فصل چهارم

نگهداری و تعمیر سامانه انتقال قدرت

نوع درس: نظری ـ عملی

کل ساعت: ۶۰ ساعت

ساعت نظری: ۲۰ ساعت

ساعت عملی: ۴۰ ساعت

واحد یادگیری ۴

نگهداری و تعمیر سامانه انتقال قدرت

اهداف کلی

هنرجو باید پس از پایان این فصل قادر باشد:

۱ عملکرد سامانه قدرت را بررسی کند.

۲ روش نصب سامانه انتقال قدرت را توضیح دهد.

۳ با روش‌های اتصال موتور به محور و نیز قسمت‌های اصلی مانند گیربکس، محور انتقال قدرت، یاتاقان‌ها، مجرای پاشنه و اتصالات آن آشنایی کافی داشته باشد.

روش تدریس فصل

۱ عموماً در ابتدای درس و در جلسهٔ اول به مقدماتی که در محتوای درس ارائه شده پرداخته می‌شود تا دانش‌آموز با موضوعات درسی درگیر شود.

۲ سعی شود تمامی نکات فنی و ایمنی، همراه با دلایل آن درکارگاه بررسی شده و از هنرجویان خواسته شود در مباحث کلاسی و تمرینات کارگاهی شرکت کرده تا بتوانند این نکات را به‌خوبی فرا گرفته و برای همیشه به خاطر بسپارند.

۳ توصیه می‌گردد برای تدریس بهتر این فصل هنرآموز از روش تدریس **کلاس معکوس** استفاده کند. یعنی از هنرجویان بخواهد مطالب را در منزل از طریق اینترنت یا کتاب‌های مرتبط با سامانه انتقال قدرت در سامانه‌های رانشی دریایی، مطالعه و یاد گرفته و در کلاس و کارگاه با هدایت هنرآموز تمرینات را پاسخ دهد.

۴ پیشنهاد می‌گردد هنرآموز برای توضیحات تکمیلی مطالب فصل، موارد ذکر شده در بخش‌های **دانش‌افزایی** را مورد توجه قرار داده و هنگام آموزش آنها را به‌کار گیرد.

۵ توصیه می‌گردد با هدف **تقویت مهارت‌های خوانداری و نوشتاری هنرجویان و نیز درک بهتر مطالب**، ازآنان خواسته شود تحقیق و گزارشات خود را به‌صورت دست‌نویس در روی کاغذ نوشته و ارائه دهند. و تا جای ممکن از کپی کردن مطالب اینترنت به‌صورت تایپ شده، آماده و خام خودداری شود.

۶ فعالیت‌های ازقبیل «فکر کنید»، «بحث کنید»، و... برای فعال کردن هنرجویان و به‌کارگیری اطلاعات، دانسته‌ها و تجربیات آنان است. سعی کنید این فعالیت‌ها به دقت اجرا شود و در پایان هر فعالیت، یک بحث کوتاه تکمیلی داشته باشید.

۷ از هنرجویان خواسته شود تمامی فعالیت‌های کارگاهی را انجام دهند.

سؤال‌های پیشنهادی

۱ نحوه عملکرد سامانه انتقال قدرت چگونه است؟
۲ سامانه انتقال قدرت چه وظیفه‌ای دارد؟
۳ سامانه انتقال قدرت از چه بخش‌هایی تشکیل شده است؟
۴ روش‌های نصب، تعمیر و نگهداری سامانه‌های انتقال قدرت چگونه است؟
۵ روش‌های عیب‌یابی و رفع عیب در سامانه‌های انتقال قدرت چگونه است؟

سامانه انتقال قدرت

زمان آموزش	جمع: ۲۰ ساعت

اهداف جزئی واحد یادگیری:

ـ شایستگی‌های فنی:

۱ توانایی بررسی جعبه‌دنده‌ها از نظر ساختمان و هندسی داشته باشد..
۲ تعمیر و نگهداری انواع جعبه‌دنده‌هارا بتواند انجام دهد.
۳ عیوب ایجاد شده در جعبه‌دنده‌ها را یافته و آنها را رفع عیب نماید.

ـ شایستگی‌های غیر فنی:

■ در محیط کارگاه و کلاس، رعایت نظم و ترتیب و نظافت‌کاری، کارگروهی، مسئولیت‌پذیری، توجه به محیط‌زیست و اخلاق حرفه‌ای را یاد بگیرد.

دانش افزایی

سامانهٔ انتقال قدرت

سیستم انتقال قدرت بین بخش تولیدکننده نیروی محرکه و بخش جلوبرنده قرار دارد و وظیفه اصلی آن تبدیل و یا انتقال انرژی مکانیکی به پروانه است.

تحقیق کنید

بررسی نمایید چه زمان‌هایی از سامانه رانشی داخلی و چه زمان‌هایی از سامانه خارجی استفاده می‌شود.

پاسخ:

از سامانه‌های رانشی خارجی برای شناورهایی که فضای کوچکی دارند مانند قایق‌ها و از سامانه‌های رانشی خارجی برای کشتی‌هایی که فضای بزرگ‌تری دارند مثل کشتی‌های کانتینربر استفاده می‌شوند.

تحقیق کنید

چند نمونه سامانه انتقال قدرت را در شناورهای کوچک، متوسط و بزرگ بیابید و با اجزای آنها آشنا شوید.

پاسخ:

نوع A، نوع V و نوع J

اجزای تشکیل‌دهنده گیربکس:

گیربکس‌ها اجزای مختلفی دارند که اصلی‌ترین جز آنها چرخ‌دنده‌ها می‌باشند که بسته به نوع گیربکس، شکل و جنس آنها متفاوت هستند.

اجزای دیگر گیربکس‌ها عبارت‌اند از:

۱ـ پوسته گیربکس: دنده‌ها درون آن قرار می‌گیرند و جنس آن معمولاً از چدن ریخته‌گری شده است.

۲ـ شافت‌های ورودی و خروجی: این شافت‌ها می‌توانند به‌صورت سوراخ (HOLLOW) و یا شافت (Solid) باشند و جنس آنها از فولاد است.

۳ـ بیرینگ (Bearing) یا یاتاقان: برای تحمل بارهای شعاعی و محوری شافت‌های گیربکس استفاده می‌شوند.

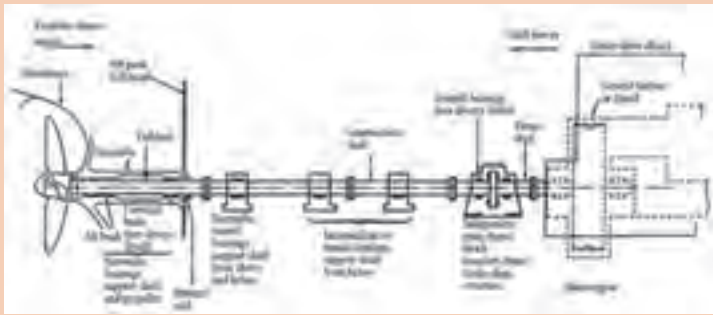
۴ـ نشت بند (seal) یا کاسه نمد: برای حفاظت بیرینگ‌ها از عوامل خارجی مثل گرد و غبار و همچنین نگهداری از روغن داخل پوسته استفاده می‌شود.

۵ـ درپوش کنترل روغن و بازبینی

۶ـ کاسه نمد

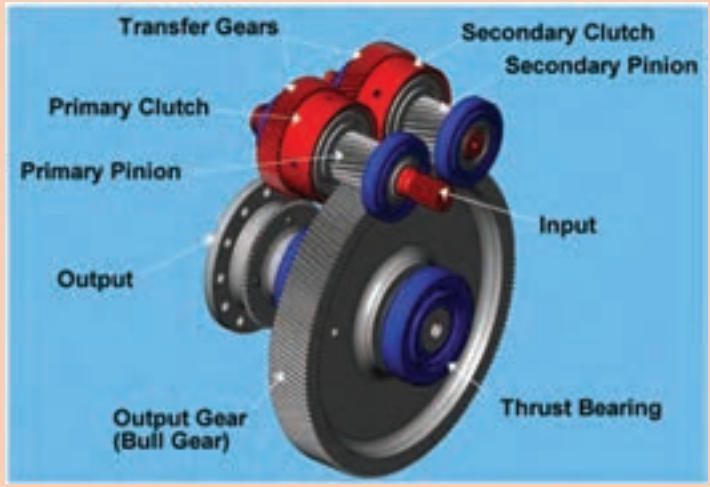
کار در کلاس

با کمک هنرآموز، اصطلاحات لاتین شکل زیر را بیابید.



