

دستور العمل مونتاژ و تنظیم برای یونیت‌های چرخ‌دنده مدولار



مهندس سیدحسین صدیقی
رئیس نگهداری و تعمیرات کارخانه سیمان خاش

پیش‌گفتار:

گیربکس‌ها از تجهیزات گران‌قیمت صنایع محسوب می‌شوند. متداول‌ترین نوع گیربکس مورد استفاده در صنعت، گیربکس با محور متقاطع می‌باشد. در این گیربکس‌ها انتقال قدرت در مرحله نخست توسط جفت چرخ‌دنده‌های مخروطی انجام می‌گیرد. آسیب‌پذیرترین بخش این گیربکس‌ها نیز چرخ‌دنده‌های مخروطی است که خرید یک دست آن بیش از ۲۰ درصد گیربکس کامل هزینه دارد. بنابراین در تنظیم جفت چرخ‌دنده‌های مخروطی باید حساسیت کافی به خرج داد.

۱- مقدمه

همان‌گونه که ذکر شد ورودی گیربکس‌ها با محور متقاطع جفت چرخ‌دنده مخروطی می‌باشد. معمولاً از جفت چرخ‌دنده‌های مخروطی مارپیچ استفاده می‌شود. به دلیل مارپیچی بودن دندانه‌ها، دندانه‌های زیادی به‌طور همزمان در تماس با هم قرار دارند و به این ترتیب کار آنها نرم‌تر و آرام‌تر خواهد بود. همچنین تنظیم یک جفت چرخ‌دنده مخروطی با دندانه‌های مارپیچ خیلی راحت‌تر از تنظیم جفت چرخ‌دنده مخروطی با دندانه‌های راست می‌باشد. در محورهای جفت چرخ‌دنده‌های مخروطی با توجه به نیروی محوری اعمالی از بیرینگ‌های مخروطی استفاده می‌گردد. در تنظیمات چرخ‌دنده‌های مخروطی باید به موارد زیر دقت کرد:

