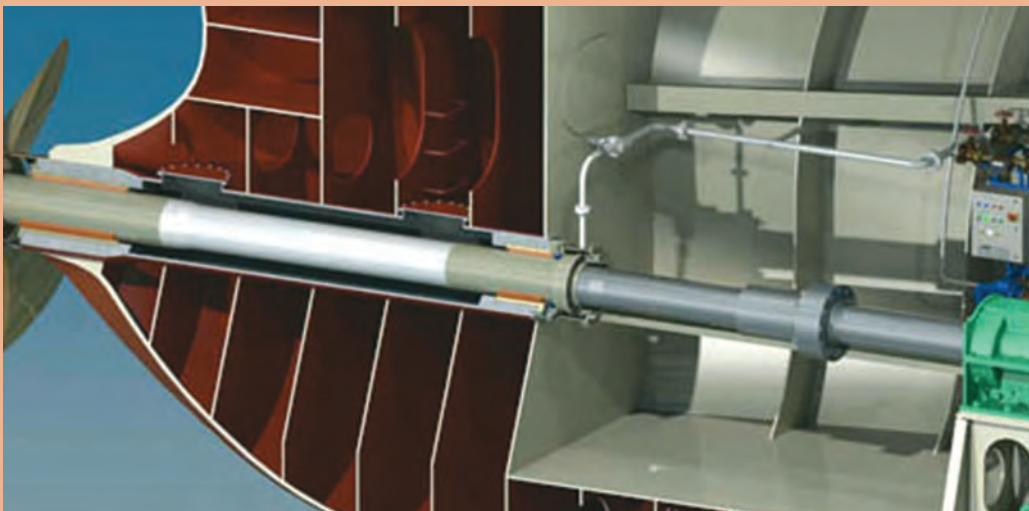


پودمان ۴

نگهداری و تعمیر سامانه‌های انتقال قدرت



واحد یادگیری ۴

نگهداری و تعمیر سامانه‌های انتقال قدرت

آیا تاکنون پی برده‌اید

- نحوه عملکرد سامانه انتقال قدرت چگونه است؟
- سامانه انتقال قدرت چه وظیفه‌ای را بر عهده دارد؟
- سامانه‌های انتقال قدرت از چه بخش‌هایی تشکیل شده است؟
- روش‌های نصب، تعمیر و نگهداری سامانه‌های انتقال قدرت چگونه است؟
- روش‌های عیب‌یابی و رفع عیب در سامانه‌های انتقال قدرت چگونه است؟

استاندارد عملکرد

در پایان این پودمان هنرجو باید عملکرد سامانه‌های انتقال قدرت را بداند و نیز بتواند روش‌های نصب آنها را آموخته و نیز در زمانی که این سامانه‌ها دارای مشکل و ایراد می‌شوند، آنها را یافته و برطرف نماید. همچنین با روش‌های اتصال موتور به محور و نیز قسمت‌های اصلی آن مانند گیربکس، محور انتقال قدرت، یاتاقان‌ها، مجرای پاشنه و اتصالات آن آشنایی کافی داشته باشد.

سامانه انتقال قدرت

سامانه انتقال قدرت در شناورها، پس از موتور، به عنوان مهم‌ترین قسمت سامانه رانشی شناور به حساب می‌آید. چرا که وظیفه آن، همان گونه که از نامش پیداست، انتقال قدرت و انرژی از موتور به پروانه جهت رانش شناور است. این بخش از سامانه، از جعبه دنده تا قبل از پروانه را در بر می‌گیرد و به دلیل اهمیت و موقعیت آن، دارای قسمت‌های مختلفی است. بسته به اینکه سامانه رانشی شناور از نوع داخلی و یا خارجی باشد، نوع آن متفاوت است. در شکل ۱ دو نوع سامانه رانشی داخلی و خارجی نشان داده شده است.