کار در کلاس

با کمک هنرآموز، اصطلاحات لاتین شکل زیر را بیابید.



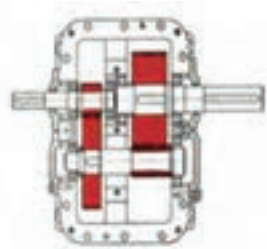
چرخ‌دنده‌ها

چرخ‌دنده‌ها، از پرمصرف‌ترین وسایل انتقال قدرت و حرکت هستند. مکانیزم چرخ‌دنده‌ها سیستمی است که حداقل از دو چرخ‌دنده تشکیل شده است که به‌صورت جفت کار می‌کنند. به همین دلیل آن را مکانیزم چرخ‌دنده می‌نامند. از نظر انتقال قدرت، مکانیزم چرخ‌دنده، یک چرخ‌دنده محرک و یک یا چند چرخ‌دنده متحرک دارد. معمولاً به کوچک‌ترین چرخ‌دنده مکانیزم، پینیون و به چرخ‌دنده دیگر چرخ می‌گویند.

امروزه بیشتر دستگاه‌های موجود در صنعت دارای چرخ‌دنده هستند و با پیشرفت روزافزون صنعت، چرخ‌دنده‌ها نقش انکارناپذیری دارند. چرخ‌دنده‌ها برحسب موقعیت مکانی محورها نسبت به یکدیگر در شکل‌های گوناگونی طراحی و ساخته می‌شوند و حرکت چرخشی یک محور را به محور دیگر از طریق اتصال دندانه‌ها منتقل می‌کنند.

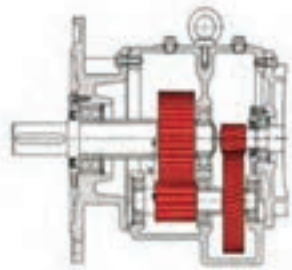
کاربرد چرخ‌دنده‌ها

در حالت کلی بیشتر دستگاه‌های موجود در دنیا دارای چرخ‌دنده هستند، و به ویژه در انواع گیربکس‌ها کاربرد فراوانی دارند. در شکل‌های صفحه بعد چند نمونه از جعبه‌دنده‌ها را نشان داده‌ایم تا روش به‌کارگیری آنها را به وضوح مشاهده کنیم.

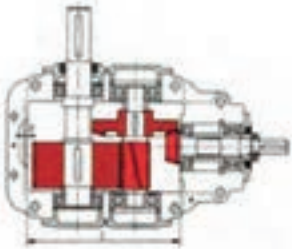


(الف) گیربکس با مکانیزم چرخ‌دنده مارپیچ و مخروطی

(ب) گیربکس اتوماتیک ۵ سرعته



(پ) گیربکس چرخ‌دنده پیشانی دو مرحله‌ای

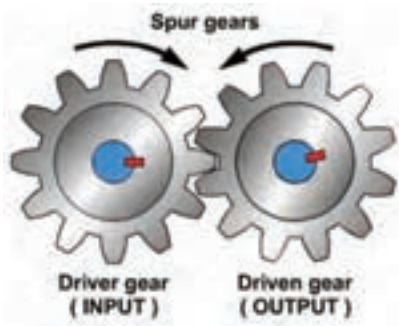


(ث) گیربکس با دو مکانیزم مارپیچ

انواع گیربکس

چرخ دندهٔ ساده (Spur Gears and Simple Gear): این نوع چرخ‌دنده‌ها در جعبه‌دنده خودروهای اولیه کاربرد داشتند. معمولاً این نوع چرخ‌دنده‌ها به‌صورت دائم با شفت خود درگیر می‌باشند و برای ایجاد یک نسبت تبدیل موقت چرخ‌دنده متحرک که به‌صورت هزارخاری با شفت خود درگیر است به‌صورت کشویی روی آن حرکت کرده و با چرخ‌دندهٔ محرک خود درگیر می‌شود. بنابراین به علت هم سرعت نبودن شفت‌ها (چرخ‌دنده‌ها)، درگیری با صدا صورت گرفته و باعث سایش دنده‌ها می‌شود و همچنین در موقع کارکرد چرخ‌دنده‌ها به دلیل اینکه در هر لحظه فقط یک دنده از چرخ‌دنده محرک با یک دنده از چرخ‌دنده متحرک درگیر است، درگیری دنده‌ها به‌صورت آنی صورت می‌گیرد. سر و صدای آنها نسبت به سایر چرخ‌دنده‌ها بیشتر می‌باشد که این موضوع باعث می‌شود استفاده این چرخ‌دنده‌ها در خودروهای سواری به جز استفاده در دنده عقب کاربرد نداشته باشد.

مزیت اصلی چرخ‌دنده‌های ساده این است که راندمان کاری بالایی دارند و تقریباً تمام توان از چرخ‌دنده محرک به چرخ‌دنده متحرک منتقل می‌شود.



چرخ‌دنده ساده

چرخ دندهٔ مارپیچ (Spiral Gear): این نوع چرخ‌دنده‌ها دارای دندانه‌های مورّب‌اند. از آنجایی که دندانه‌های روی چرخ‌دنده با محور چرخ‌دنده زاویه دارند، چرخ‌دنده مارپیچ را نمی‌توان با حرکت محوری روی شَفت با هم درگیر یا از یکدیگر جدا نمود. در نتیجه این چرخ‌دنده‌ها پس از مونتاژ به‌صورت دائم با هم درگیر باقی می‌مانند. امروزه کاربرد چرخ‌دنده‌های مارپیچ در جعبه‌دنده‌های دستی خودرو فراوان است.

مزیت اصلی چرخ‌دنده‌های مارپیچ، کارکرد کم صدای آنهاست. در این نوع چرخ‌دنده‌ها درگیری دندانه‌ها از یک نقطه شروع می‌شود و به تدریج گسترش می‌یابد و همزمان بیش از یک دندانه از هر چرخ‌دنده با هم درگیر می‌شوند، بنابراین ظرفیت انتقال توان توسط آنها زیاد است.

چرخ‌دنده مارپیچ

عیب اصلی این چرخ‌دنده‌ها این است که به سبب زاویه‌دار بودن دندانه‌ها، بخشی از توان انتقالی بین چرخ‌دنده‌ها به نیروی محوری تبدیل، و باعث اتلاف توان می‌شود. بنابراین این نوع چرخ‌دنده به یاتاقان کف گرد نیاز دارند و برای شفت‌های این چرخ‌دنده‌ها از یاتاقان‌هایی که تحمل نیروی محوری داشته باشند، استفاده می‌شود.

چرخ‌دنده‌های مخروطی (Bevel gear and Spiral bevel gear): چرخ‌دنده‌های مخروطی به‌منظور تغییر جهت چرخش شفت‌ها استفاده می‌شوند. این نوع چرخ‌دنده‌ها شامل دندانه مستقیم و دندانه مارپیچ تقسیم‌بندی می‌شوند اما نوع دندانه مارپیچ سروصدا و لرزش کمتری دارد. اگر جهت دندانه‌های چرخ‌دنده مخروطی راستگرد باشد برای شفت‌های ساعتگرد مناسب است و همچنین چرخ‌دنده‌های مخروطی چپ گرد مناسب شفت‌های پاد ساعتگرد است. نسبت مورد استفاده در این نوع چرخ‌دنده‌ها ۳:۲ تا ۴:۱ است.

چرخ‌دنده مخروطی

چرخ‌دنده حلزونی

چرخ‌دنده‌های حلزونی یا کرمی شکل (Worm gear): چرخ‌دنده‌های حلزونی عمدتاً به عنوان چرخ‌دنده‌های کاهنده استفاده می‌شوند. نسبت این چرخ‌دنده‌ها از ۵:۱ تا ۳۰۰:۱ است. نصب این نوع چرخ‌دنده‌ها به‌گونه‌ای است که چرخ‌دنده‌های حلزونی می‌توانند چرخ‌دنده را بچرخانند اما برعکس ممکن نیست. این چرخ‌دنده‌ها در وسایل ترابری و سیستم ترمز اضطراری کاربرد بیشتری دارند.