۱- سطح تماس چرخ‌دنده

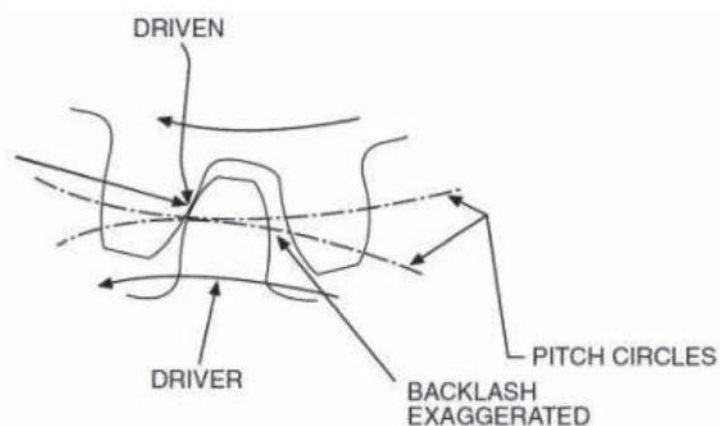
۲- پس‌زنی (Back Lash) چرخ‌دنده

۳- خلاصی بیرینگ‌های مخروطی

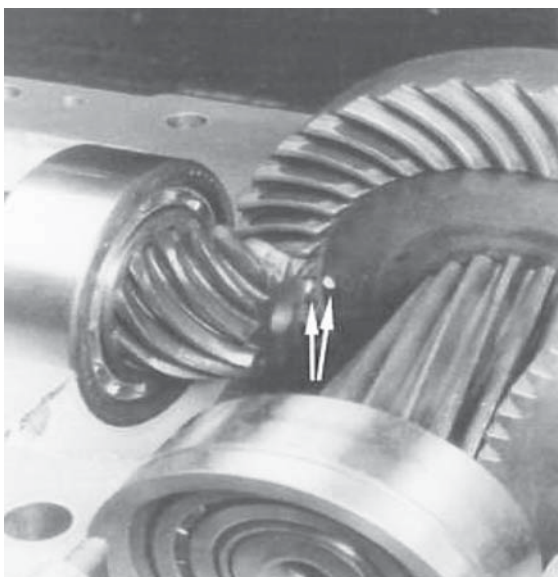
در محاسبات چرخ‌دنده‌ها، استاندارد این است که ضخامت دندانه روی دایره گام را دقیقاً نصف گام دایره‌ای فرض کنیم. به دلیل عدم دقت‌های اجتناب‌ناپذیر، لازم است که دندانه‌ها را اندکی نازک‌تر بتراشند تا یک فاصله آزاد تأمین گردد. این فاصله آزاد از چسبیدن چرخ‌دنده‌ها جلوگیری کرده و باعث می‌شود به نرمی روی همدیگر بغلتند. این فاصله آزاد را پس‌زنی (Back Lash) می‌نامند. اندازه‌گیری بک لاش باید روی دایره گام انجام گیرد. (شکل ۱)

۲- آماده‌سازی مونتاژ

همه قطعات قبل از نصب باید تمیز شوند. لایه ضدخوردگی را از روی قطعات نوبشوئید و روغن باقیمانده و رسوب را از روی قطعات قدیمی پاک کنید. به نقاط گریسی توجه و



شکل ۱- غلتیدن چرخ‌دنده‌ها روی هم و فاصله پس زنی (Back Lash)



شکل ۲- در این تصویر علامت‌های تماس و نقطه تماس را مشاهده می‌کنید.

کوچک به خاطر احتمال شکستن دندانه، مجاز نیست. الگوی تماس تحت بار به سمت قطر کوچک انتقال می‌یابد.

تذکر: الگوهای تماسی بسیار کوتاه، ظرفیت تحمل بار را کاهش می‌دهند و اختلال تولید می‌کنند. سطح تماس حداقل باید ۵۰ درصد و حداکثر ۷۰ الی ۸۰ درصد از سطح دندانه باشد.

۳-۳- بررسی نقطه تماس

به سطح تماس شفت چرخ‌دنده مخروطی رنگ بزنید و سطح چرخ‌دنده مخروطی را چند بار با دست در جهت عملکردش بچرخانید. همزمان یا تا قان ورودی را در جایگاه خود ثابت کنید یا از وزنه استفاده نمایید. سطوح تماس رنگی می‌شوند و این‌گونه علامت‌های تماس مشخص می‌شوند. (شکل ۳)

دقت داشته باشید. با یک لایه پاک کننده هوزینگ گیربکس را بشویید. همه رسوب‌ها و اجزای خرد شده باید کاملاً برداشته شوند. ترکیبات آب‌بندی قدیمی نیز باید کاملاً از روی سطح آب‌بندی درپوش‌ها و هوزینگ برداشته شوند.

۳- ساخت و تولید جفت چرخ‌دنده‌های مورب

اینها قطعاتی هستند که به صورت جفتی ساخته می‌شوند. شفت چرخ‌دنده مخروطی و چرخ‌دنده مخروطی هنگامی که دندانه‌های چرخ‌دنده بریده شده‌اند، به یکدیگر جفت می‌شوند. در آخرین مرحله ماشین‌کاری دندانه‌های شفت چرخ‌دنده مخروطی و چرخ‌دنده مخروطی با یک ماشین مخصوص تماس (Lapping) با یکدیگر جفت می‌شوند. شفت چرخ‌دنده مخروطی و چرخ‌دنده مخروطی یک عدد تماسی دارند. تنها جفت‌هایی که عدد تماسی یکسانی دارند، با یکدیگر جفت می‌شوند. غیر از عدد تماسی، موقعیت نصب هم با یک نقطه یا علامت پانچ، علامت‌گذاری شده است.