داخلی



خارجی

شکل ۱- انواع سامانه‌های رانشی. داخلی (سمت چپ) و خارجی (سمت راست)

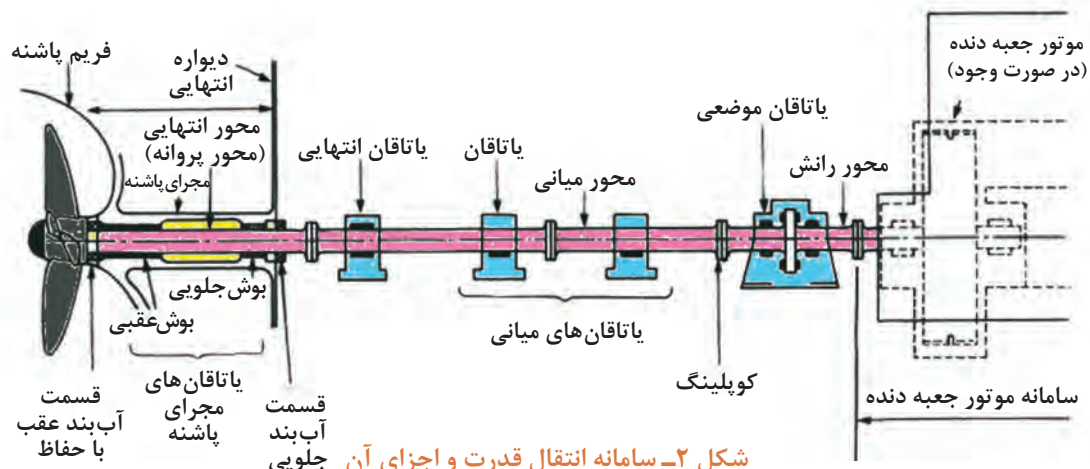
برای سامانه خارجی، معمولاً موتور و سامانه انتقال قدرت و پروانه با هم یک سامانه یکپارچه را تشکیل می‌دهند. ولی برای سامانه رانشی داخلی، معمولاً این قسمت‌ها به صورت مجزا روی شناور نصب می‌گردند.

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

تحقیق کنید



با توجه به اینکه اکثر شناورهای بزرگ و کوچک از سامانه رانشی داخلی استفاده می‌نمایند، بهتر است که این نوع سامانه رانشی را بررسی نماییم. معمولاً سامانه انتقال قدرت از قسمت‌های متعددی تشکیل گردیده که در شکل ۲ نشان داده شده است.



شکل ۲- سامانه انتقال قدرت و اجزای آن



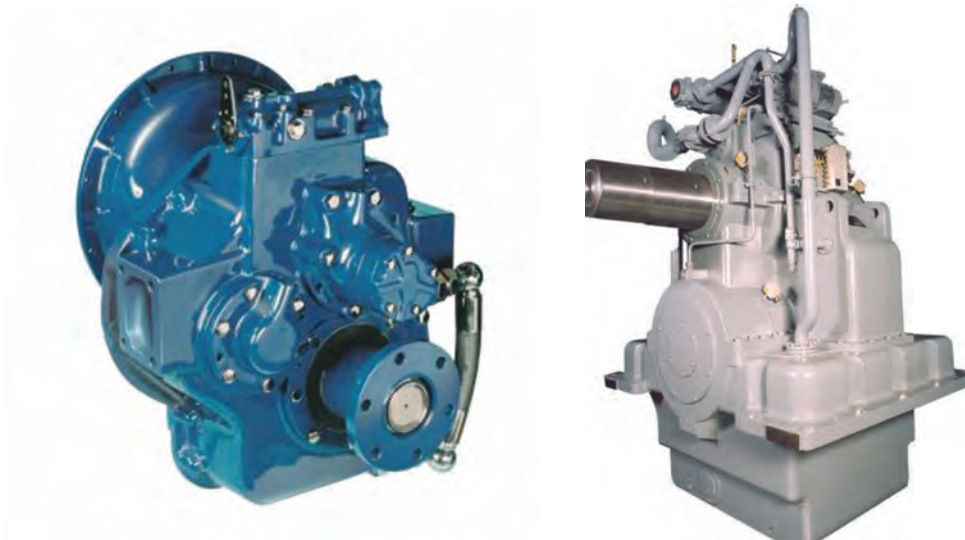
چند نمونه سامانه انتقال قدرت را در شناورهای کوچک، متوسط و بزرگ بباید و با اجزای آنها آشنا شوید.