چرخ‌دنده منظومه‌ای (Planetary or epicyclic Gear): یک مجموعه خورشیدی و یا سیاره‌ای مطابق شکل شامل یک دنده خورشیدی یا دنده مرکزی (زرد) که با دنده‌های هرز گرد سیاره‌ای یا پنیون‌ها که روی محور نگهدارنده آن به‌طور یکپارچه روی قفسه یا حامل سیاره‌ای (سبز) قرار گرفته و قفسه هم در داخل دنده داخلی یا رینگی (آبی) احاطه شده است. محور چرخ‌دنده خورشیدی ثابت و محور چرخ‌دنده‌های سیاره‌ای متحرک است. مجموعه چرخ‌دنده‌های اپی‌سیکلیک (سیاره‌ای) اغلب زمانی مفید هستند که نسبت سرعت به گشتاور زیادی در یک مجموعه فشرده از چرخ‌دنده‌ها مورد نیاز باشد.

تنش‌های محرک روی دندانه‌های زیادی وارد می‌شود و بنابراین بار متعادل می‌گردد در نتیجه این طرح دوام زیادتری پیدا می‌کند. دنده‌های خورشیدی نسبت به دنده‌های استاندارد می‌توانند مقاوم‌تر باشند وگشتاورهای زیاد را انتقال دهند.

چرخ‌دنده منظومه‌ای

عضوهای مجموعه خورشیدی (رینگی، خورشیدی، قفسه) در گیربکس‌های اتوماتیک به‌وسیلهٔ کلاچ‌ها و باندهایی ثابت و یا محرک می‌شوند. در حالت کلی می‌توان پنج حالت مختلف را در مجموعه مورد بررسی قرار داد. البته باید دانست که مجموعه نمی‌تواند پنج حالت را در گیربکس داشته باشد. در گیربکس‌ها برای ایجاد نسبت دندهٔ مناسب از دو و یا سه مجموعه استفاده می‌کنند.

روغنکاری چرخ‌دنده‌ها:

چرخ‌دنده‌ها در شرایط مختلفی کار می‌کنند و به همین دلیل روش‌های روانکاری آنها نیز متفاوت است. در چرخ‌دنده‌های غیر محصور روباز ماده روانکاری با روغن‌دان یا روغن چکان و یا به‌صورت بارشی به درون چرخ‌دنده‌ها وارد می‌شوند. تزریق ماده روانکاری به مقدار کم، ولی با فاصله زمانی کوتاه بهتر از این است که ماده روانکاری با حجم زیاد در فاصله‌های زمانی طولانی به چرخ‌دنده‌ها تزریق شود. اگر چرخ‌دنده‌ها با آب یا اسید در تماس باشند، باید از یک نوع ماده روانکاری چسبناک (چسبنده به فلز) استفاده شود.

زمانی‌که چرخ‌دنده‌ها در یک محفظه بسته کار می‌کنند، معمولاً چرخ‌دنده بزرگ‌تر در داخل روغن فرو می‌رود و روغن را به سطوح دندانه‌ها می‌رساند. در بعضی موارد با استفاده از یک فواره روغن سطوح دندانه‌های چرخ‌دنده‌های محصور، روغنکاری یا روانکاری می‌شوند. در مواقعی که فشار تماس خیلی زیاد است، از مواد روانکاری پرفشار استفاده می‌کنند. بدین‌وسیله از گسیختگی ماده روانکاری و در نتیجه از ایجاد تماس فلزی میان قطعات جلوگیری به عمل می‌آید.

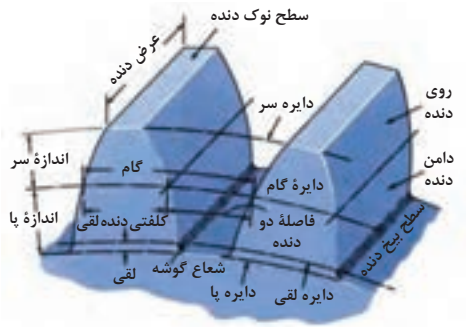
سرعت محیطی یکی از مهم‌ترین عامل‌های انتخاب نوع روغنکاری است. البته عوامل دیگری نظیر مقدار بار و صافی سطوح پهلوی دندانه‌ها نیز در انتخاب نوع و مواد روغنکاری مؤثر هستند. در چرخ‌دنده‌های مخروطی و چرخ‌دنده‌های مارپیچی با محورهای متنافر و چرخ حلزون، علاوه‌بر روش‌های ذکر شده در جدول، بهره‌گیری از سیستم روانکاری پرفشار برتری خواهد داشت.

چرخ‌دنده شانه‌ای (Gear Rack and Pinion): این چرخ‌دنده‌ها برای تبدیل حرکت دورانی به حرکت خطی استفاده می‌شوند. یک مثال خوب برای این چرخ‌دنده‌ها فرمان اتومبیل است. فرمان، چرخ‌دنده‌ای را می‌چرخاند که با چرخ شانه‌ای در تماس است. وقتی شما فرمان را می‌چرخانید، با توجه به جهت چرخش فرمان، شانه به سمت چپ و یا راست حرکت می‌کند و باعث حرکت چرخ‌ها می‌شود. در برخی از ترازوها نیز برای چرخاندن عقربه از سیستم مشابهی استفاده می‌شود.

چرخ‌دنده شانه‌ای

مفاهیم اساسی و ابعاد چرخ‌دنده‌ها:

مشخصات چرخ‌دنده ساده در شکل روبه‌رو نشان داده شده است.



مشخصات چرخ‌دنده ساده

دایرهٔ گام: دایره‌ای فرضی است که در محاسبات چرخ‌دنده از اهمیت زیادی برخوردار است. دایره‌های گام چرخ‌دنده‌هایی که با هم درگیر هستند با یکدیگر مماس‌اند.

مدول: نسبت قطر دایره گام به تعداد دندانه‌های چرخ‌دنده، مدول نامیده می‌شود. به عبارت دیگر:

$$m = \frac{do}{Z}$$

m: مدول (mm)
do: قطر دایرهٔ گام (mm)
Z: تعداد دندانه‌های چرخ‌دنده

گام دنده: فاصله‌ای است بر روی دایره گام که از یک نقطه بر روی یک دندانه تا نقطه مشابه بر روی دندانه مجاور اندازه‌گیری می‌شود.گام دنده را می‌توان به‌وسیله رابطه زیر محاسبه نمود:

$$P = m\pi$$

P: گام چرخ‌دنده (mm)
m: مدول (mm)

ارتفاع دندانه: اندازه سردنده، فاصله شعاعی بین سطح نوک دنده تا دایره گام است و اندازه پای دنده، فاصله شعاعی بین سطح پایین دنده تا دایره گام است. مجموع اندازه سردنده با پای دنده، ارتفاع دندانه را تشکیل می‌دهد.

دایره لقی دندانه: دایره مماس بر دایره سر چرخ‌دنده درگیر را دایره لقی دندانه می‌گویند.

لقی سردنده: تفاوت اندازه پای دنده با اندازه سردنده درگیر با آن را لقی سردنده می‌گویند.

جعبه‌دنده

جعبه‌دنده

گشتاور تولیدی توسط موتور پس از انتقال توسط کلاچ به جعبه‌دنده می‌رسد. وظیفه جعبه‌دنده انتقال دور موتور با نسبت‌های گوناگون و رساندن آن به خطوط انتقال و محور است.

جعبه‌دنده‌های دستی به سه گروه کلی تقسیم می‌شوند:

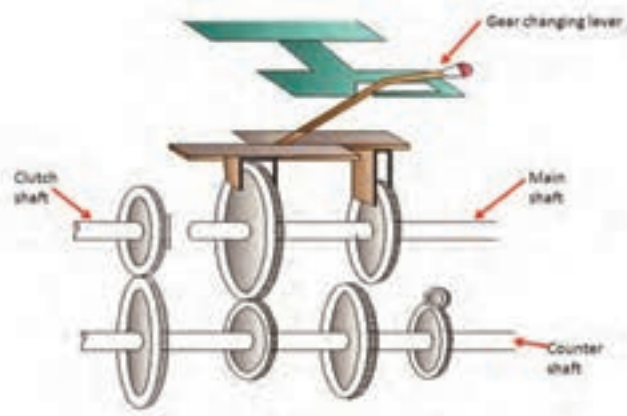
۱ـ Sliding mesh type Gearbox

۲ـ Constant mesh type Gearbox

۳ـ Synchromesh Type Gearbox

Sliding mesh type Gearbox

این جعبه‌دنده‌ها از قدیمی‌ترین و ساده‌ترین انواع جعبه‌دنده‌ها هستند که درگیری دنده‌ها در آنها توسط جابه‌جا کردن دنده‌ها ایجاد می‌شود. جعبه‌دنده‌ها در واقع شامل دو ردیف شفت می‌باشند: شفتی که از طرف کلاچ می‌آید و خود شامل دو قسمت است؛ یکی که کاملاً ثابت می‌باشد و در واقع محور ورودی است به نام محور اصلی (primary shaft) و شفت دیگری که در امتداد آن اما به‌صورت جداگانه و متحرک قرار دارد و به نام splined main shaft خوانده می‌شود و عمل تعویض دنده نیز با جابه‌جایی این شفت صورت می‌گیرد. شفتی پایینی که به نام محور ثانویه (lay shaft) خوانده می‌شود و بسته به نوع جعبه‌دنده، تعدادی دنده بر روی آن قرار می‌گیرد. این شفت توسط درگیری بین دو دنده به طور دائم در ارتباط با محور اصلی است.