در زمان نصب، باید از اینکه چرخ‌دنده‌ها در یک خط با این علامت‌ها مونتاژ شده باشند، اطمینان حاصل نمایید. این کار عملکرد بهینه و تماس سطح چرخ‌دنده مخروطی را تضمین می‌کند. (شکل ۲)

۳-۱- تنظیم جفت چرخ‌دنده‌های مخروطی

جفت‌های چرخ‌دنده مورب همواره مطابق با الگوی تماسی‌شان تنظیم می‌شوند. این کار ربطی به این ندارد که دندانه‌های چرخ‌دنده‌ها با یکدیگر یک دور بزنند.

۳-۲- تنظیم درست نقطه تماس

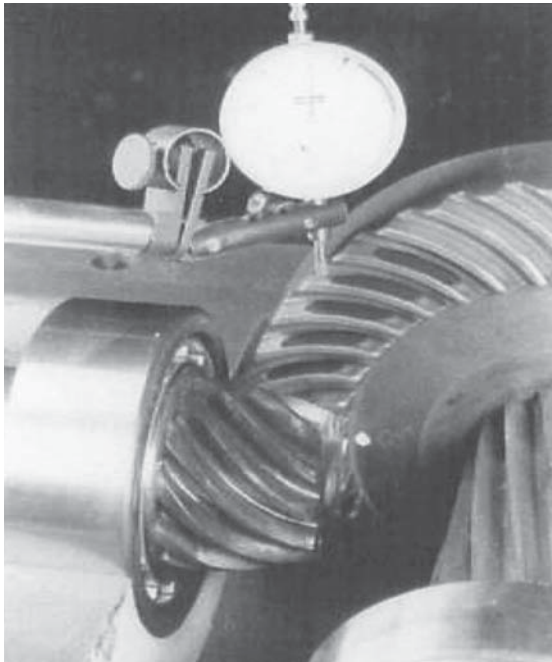
الگوی تماس در موقعیت بدون بار به تندی در مرکز پل راننده قرار می‌گیرد. در سطح تماس دنباله رو، الگوی تماس به قطر بزرگ نزدیک‌تر است. قرار دادن سطح تماس روی قطر

۳-۴- نمودار تنظیم سطح تماس

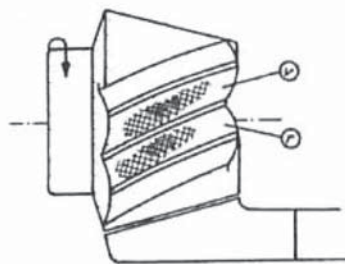
الگوی تماس چرخ‌دنده‌ها در شکل ۳ ملاحظه می‌گردد. همه جزئیاتی که در آن ذکر شده، به چرخ‌دنده مورب راننده مربوط می‌شود. (۷ به معنای نقطه تماس راننده و ۲ نقطه تماس دنباله‌رو است).

۳-۵- بررسی لقی چرخ‌دنده‌ها

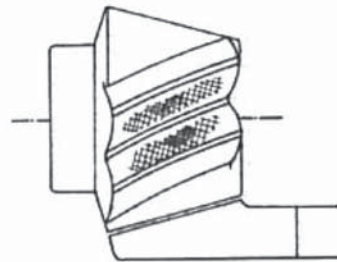
لقی دندانه‌ها همزمان با تنظیم سطح تماس تنظیم شده است. این کار کافی است، ولی لقی بیش از اندازه عملکرد خوب و یک سرویس عمری بهینه برای چرخ‌دنده مخروطی تضمین نمی‌کند. لقی به صورت شعاعی از چرخ‌دنده مخروطی محدود اندازه‌گیری می‌شود. این روش اندازه‌گیری که در شکل ۴ نشان داده شده است، موفقیت در تمرین را نشان می‌دهد. شفت چرخ‌دنده مخروطی باید ثابت شود. مقادیر مرجع بر اساس جدول در جدول ۱ ملاحظه می‌گردد.