با کمک هنرآموز، اصطلاحات لاتین شکل ۲ را بباید.

سامانه انتقال قدرت در شناورها معمولاً از سه قسمت اصلی تشکیل شده است: سامانه تبدیل دور یا جعبه دنده، محور پروانه یا محور انتقال قدرت و مجرای پاشنه که در ادامه توضیح داده می‌شود.

جعبه دنده (گیربکس):

مهم‌ترین وظایف جعبه دنده، علاوه بر انتقال انرژی به محور پروانه، تغییر جهت و کنترل دور نیز می‌باشد. معمولاً در موتورهای دور متوسط و دور بالا، جعبه دنده حتماً استفاده می‌گردد. ولی در موتورهای دور پایین، به دلیل اینکه راندمان رانشی شناور افزایش یافته و دور موتور پایین است، محور رانش مستقیم به خروجی موتور متصل می‌گردد و جعبه دنده نخواهیم داشت. در شکل ۲، دو نمونه جعبه دنده نشان داده شده است.

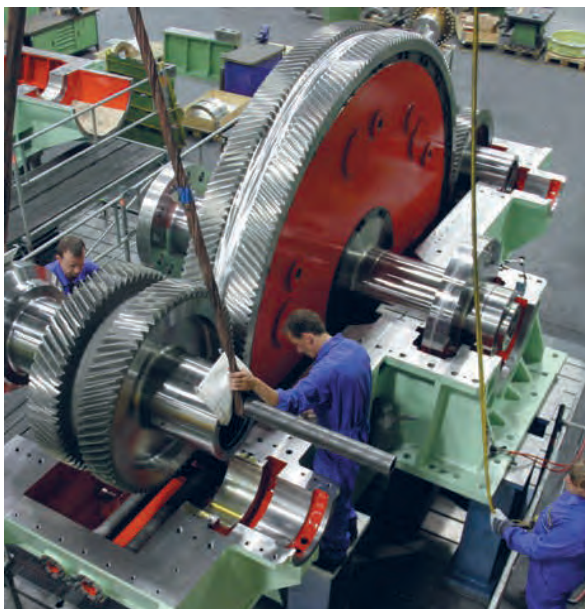


انتقال قدرت پایین

انتقال قدرت بالا

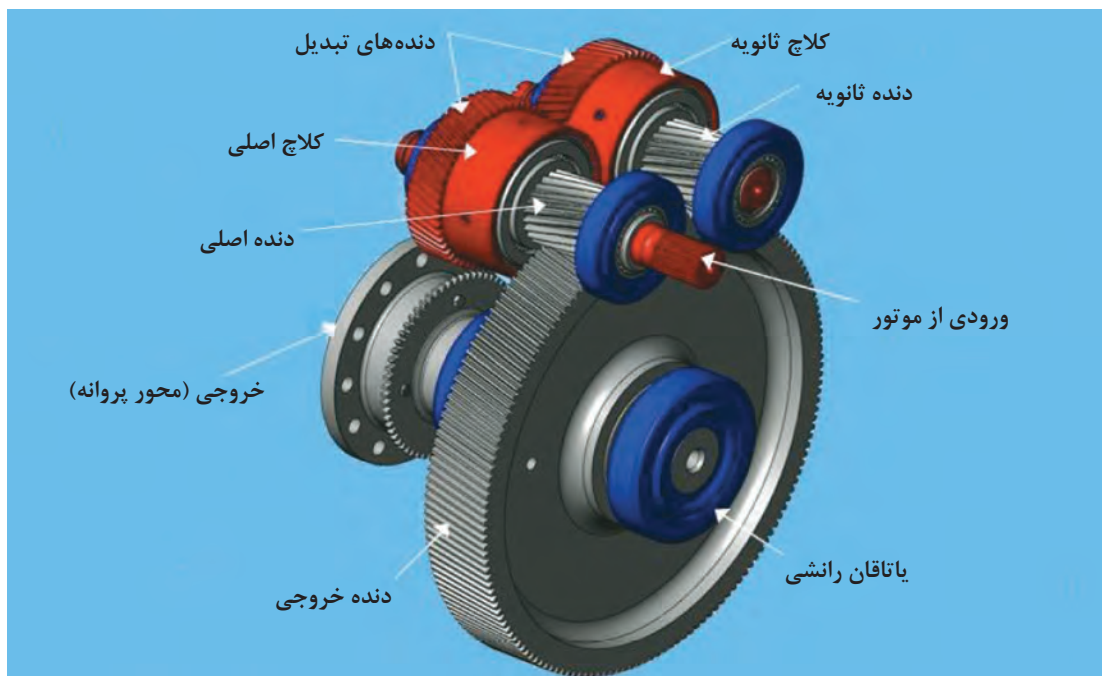
شکل ۲- دو نمونه جعبه دنده مورد استفاده در شناورها