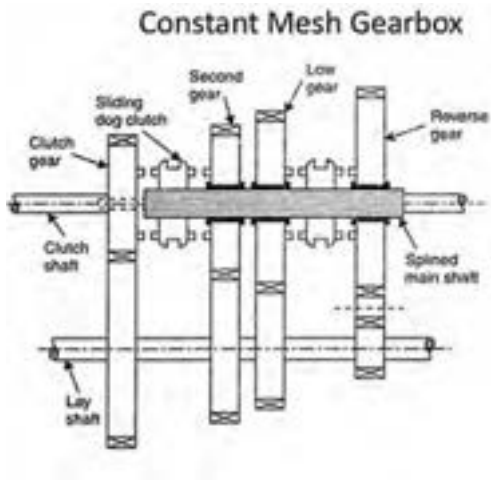
Sliding mesh gear box

هنگامی که گشتاور از طریق درگیری یک جفت دنده از محور اصلی به محور ثانویه منتقل می‌شود، با توجه به نسبت تعداد دنده‌ها یک کاهش دور در آن ایجاد می‌شود. حاصلضرب این کاهش دور در کاهش دور ناشی از درگیری دو چرخ‌دنده نهایی، نسبت کاهش دور اصلی ناشی از یک دنده خاص را به ما می‌دهد.

Constant mesh type Gearbox:

در بعضی از جعبه‌دنده‌ها همه دنده‌ها با هم درگیر هستند، این عمل باعث عملکرد آرام و بدون صدای این دنده‌ها می‌شود، چرا که عمده صدا در سیستم جعبه‌دنده‌ای قبلی ناشی از جازدن دنده‌ها بود. علاوه‌بر آن، در این سیستم چون دنده‌ها همیشه با هم درگیر هستند پس می‌توان از دنده‌های مارپیچی (هلیکالی) استفاده نمود که این خود نیز در کاهش صدا و عملکرد نرم‌تر جعبه‌دنده مؤثر است. در این نوع از جعبه‌دنده‌ها محل و نحوه قرارگیری دنده‌ها بر روی محورهای اصلی و ثانویه همانند حالت قبلی است، ولی در اینجا هر دنده روی محور اصلی با دنده متناظر روی محور ثانویه درگیر است. بنابراین در این حالت بدون توجه به اینکه اتومبیل در چه دنده‌ای قرار دارد، در هر حال تمام دنده‌ها در حال چرخش هستند، اما تنها یکی از این دنده‌های در حال چرخش است که می‌تواند به تناسب شماره دنده مورد نیاز با محور اصلی کوپل شود و آن را به حرکت درآورد. اولین دنده روی primary shaft و نیز تمامی دنده‌های روی lay shaft با محور خود کاملاً فیکس هستند و امکان جابه‌جایی نسبت به محور را ندارند. اما دنده‌های روی splined main shaft برروی بلبرینگ‌هایی سوار هستند و نسبت به محور خود در حال چرخشند و تنها یک دنده است که توسط مکانیزمی به محور کوپل می‌شود. این مکانیزم sliding dog clutch نام دارد که روی محور ثانویه هزارخار شده است. با انتخاب دنده مورد نظر زبانه‌های روی dog clutch مربوط به آن دنده خود را با دنده درگیر می‌کند و با این عمل، دنده مورد نظر با محور خود قفل می‌شود و در واقع نسبت انتقال دلخواه را برای ما فراهم می‌گرداند.

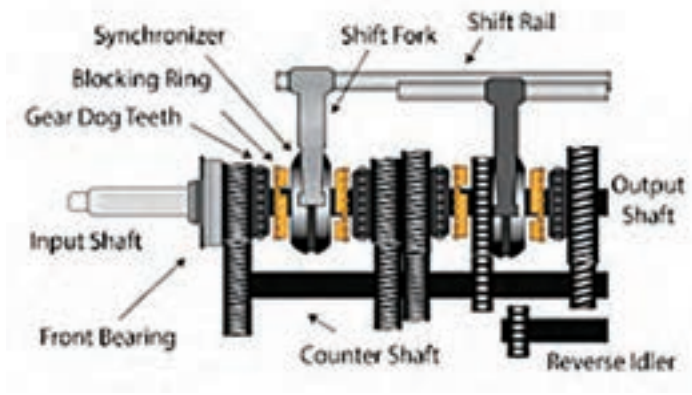
در این نوع از جعبه‌دنده‌ها برای درگیری بهتر زبانه dog clutch و دنده لازم است که سرعت آنها با هم برابر باشند. برای تحقق نسبی این امر در این نوع سیستم جعبه‌دنده‌ای از double declutching استفاده می‌شود. بدین‌گونه که بار اول که کلاچ گرفته می‌شود، ارتباط موتور با جعبه‌دنده قطع می‌شود. پس فشار از روی زبانه‌های dog clutch برداشته می‌شود تا بتوان آن را به حالت خلاص منتقل کرد. بعد با رها کردن کلاچ، موتور را به سرعت مناسب می‌رسانیم. منظور از سرعت مناسب، دور موتوری است که با دنده بعدی تناسب دارد. یعنی کاری می‌کنیم که زبانه‌های dog clutch و چرخ‌دنده‌ای که مربوط به دنده بعدی است با سرعت یکسانی بچرخند تا زبانه‌ها بتوانند در چرخ‌دنده جفت شود. حالا مجبوریم یک بار



دیگر کلاچ را فشار دهیم تا این زبانه‌ها و دنده جدید با هم درگیر شوند. بنابراین در این حالت برای تعویض دنده راننده ابتدا باید دنده را خلاص کند و سپس با کلاچ‌گیری دوباره دنده بعدی را انتخاب نماید.

Synchromesh Type Gearbox:

در این نوع جعبه‌دنده نیز همانند حالت قبل دنده‌های روی شفت اصلی با دنده مربوطه روی شفت ثانویه در حالت درگیری دائم هستند. دنده‌های روی شفت ثانویه روی محور ثابت و دنده‌های روی شفت اصلی توانایی گردش آزادانه حول محور خود را دارند. از این لحاظ نیز، این نوع جعبه‌دنده همانند جعبه‌دنده‌های constant mesh هستند، اما نکته‌ای که در اینجا وجود دارد استفاده از سیستم هم سرعت‌کننده (synchronizer) در این نوع جعبه‌دنده‌ها می‌باشد که در این حالت لزوم جعبه‌دنده به double declutching را از میان می‌برد. با استفاده از این سیستم هم سرعت‌کننده در این جعبه‌دنده‌ها، عمل تعویض دنده به‌راحتی و بدون سر و صدای ناشی از به هم خوردن دنده‌ها صورت خواهد گرفت.



