت می شود، ولی در زمان کار دوباره قوام اولیه خود را بدست می آورد. اگر زمان، خیلی طولانی شود و دما نیز خیلی بالا رود در آن صورت پدیده اکسیداسیون رخ خواهد داد. در اینصورت ظاهر آن غیرمعمول شده و سبب ایجاد بو، می شود. این شرایط طول عمر مفید گریس را کوتاهتر می کند. البته اعتماد به رنگ گریس کار درستی نیست، زیرا برخی از رنگ دانه های موجود در گریس بدون ایجاد پدیده اکسیداسیون و یا حرارت و یا بدون تغییر ساختار گریس، خود به خود تغییر می کنند.

بنابراین با اجرای کامل یک برنامه آنالیز گریس می توان کیفیت آنرا در زمان استفاده تحت کنترل داشت.

منبع:

Chevron chemical company, oronite additives division
"grease the oldest lubricant known"