معمولاً در موتورهای کوچک، جعبه دنده به خود موتور متصل است. ولی در موتورهای بزرگ که روی شناورهای بزرگ نصب می‌شود (در صورت وجود) جعبه دنده به شکل مجزا روی بدنه شناور و به موتور متصل می‌گردد. شکل ۴ یک جعبه دنده بزرگ را که در حال نصب روی یک شناور است نشان می‌دهد. وظیفه این جعبه دنده، انتقال انرژی از دو عدد توربین به یک پروانه است.



شکل ۴- یک نوع جعبه دنده بزرگ برای انتقال قدرت توربین‌های بخار کشتی به پروانه کشتی

ساختمان داخلی جعبه دنده نیز در شکل ۵ نشان داده شده است



شکل ۵- ساختمان داخلی جعبه دنده

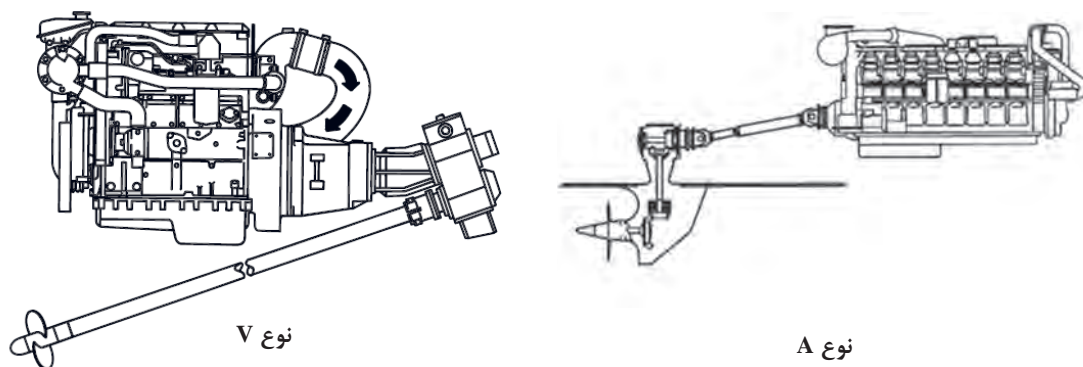
در شکل ۵، همان‌گونه که مشاهده می‌گردد، دنده متصل به موتور، قطر کم و دنده متصل به محور پروانه به انتقال قدرت، قطر زیادی دارد و این بدان معناست که دور موتور در محور پروانه چند برابر کاهش می‌یابد. اگر قرار باشد نسبت دور موتور به دور پروانه چند تغییر داشته باشد، از یک یا چند کلاچ ثانویه استفاده می‌نماییم.



با کمک هنرآموز، اصطلاحات لاتین شکل ۵ را بیابید.