اگر جعبه‌دنده در وضعیت خلاص باشد توان انتقال نمی‌دهد. در این حالت هیچ یک از چرخ‌دنده‌های روی محور خروجی به آن قفل نمی‌شوند. در هنگام تعویض دنده، چرخ‌دنده‌ها با عمل کشویی به محور قفل می‌شوند. خود کشویی‌ها نیز توسط هزار خار به محور خروجی متصلند و با آن می‌چرخند. ماهک روی کشویی در شیارهای غلاف کشویی جفت می‌شود. وقتی راننده دسته دنده را جابه‌جا می‌کند، این حرکت از طریق میله‌بندی به ماهک روی کشویی منتقل می‌شود. ماهک، غلاف کشویی را به حرکت در می‌آورد و غلاف چرخ‌دنده مورد نظر را روی محور قفل می‌کند. به کمک کشویی می‌توان کاری کرد که چرخ‌دنده‌ها و غلاف‌های کشویی در حوالی زمانی که باید با هم درگیر شوند، با سرعت برابر بچرخند. وقتی این سرعت‌ها با هم برابر باشند، چرخ‌دنده‌ها به نرمی درگیر می‌شوند. کشویی‌ها، مخروط‌های هماهنگ‌کننده‌ای روی چرخ‌دنده‌ها و نیز روی دنده برنجی دارد که در واقع کار یک کلاچ کوچک را انجام می‌دهند. مغزی کشویی با هزار خار به محور خروجی جعبه‌دنده متصل است. غلاف کشویی روی مغزی کشویی جفت می‌شود. وقتی دنده عوض می‌کنیم، غلاف کشویی به طرف چرخ‌دنده مورد نظر می‌رود. این غلاف روی خارهای مغزی کشویی می‌لغزد و خارهایی را با خود جابه‌جا می‌کند. این خارها نیز به دنده برنجی نیرو وارد می‌کنند و آن را به طرف چرخ‌دنده مورد نظر می‌رانند، در نتیجه سطح مخروطی دنده برنجی با سطح مخروطی چرخ‌دنده تماس پیدا می‌کند. اصطکاک بین آنها سبب یکسان شدن سرعت و هماهنگی در چرخش آنها می‌شود. وقتی دنده‌های خارجی دنده برنجی و چرخ‌دنده با یک سرعت می‌چرخند، غلاف کشویی روی آنها می‌لغزد. درنتیجه چرخ‌دنده به محور قفل و تعویض دنده انجام می‌شود. توان از این چرخ‌دنده از طریق غلاف کشویی و مغزی کشویی به محور منتقل می‌شود.

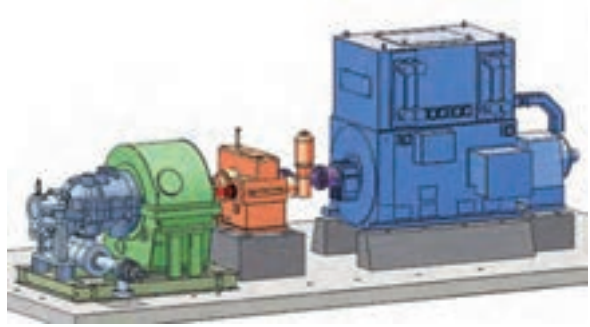
اطلاعات مورد نیاز برای انتخاب صحیح جعبه‌دنده یا گیربکس

برای انتخاب صحیح گیربکس، سازنده نیاز به اطلاعاتی دارد که فقدان این اطلاعات می‌تواند در کارکرد بدون مشکل گیربکس تأثیرگذار باشد. اطلاعاتی از قبیل کاربرد، توان نامی ورودی، نوع محرک ورودی، دور ورودی، نسبت تبدیل، حداقل و حداکثر دمای محیط، تعداد استارت و استوپ و تجهیزات موردنیاز متعلقه از قبیل درایو کمکی دور آرام، بک استوپ، سیستم روغنکاری اجباری و... و همچنین نقشه‌های گیربکس فعلی (در مواردی که هدف از انتخاب جایگزینی با گیربکس موجود است) همگی در انتخاب صحیح گیربکس‌سازی تأثیرگذار است.

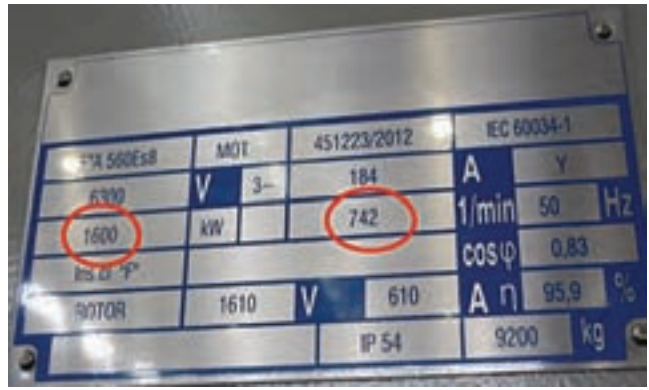
لذا در صورتی‌که مصرف‌کننده، طراح خط تولید و سازنده بتوانند درک مناسبی از هر کدام از این مفاهیم داشته و در عین حال نسبت به انتقال اطلاعات صحیح اقدام نمایند، در نهایت گیربکس‌ساز می‌تواند بهترین انتخاب مناسب را انجام داده و پیشنهاد نماید.

نوع محرک ورودی: محرک ورودی می‌تواند یک موتور الکتریکی، توربین، موتور پیستونی و یا غیره باشد. که هر کدام شوک متفاوتی را به ورودی گیربکس اعمال

می‌نمایند. به عنوان مثال ضریب اطمینان لازم جهت یک **گیربکس صنعتی** با کاربرد معین و توان و دور ورودی مشخص برای وقتی که یک موتور پیستونی با سه سیلندر محرک می‌باشد نسبت به وقتی که محرک از نوع موتور الکتریکی است، بیشتر می‌باشد زیرا موتور پیستونی شوک بیشتری را نسبت به یک موتور الکتریکی به گیربکس وارد می‌نماید.



توان نامی ورودی: این نکته بسیار حائز اهمیت می‌باشد. زیرا به اشتباه برخی وقتی صحبت از توان به میان می‌آید با مراجعه به پلاک گیربکس توان آن را قرائت و اعلام می‌نمایند. حال آنکه در اکثر موارد سازنده به‌جای توان نامی ورودی توان مصرفی را که در زمان سفارش‌گذاری از طرف مشتری یا ماشین‌ساز اعلام گردیده بود به عنوان توان ورودی در نظر گرفته و گیربکس را متناسب با آن انتخاب و تحویل داده است. ولی در حال حاضر به هر علتی از جمله افزایش ظرفیت، استهلاک خط و یا هرگونه تغییر در سیستم می‌تواند توان مصرفی تا توان نامی موتور بالا رفته باشد که بدان معنی است که دیگر گیربکس قبلی دارای ضریب اطمینان مشابه گذشته نخواهد بود و پایین‌تر آمده است. در این خصوص باید توان نامی را از روی دیتاشیت و یا پلاک موتور (محرک) قرائت و به سازنده اعلام نمود.



دور ورودی به گیربکس: دور ورودی یکی از الزامات در ارائه مشخصات اولیه به سازنده می‌باشد تا بتواند علاوه‌بر محاسبات لازم در خصوص ضریب اطمینان قطعات، تمهیدات لازم در خصوص انتخاب یاتاقان‌ها، نحوه روغن‌رسانی، نوع روغن، میزان افزایش دما و غیره را محاسبه نماید.
در بسیاری از موارد مشتری دور ورودی به گیربکس را تغییر داده ولی این تغییرات را به سازنده اعلام نمی‌نماید. این مسئله وقتی حائز اهمیت می‌گردد که با ثابت نگه داشتن توان، دور ورودی به‌وسیله تسمه و پولی، زنجیر و چرخ زنجیر و یا هر سیستم دیگری کاهش یابد و اکثراً این تفکر حاکم می‌باشد که کاهش دور ضرری به گیربکس وارد نمی‌آورد. در حالی‌که با توجه به رابطه با در نظر داشتن توان ثابت وقتی دور کاهش یابد گشتاور افزایش می‌یابد و باعث می‌شود ضریب اطمینان کاهش یابد.

حداقل و حداکثر دمای محیط: تمامی گیربکس‌ها با توجه به راندمان آنها مقداری از توان ورودی را به انرژی گرمایی تبدیل می‌نمایند. این انرژی گرمایی که در محل درگیری دنده‌ها و یا محل ساچمه‌های بلبرینگ‌ها تولید می‌گردند به‌وسیله روغن از آن محل انتقال می‌یابند. طراح با توجه به نوع طراحی پوسته نوع سیستم روغنکاری و گرید روغن را انتخاب می‌نماید تا دمای گیربکس در حین کارکرد نسبت به دمای محیط بیش از حد مجاز بالاتر نرود. این بدان علت است که افزایش دمای گیربکس باعث انبساط قطعات داخلی و پوسته می‌گردد و معمولاً ضریب انبساط پوسته نسبت به دنده‌ها بالاتر می‌باشد و افزایش دمای بیش از حد باعث افزایش فواصل مراکز و در نتیجه لقی بین دنده‌ها می‌گردد. مضاف بر اینکه ویسکوزیته روغن نیز در دمای بالا کاهش می‌یابد و ممکن است فیلم روغن به‌خوبی مابین دندانه‌ها و یا ساچمه‌های بلبرینگ‌ها تشکیل نگردد.
با توجه به اینکه حداکثر دمای محیط به چه میزان باشد میزان انتقال حرارت مابین پوسته و هوای اطراف تغییر می‌نماید و سازنده می‌تواند با علم به حداکثر دمای محیط در صورت نیاز از سیستم‌های خنک‌کن کمکی همانند فن، کویل‌های خنک‌کن، و سیستم روغنکاری اجباری و مبدل حرارتی استفاده نماید.