شکل ۴- روش اندازه‌گیری لقی

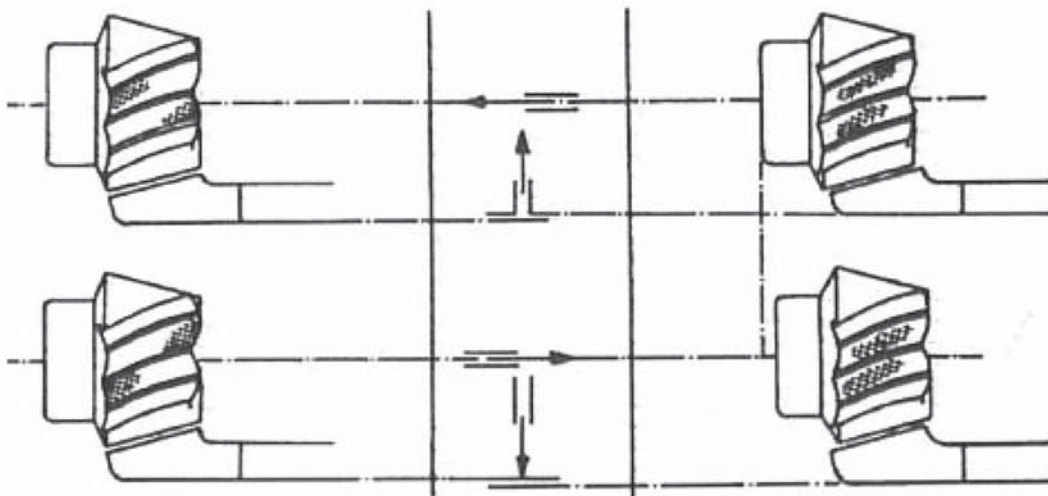


الگوی تماسی چرخ‌دنده حین نصب (بدون بارگذاری)



الگوی تماس هنگامیکه گردش تحت بار است.

الگوی معمولی را می‌سازد (به تصویر بالا نگاه کنید). روش وقتی الگوی تماس حین نصب این‌گونه می‌شود، چکار کنیم؟



شکل ۳- الگوی تماس چرخ‌دنده‌ها

جدول ۱- مقادیر مرجع بر اساس مدول

مدول m_n	۰,۳-۱,۵	۱,۵-۴	۴-۶	۶-۸	۸-۱۰
لقی (mm)	۰,۰۳-۰,۰۶	۰,۰۶-۰,۱۰	۰,۱۰-۰,۱۵	۰,۱۵-۰,۲۰	۰,۲۰-۰,۲۵
مدول m_n	۱۰-۱۲	۱۲-۱۴	۱۴-۱۶	۱۶-۱۸	۱۸-۲۱,۵
لقی (mm)	۰,۲۵-۳۰	۰,۳۰-۰,۳۵	۰,۳۵-۰,۴۰	۰,۴۰-۰,۴۵	۰,۴۵-۰,۵۰

بررسی لقی و تنظیم حداقل در سه نقطه روی چرخ‌دنده مخروطی انجام پذیرد. میزان لقی‌ای که در جدول ۱ داده شده، باید حتی‌الامکان مشاهده شود و انحراف از این مقادیر باعث افزایش خطر آسیب دندان‌ها می‌شود.

لقی بسیار کوچک: فیلم روغنی به بیرون می‌باشد و نتیجه بدی به بار می‌آورد.

لقی بسیار بزرگ: مسیر تماس کوتاه می‌شود و دایره‌های گام دقیقاً روی یکدیگر نمی‌چرخند. این اتفاق منجر به سایش بیش از حد و ایجاد سر و صدا می‌شود.

۴- مونتاز و تنظیم بیرینگ‌های مخروطی

بررسی لقی و تنظیم حداقل در سه نقطه روی چرخ‌دنده مخروطی انجام پذیرد. میزان لقی‌ای که در جدول ۱ داده شده، باید حتی‌الامکان مشاهده شود و انحراف از این مقادیر باعث افزایش خطر آسیب دندان‌ها می‌شود.