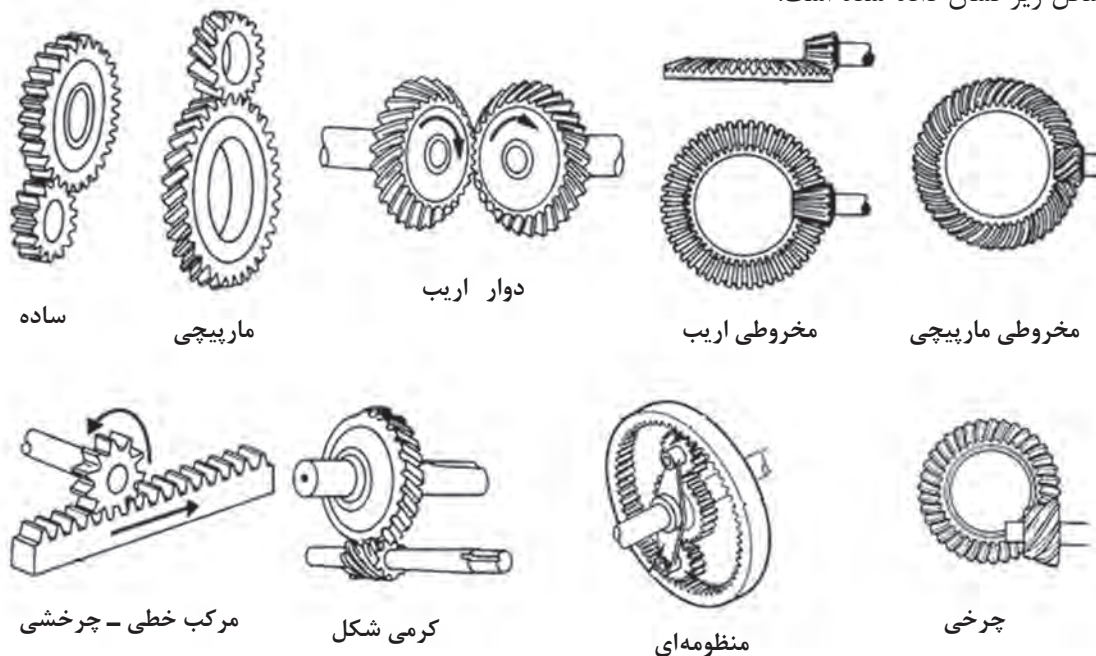
انواع جعبه دنده:

جعبه دنده‌ها، با پیشرفت تکنولوژی و تنوع مختلف شناورها، در نمونه‌های مختلف، رشد و توسعه زیادی یافته‌اند. به همین دلیل ذکر همه آنها در این بخش غیر ممکن است، لیکن در حالت هندسی سه نوع جعبه دنده وجود دارد که عبارت‌اند از: نوع A، نوع V و نوع J. شکل ۶ نمونه‌های V و A را در موتورهای دریایی نشان می‌دهد:



شکل ۶- جعبه دنده‌های نوع A (سمت راست) و نوع V (سمت چپ)

ساختمان داخلی جعبه دنده‌ها، با توجه به نوع کاربرد از جعبه دنده‌های مختلفی تشکیل شده است که در شکل زیر نشان داده شده است:



شکل ۷- ساختار داخلی انواع جعبه دنده و چرخنده‌های موجود



اصطلاح لاتین عبارات مذکور در شکل ۷ را بیابید.

در مورد انواع جعبه دنده‌های نشان داده شده در شکل ۷ تحقیق نموده و کاربرد آنها را در سامانه‌های رانشی شناور بیابید.

در متحرک‌های دریایی از نظر توزیع قدرت نیز می‌توان نمونه‌های یک به یک یا دو به یک را نام برد. شکل ۳ نوع یک به یک (یک موتور به یک پروانه) و شکل ۴ نوع دو به یک (دو توربین به یک پروانه) را نشان می‌دهد. اما نحوه انتخاب جعبه دنده به عواملی همچون قدرت موتور، دور موتور و دور پروانه (نسبت کاهش) بستگی دارد. معمولاً شرکت‌های سازنده جداولی را مشخص می‌نمایند که با توجه به دور موتور، قدرت موتور و دور پروانه می‌توان جعبه دنده مورد نظر را انتخاب نمود.