تحقیق کنید

Nameplate چیست؟
Lubrication plate چیست؟

پاسخ:

Nameplate نشان‌دهنده مشخصات گیربکس می‌باشد و یا به عبارتی شناسنامه آن است.

به‌منظور انتخاب گیربکس مناسب و بهره‌برداری بهینه از آن، لازم است اطلاعات کافی نسبت به عوامل مؤثر در کارکرد گیربکس را در نظر داشته باشیم:

در شناسنامه و یا پلاک گیربکس اطلاعات زیر وجود دارد

۱ـ نوع گیربکس
۲ـ دور ورودی
۳ـ دور خروجی
۴ـ نسبت تبدیل
۵ـ گشتاور

Lubrication plate نیز همانند nameplate بر روی بدنه جعبه‌دنده یا سایر تجهیزات انتقال قدرت و رانش قرار داشته و نشان‌دهنده نوع روغنی است که باید در آن سامانه استفاده گردد. به‌عنوان مثال ویسکوزیته روغن، کلاس آن و... در روی این ورق مشخصات روانکاری درج گردیده است. گاهی اوقات nameplate و lubrication plate تشکیل‌دهنده یک ورق مشخصات هستند. مانند شکل زیر

علائم ایمنی چیست؟

علائم ایمنی وضعیت ایمن (Safe condition safety signs)

علائم ایمنی وضعیت ایمن، علائمی هستند، که وضعیت ایمنی را برای شما مشخص می‌کنند و یا مسیرهای خروج ایمن را به شما نشان می‌دهند و یا در نهایت یک وسیله یا تجهیزات ایمنی خاصی را به شما نشان می‌دهند.

علائم ایمنی ممنوعیت Prohibition safety signs

شکل هندسی در این علائم دایره است و این دایره به رنگ قرمز می‌باشد. یک خط اریب نیز در این دایره وجود دارد. معنی ترکیب رنگ قرمز با دایره، ممنوعیت است. یعنی شما با مشاهدهٔ علائمی که با دایرهٔ قرمز و خط اریب مشخص شده‌اند، می‌بایست از انجام آن عمل خودداری نمایید. پس علائم ایمنی ممنوعیت، علائمی هستند، که ممنوعیت در انجام کاری را می‌رسانند و با دایره قرمز و خط اریب مشخص می‌شوند.

علائم ایمنی هشداردهنده (Warning safety signs)

شکل هندسی در این علائم یک مثلث متساوی‌الاضلاع است. این مثلث حاشیهٔ مشکی دارد و رنگ داخل آن زرد می‌باشد. معنی ترکیب رنگ زرد با مثلث، یکی از معانی زیر را می‌رساند.

خطر (زمینه قرمز)

هشدار (زمینه نارنجی)

احتیاط (زمینه زرد)

می‌توانید از اینترنت سایر اطلاعات را استخراج نمایید.

محور پروانه

زمان آموزش	جمع: ۲۰ ساعت

اهداف جزئی واحد یادگیری:

ـ شایستگی‌های فنی:

۱ توانایی بررسی محور پروانه و نحوه عملکرد آن را داشته باشد.
۲ توانایی بررسی عیوب ایجاد شده در محور پروانه و رفع آن را داشته باشد.
۳ توانایی بررسی و نحوه عملکرد انواع یاتاقان‌ها و اتصالات را داشته باشد.

ـ شایستگی‌های غیر فنی:

در محیط کارگاه و کلاس، رعایت نظم و ترتیب و نظافت کاری، کارگروهی، مسئولیت‌پذیری، توجه به محیط زیست و اخلاق حرفه‌ای را یاد بگیرد.

دانش افزایی

کوپلینگ:

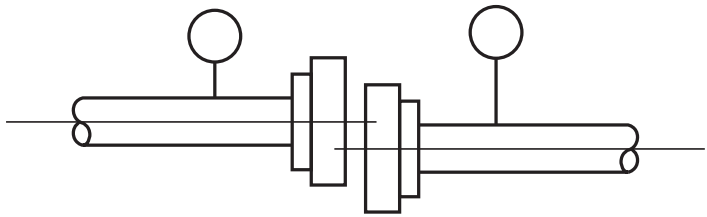
کوپلینگ وسیله‌ای است که برای اتصال دو شفت به‌منظور انتقال قدرت به‌طور معمول کوپلینگ‌ها در حین عملکرد به شفت‌ها اجازهٔ جدا شدن نمی‌دهند گرچه کوپلینگ‌های محدودکنندهٔ گشتاور می‌توانند زمانی که میزان گشتاور از حدی بالاتر برود دچار لغزش و یا جدایی شوند.

کاربرد: هدف اولیهٔ کوپلینگ‌ها این است که دو قطعهٔ دوار را به هم متصل کنند و در عین حال که اجازه انحرافاتی را به آنها می‌دهند. با انتخاب، نصب و نگهداری دقیق کوپلینگ‌ها می‌توان صرفه‌جویی زیادی در هزینه نگهداری و زمان خروج از کارکرد به عمل آورد. کوپلینگ‌های شفت در ماشین‌آلات برای اهداف مختلفی استفاده می‌شوند که معمول‌ترین آنها عبارت‌اند از:

۱ فراهم کردن اتصال شفت‌های دستگاه‌هایی مانند موتور و ژنراتور که به‌طور جداگانه ساخته شده‌اند و همچنین قطع ارتباط در زمان تعمیرات یا جابه‌جایی‌ها
۲ فراهم کردن امکان نامیزانی شفت‌ها و ایجاد انعطاف‌پذیری مکانیکی
۳ کاهش انتقال‌های ناگهانی از یک شفت به شفت دیگری
۴ محافظت در برابر اضافه بار
۵ تغییر خواص ارتعاشی تجهیزات دوار
۶ اتصال بخش درایور
۷ انتقال توان از یک انتها به انتهای دیگر

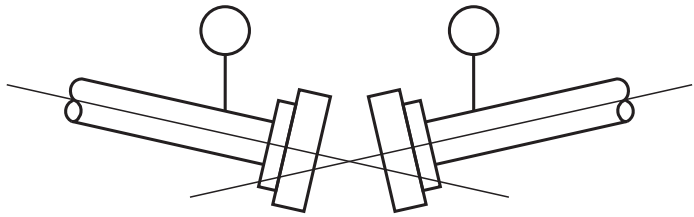
انحراف در کوپلینگ: وقتی دو شفت به هم متصل می‌شوند، به دلایل متعددی می‌تواند انحرافاتی داشته باشد. انحرافات به سه دسته تقسیم می‌شوند:

انحراف محوری: هنگامی که محور دوران شفت‌های اتصالی موازی باشند (منطبق نباشند)، انحراف محوری وجود دارد.



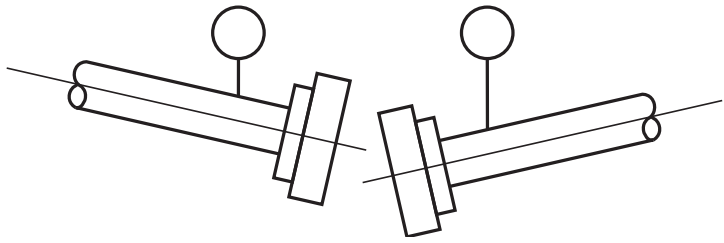
انحراف محوری

انحراف زاویه‌ای: هنگامی که محور دوران شفت‌های اتصالی نسبت به هم زاویه داشته باشند (موازی نباشند)، انحراف زاویه‌ای وجود دارد.



انحراف زاویه‌ای

انحراف مختلط: هرگاه محور دو شفت هم زاویه‌دار باشند و هم، هم‌محور نباشند این نوع انحراف را داریم.