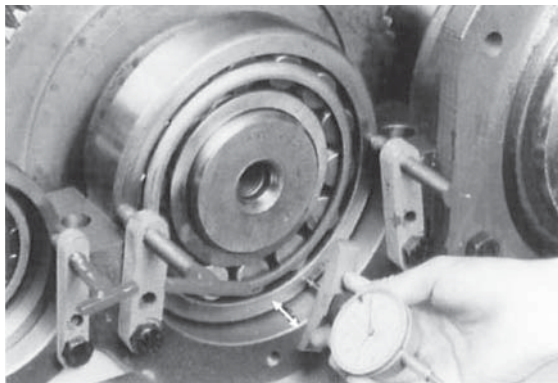
لقی بسیار کوچک: فیلم روغنی به بیرون می‌باشد و نتیجه بدی به بار می‌آورد.

لقی بسیار بزرگ: مسیر تماس کوتاه می‌شود و دایره‌های گام دقیقاً روی یکدیگر نمی‌چرخند. این اتفاق منجر به سایش بیش از حد و ایجاد سر و صدا می‌شود.

۴- مونتاز و تنظیم بیرینگ‌های مخروطی

۴-۱- مونتاز بیرینگ‌های ضد اصطکاک

بیرینگ‌ها با استفاده از کمکی‌های مناسب مونتاز می‌شوند. همیشه باید از اینکه نیروی مونتاز همواره روی حلقه بیرینگ تاثیر می‌گذارد، مطمئن باشیم. در صورت امکان نیروی مونتاز نباید تاثیری در اعضای چرخشی داشته باشد. در عمل ثابت شده که پیش گرم کردن بیرینگ‌ها و مونتاز آنها هنگامی که هنوز گرم هستند، بسیار موثر است. دمای حدود ۸۰ درجه سانتی‌گراد به‌عنوان دمای نرمال مونتاز در نظر گرفته شده است. دماهای بیش از ۱۲۰ درجه سانتی‌گراد مجاز نیستند. بیرینگ‌ها در یک حمام روغن یا توسط دستگاه‌های الکتریکی گرم کننده، گرم می‌شوند. بیرینگ‌های ضد اصطکاک نباید با یک شعله باز گرم شوند.



شکل ۵- تنظیم چرخ‌دنده‌ها و بیرینگ‌ها توسط براکت‌های نگهدارنده و پیچ‌های تنظیم

۴-۳- ماشین‌کاری درپوش‌های بیرینگ

پیشنهاد می‌شود که عمق‌های مرکزی درپوش بیرینگ مربوطه (که طبق بالا در هوزینگ اندازه‌گیری شده‌اند) را علامت‌گذاری کنید. این کار خطر جابجایی اجزاء را از بین می‌برد. این لبه مرکزی درپوش بیرینگ مطابق با اندازه‌گیری‌های انجام شده باید ماشین‌کاری گردد. از دقیقاً موازی چرخیدن سطح درپوش شماره ۱ و لبه مرکزی شماره ۲ اطمینان حاصل شود. بنابراین هر دو سطح، باید همیشه با یک تنظیمات ماشین‌کاری شوند. لقی مجاز ۰,۰۱ الی ۰,۰۲ میلی‌متر است.