انحراف مختلط

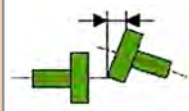
تحقیق کنید

سایر روش‌های اندازه‌گیری اعوجاج و میزان‌سازی در محور پروانه را توضیح دهید

پاسخ:

۱ـ اندازه‌گیری اعوجاج در کوپلینگ

به‌دلیل انعطاف‌پذیر بودن کوپلینگ‌ها، با استفاده از سیستم‌های اندازه‌گیری انحراف، میزان انحراف عمودی و افقی کوپلینگ اندازه‌گیری می‌شود. این سیستم‌های اندازه‌گیری، دقت بالایی دارند. باید درنظر داشت که میزان اعوجاج در کوپلینگ‌ها از حدی فراتر نرود. در غیر این‌صورت نیاز به میزان‌سازی محور پروانه و رفع انحراف آن داریم. از جمله تلرانس‌هایی که این انحرافات را تعیین می‌کند، دور پروانه است (جدول زیر یک نمونه از تلرانس‌های مجاز را برای یک نوع محور پروانه نشان می‌دهد).

	RPM	metric (mm)		Inch (mils)	
		Acceptable	Excellent	Acceptable	Excellent
Short 'flexiblr' couplings Offset: Angualrity Metric values__ Gap difference per 100mm coupling diameter	600	0.19	0.09	9.0	5.0
	750				
	900			6.0	3.5
	1200			4.0	2.5
	1500	0.09	0.06		
	1800			3.0	2.0
	3000	0.06	0.03		
	3600			1.5	1.0
	6000	0.03	0.02		
	7200			1.5	0.5
Inch values__Gap difference per 10 inch coupling diameter 	600	0.13	0.09	15.0	10.0
	750				
	900			10.0	7.0
	1200			8.0	5.0
	1500	0.07	0.05		
	1800			5.0	3.0
	3000	0.04	0.03		
	3600			3.0	2.0
	6000	0.03	0.02		
	7200			2.0	1.0

۲ـ استفاده از جک‌های هیدرولیک (اندازه‌گیری کرنش)

به‌طور کلی در دو طرف یاتاقان، دو عدد جک هیدرولیک به‌همراه یک کرنش‌سنج، نیروهای اعمالی جهت ایجاد کرنش مساوی در دو طرف یاتاقان اعمال می‌کنند. در یک کرنش مساوی از دو طرف، اختلاف نیرو (یا فشار) در این دو جک تعیین‌کننده میزان انحراف یا تغییر شکل محور پروانه است. این اختلاف فشار نباید از حدی فراتر رود.

۳ـ روش نوری (لیزر)

از این روش، به شکل طولی یک پرتو نور قوی مانند لیزر ارسال می‌گردد. تکیه‌گاه این وسیله اپتیکی کاملاً محکم است و هیچ تکانی نمی‌خورد. در طول محور پروانه، هرگاه محورهای پروانه نصب و یا جدا می‌گردند، این پرتو قوی باید دقیقاً در مرکز تک تک محورها از محل اتصال توپی پروانه تا محل اتصال پروانه به صفحه گیربکس جعبه‌دنده باشد.

با این کار می‌توان مطمئن بود که حین نصب و مونتاژ محورهای پروانه، انحراف چندانی به‌وجود نمی‌آید.

تحقیق کنید

با کمک هنرآموز، اجزای تشکیل‌دهنده تکیه‌گاه رانشی را بررسی و تحلیل نمایید.

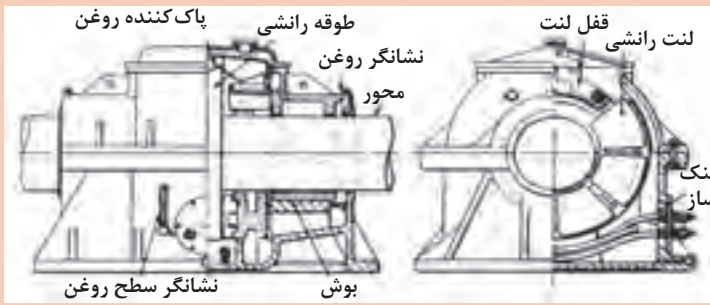
پاسخ:

لنت رانشی: صفحه‌ای است که فشار ناشی از رانش پروانه، از طریق محور پروانه به بدنه شناور منتقل شده و شناور را به حرکت وامی‌دارد.

قفل لنت: هنگام لنگراندازی و عدم حرکت کشتی، این قفل باعث فیکس شدن محور در محل موضعی می‌شود و مانع از چرخش ناخواسته محور پروانه به‌دلیل جریان دریایی می‌گردد.

طوقه رانشی: در اطراف لنت رانشی و به جهت محافظت نصب گردیده است.

نشانگر روغن: تعیین‌کننده روغن در محدوده مجاز در سامانه تکیه‌گاه رانشی است.



مجرای پاشنه

زمان آموزش	جمع: ۲۰ ساعت

اهداف جزئی واحد یادگیری:

ـ شایستگی‌های فنی:

۱ بررسی و عملکرد مجرای پاشنه را بداند.

۲ توانایی بررسی اجزای مجرای پاشنه و تعمیر و نگهداری آن را داشته باشد.

۳ عیوب ایجاد شده در مجرای پاشنه را یافته و آنها را رفع عیب نماید.

ـ شایستگی‌های غیر فنی:

۱ در محیط کارگاه و کلاس، رعایت نظم و ترتیب و نظافت‌کاری، کارگروهی، مسئولیت‌پذیری، توجه به محیط زیست و اخلاق حرفه‌ای را یاد بگیرد.

۲ با استفاده از روش فناورانه و توسط اینترنت این واحد را یاد بگیرد.

تحقیق کنید

چه نوع ملاحظات زیست محیطی را در مورد طراحی و ساخت مجرای پاشنه درنظر می‌گیرند؟

پاسخ:

مهم‌ترین روش، استفاده از مجرای پاشنه‌هایی است که با آب دریا روانکاری می‌شوند، تا روغنی وجود نداشته باشد که در دریا نشت کند. همچنین استفاده از قوانین سخت‌گیرانه IMO و سازمان‌های بین‌المللی محیط زیست جهت پیشگیری از آلودگی آب دریا مانند دستورالعمل MARPOL، صورت می‌گیرد. جهت اطلاعات بیشتر می‌توانید به مرجع Craig carter از شرکت تولیدکننده یاتاقان و مجرای پاشنه THORDON مراجعه نمایید.

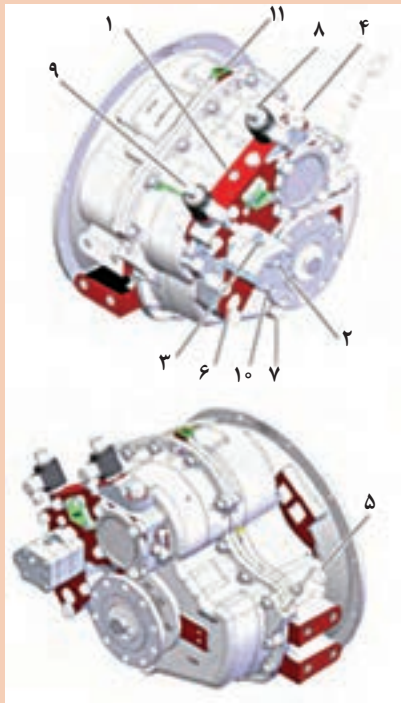
تحقیق کنید

نحوه روانکاری جعبه‌دنده را به کمک هنرآموز فراگیرید:

پاسخ:

در صورت وجود امکانات در کارگاه و دستورالعمل‌های تعویض روغن گیربکس، این کار توسط هنرآموز محترم صورت پذیرد. شکل صفحه بعد، یک نمونه گیربکس و محل‌هایی را که باید روغن ریخته شده و خالی گردد را نشان می‌دهد که وابسته به طراحی و ساخت شرکت سازنده است.

Callout	Component
1	Heat exchanger
2	Oil_in from heat exchanger
3	Oil_out to heat exchanger
4	Breather
5	Oil fill port and oil level gauge
6	Oil level gauge
7	Suction screen
8	Oil drain plug
9	Main pump
10	primary clutch actuating solenoid
11	Forward. with right hand engine rotation driven through forward clutch
12	Holes for eyebolts for lifting marine transmission
13	Secondary clutch actuating solenoid



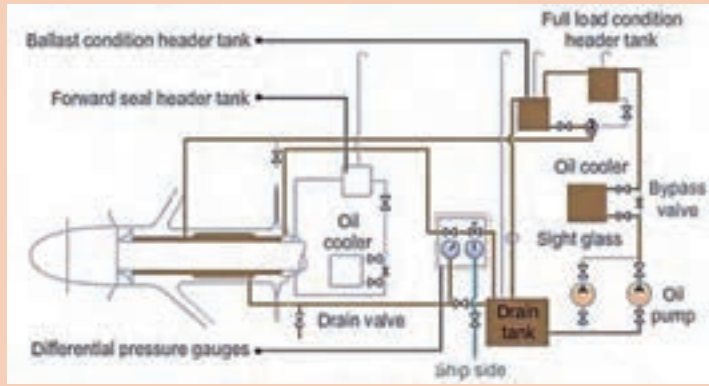
یک نمونه جعبه‌دنده و قسمت‌های مختلف آن، به‌خصوص محل‌های ورود و خروج روغن

کار در کلاس

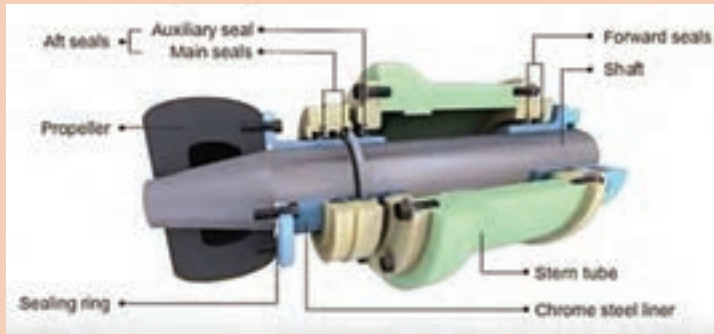
با کمک هنرآموز، مکانیزم عملکرد سامانه روانکاری را بیاموزید.

پاسخ:

مطابق شکل زیر سیستم روانکاری پاشنه کشتی از قسمت‌های مختلفی از جمله مخزن، شیر، لوله، فشارسنج و... تشکیل شده است که روغن در حال چرخش در سیستم در یک مخزن تخلیه (Drain tank) جمع‌آوری می‌شود. بعد از مخزن تخلیه یک پمپ روغن (Oil Pump) قرار دارد که روغن را از مخزن به سمت سردکننده (Oil cooler) می‌برد که در این قسمت دمای روغن پایین می‌آید و به دمای مورد قبول می‌رسد. سرد شدن روغن از طریق آب و هوا انجام می‌شود. روغن سرد شده در تانکر بالا قرار می‌گیرد و از آنجا به اطراف شفت و قسمت‌های مختلف مجرای پاشنه می‌رود. این روغن به طور مداوم در حال چرخش است.

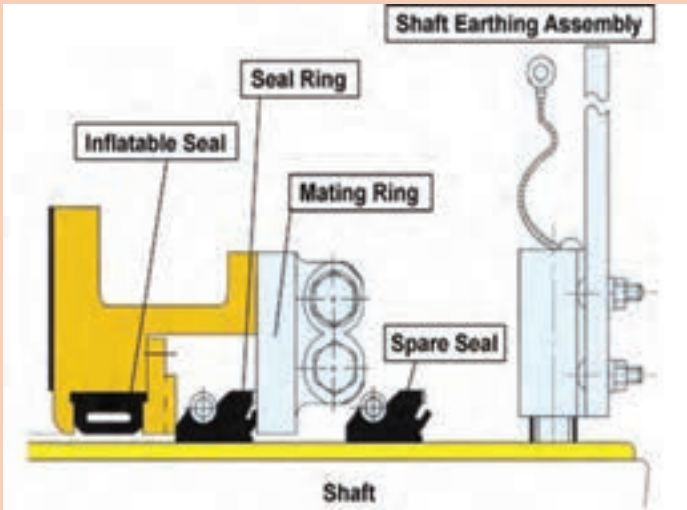


شکل زیر نیز ساختمان داخلی اطراف شفت درون مجرای پاشنه را نشان می‌دهد که رینگ‌های مختلف در آن قرار دارد. و همچنین بستاپ‌های جلویی و عقبی مشخص شده است که برای جلوگیری از نفوذ آب دریا به شناور و نیز نشت روغن یا آب می‌باشد.



کار در کلاس

با کمک هنرآموز، اصطلاحات لاتین جدول زیر را بیابید



تحقیق کنید

در مورد سامانه‌های انتقال قدرت در کشتی، آیا شرکت‌های داخلی موجود هستند که به امر تولید تمام یا بخش‌هایی از اجزای این سامانه‌ها بپردازند؟

پاسخ:

در سامانه‌های انتقال قدرت کشتی، تعدادی از شرکت‌های معرف در جهان و ایران در این زمینه فعال هستند که در ایران در زمینه ساخت شفت و گیربکس شناورها چند شرکت فعال وجود دارد که از جدیدترین روش‌های تولید گیربکس و شفت استفاده می‌کنند. هنرآموزان محترم می‌توانند با جست‌وجو در اینترنت این شرکت‌ها را پیدا کرده و در مورد آنها برای هنرجویان توضیح دهند و یا اگر فیلم در مورد ساخت قسمت‌های مختلف سامانه انتقال قدرت (شفت، گیربکس، یاتاقان و...) را دارند برای هنرجویان به نمایش گذارند.

ارزشیابی مرحله‌ای

عنوان فصل	تکالیف عملکردی (شایستگی‌ها)	استاندارد عملکرد (کیفیت)	نتایج	استاندارد (شاخص‌ها، داوری، نمره‌دهی)	نمره
نگهداری و تعمیر سامانه‌های انتقال قدرت	تعمیر و نگهداری مجرای پاشنه و شناسایی اجزای آن	توانایی بررسی عملکرد مجرای پاشنه، شناسایی اجزا و تعمیر و نگهداری آن	بالاتر از حد انتظار	ـ توانایی بررسی عملکرد مجرای پاشنه ـ توانایی بررسی اجزای مجرای پاشنه و تعمیر و نگهداری آن ـ عیوب ایجاد شده در مجرای پاشنه را یافته و آنها را رفع عیب نماید. * هنرجو توانایی انجام سه مورد شاخص‌ها را داشته باشد.	۳
			در حد انتظار	ـ توانایی بررسی عملکرد مجرای پاشنه ـ توانایی بررسی اجزای مجرای پاشنه و تعمیر و نگهداری آن ـ عیوب ایجاد شده در مجرای پاشنه را یافته و آنها را رفع عیب نماید. * هنرجو توانایی انجام دو مورد از شاخص‌ها را داشته باشد.	۲
			پایین‌تر از حد انتظار	ـ توانایی بررسی عملکرد مجرای پاشنه ـ توانایی بررسی اجزای مجرای پاشنه و تعمیر و نگهداری آن ـ عیوب ایجاد شده در مجرای پاشنه را یافته و آنها را رفع عیب نماید. * هنرجو توانایی انجام یک مورد از شاخص‌ها را داشته باشد.	۱

ارزشیابی: نگهداری و تعمیر سامانه‌های انتقال قدرت

۱ـ شرح کار:
- جعبه‌دنده، شناسایی اجزا و روش‌های تعمیر و نگهداری آن
- آشنایی با محور پروانه و اجزای آن
- مجرای پاشنه، شناسایی اجزا، تعمیر و نگهداری

۲ـ شرایط انجام کار،ابزار وتجهیزات:
کارگاه مکانیک موتورهای دریایی، و مراجعه به کارخانه‌های تعمیر و نگهداری شناور

معیار شایستگی:

ردیف	مرحله کار	حداقل نمره قبولی از ۳	نمره‌هنرجو
۱	جعبه‌دنده، شناسایی اجزا و روش‌های تعمیر و نکهداری	۲	
۲	آشنایی با محور پروانه و اجزای آن از جمله خود محور و تکیه‌گاه‌ها	۱	
۳	مجرای پاشنه، شناسایی اجزا، تعمیر و نگهداری	۱	
	شایستگی‌های غیرفنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست‌محیطی‌و... ۱ـ استفاده از لباس مناسب کار در کارگاه، ۲ـ استفاده صحیح و مناسب از ابزار و تجهیزات کارگاه، ۳ـ رعایت نکات ایمنی دستگاه‌ها، ۴ـ دقت و تمرکز در اجرای کار، ۵ـ شایستگی تفکر و یادگیری مادام‌العمر، ۶ـ رعایت اصول و مبانی اخلاق حرفه‌ای.		
	میانگین نمرات		*

* حداقل میانگین نمرات هنرجو برای قبولی و کسب شایستگی۳ است.