۴-۲- تنظیم یا تاقان‌های مخروطی

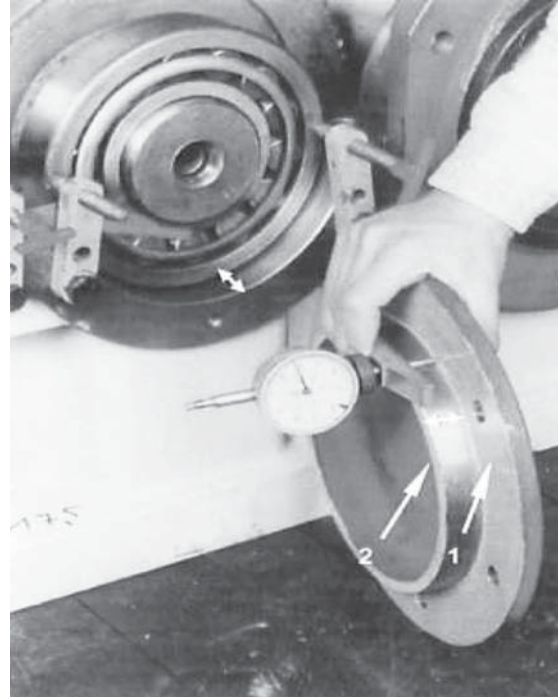
چرخ‌دنده‌ها و بیرینگ‌ها توسط براکت‌های نگهدارنده و پیچ‌های تنظیم، تنظیم می‌گردند (شکل ۵). با این پیچ‌ها و حلقه‌های خارجی، بیرینگ‌های مخروطی تنظیم می‌شوند تا زمانی که دیگر هیچ کدام از بیرینگ‌ها لق نباشند و همه اجزای چرخان در تماس با مسیر چرخش باشند.

«بیرینگ‌های مخروطی باید دارای لقی حداقلی باشند که این لقی در کاتالوگ سازندگان بیرینگ قید نشده است؛ بلکه باید با توجه به کاربرد آنها توسط سازندگانی که از این

۴-۴- دستورالعمل برای اصلاح درپوش بیرینگ

۱- کاهش لبه مرکزی: درپوش بیرینگ را روی ماشین تراش ببندید. در صورت نیاز برای گرفتن درپوش یک گیره محکم درست کنید. یک لایه نازک از سطح شماره ۱ بردارید و سپس با همان تنظیمات، لبه مرکزی را با ماشین کاری به عمق مربوطه برسانید.

۲- افزایش مرکزی: یک براده نازک از لبه مرکزی شماره ۲ بردارید و با همان تنظیمات، سطح شماره ۱ را با ماشین کاری به مقدار مربوطه برسانید. تنها زمانی می‌توانید عمق مرکزی را افزایش دهید که یک اختلاف (فاصله) بسیار کم داشته باشد. برای داشتن عمق مرکزی بیشتر، باید یک فاصله دهنده (spacer) بین درپوش و بیرینگ قرار بگیرد. صفحات فاصله دهنده (spacer) نیز باید دقیقاً با یکدیگر موازی باشند. (شکل ۶)

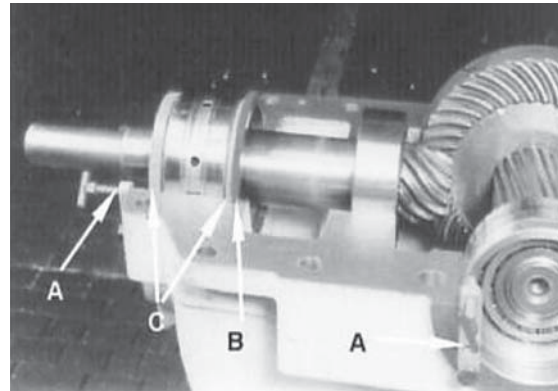


شکل ۶- اصلاح درپوش بیرینگ

۴-۵- جنبه‌های خاص بیرینگ‌های جفتی مخروطی

بیرینگ‌های مخروطی جفتی، بین درپوش بیرینگ (شکل ۷ به جای پیچ تنظیم) و حلقه قفل کننده (B به رنگ قرمز) داخل بوش نصب می‌گردند. تنظیمات موقعیت توسط انطباق حلقه‌های فاصله دهنده (spacer) در طرفین، به دست می‌آید (C به رنگ زرد).

سطح فاصله دهنده (spacer) بین بیرینگ مخروطی و حلقه قفل کننده توسط ماشین سنگ‌زنی منطبق می‌شود. عمق مرکزی روکش ورودی نیز همان‌طور که قبلاً اشاره شد، تعیین می‌گردد.



شکل ۷

منابع:

- مدارک شرکت FLENDER

اطلاعات تخصصی در

کانال اطلاع‌رسانی ماهنامه فن آوری سیمان

Telegram.me/cementtechnology