روش‌های تعمیر و نگهداری جعبه دنده:

جعبه دنده را هر روز چک و بازبینی نمایید و در صورت نشستی روغن، اقدامات لازم انجام گیرد. استفاده از روغن مناسب طبق دستورالعمل سازنده برای جعبه دنده و تعویض به موقع آن باعث افزایش عمر جعبه دنده می‌گردد. اتصالات الکتریکی را چک نموده و در صورت اکسیداسیون، پارگی و... اقدام به تعویض یا تعمیر نمایید. اتصالات و چفت و بست‌ها را چک نموده و در صورت خرابی، آنها را تعویض نمایید. در زمان تعمیرات دوره‌ای، یاتاقان‌های جعبه دنده را باز نموده و در صورت نیاز اقدام به تعمیر و یا تعویض قطعات نمایید.

عیب‌یابی و رفع عیب در چرخنده‌ها: کلیه چرخنده‌ها یا گیربکس‌ها دارای عیوب مشابه هستند که در جدول ۱، این عیوب و روش رفع عیب آن بیان گردیده است.

جدول ۱- عیوب معمول در جعبه دنده و چرخنده‌ها

نوع عیب	علت عیب	راهکارهای رفع عیب
لرزش و ارتعاش	۱- شل بودن پیچ‌ها	۱- کلیه پیچ‌ها را محکم کنید.
	۲- شل بودن یا خرابی اتصالات ورودی	۲- اتصالات ورودی را محکم یا در صورت نیاز تعویض کنید.
	۳- خرابی خار، جای خار یا اندازه نبودن جای خار	۳- خار را تعویض کنید، خار باید کاملاً بدون لقی و کاملاً به اندازه باشد. از خار استاندارد استفاده کنید. در صورت آسیب دیدگی یا گشاد شدن جای خار باید تعویض شود.
	۴- وجود جرم خارجی در جعبه دنده	۴- روغن را تخلیه و محفظه گیربکس را پس از شست‌وشو مجدداً پر کنید.
	۵- آسیب دیدگی و خرابی یاتاقان‌ها	۵- یاتاقان باید تعویض شود.
	۶- آسیب دیدگی و خرابی چرخ دنده‌ها	۶- چرخ دنده‌ها باید تعویض شود.

<p>۱- محل درپوش روغن را کنترل و در صورت نیاز اصلاح کنید.</p> <p>۲- در پوش روغن را محکم کنید.</p> <p>۳- سطح روغن را کمتر کنید، محفظه گیربکس باید تقریباً تا نیمه، درون روغن باشد.</p> <p>۴- درپوش‌های روغن را تعویض کنید.</p> <p>۵- کاسه نمدها باید تعویض شوند.</p> <p>۶- واشرها باید تعویض شوند.</p>	<p>۱- نادرست بودن وضعیت نصب: نامناسب بودن جای درپوش‌ها برای آن. وضعیت نصب گیربکس.</p> <p>۲- شل بودن درپوش‌های روغن.</p> <p>۳- زیاد بودن سطح روغن.</p> <p>۴- خرابی درپوش‌های روغن.</p> <p>۵- خرابی کاسه نمدها.</p> <p>۶- خرابی واشرها</p>	<p>نشت روغن</p>
<p>۱- ضریب کار را با توجه به کاتالوگ کنترل کنید. از روان بودن حرکت قطعات ماشین اطمینان حاصل کنید. در صورت نیاز گیربکس بزرگ‌تری را جایگزین کنید.</p> <p>۲- مقدار روغن را تنظیم کنید.</p> <p>۳- از روغن مناسب که در کاتالوگ محصول قید شده استفاده کنید.</p> <p>۴- از روغن مناسب مخصوص دمای بالاتر استفاده کنید، در صورت نیاز گیربکس بزرگ‌تری را جایگزین کنید.</p>	<p>۱- بار بیش از حد (ضریب کار به‌درستی در نظر گرفته نشده است یا محاسبات توان گشتاور اشتباه است یا قطعات ماشین تحت فشار می‌باشند).</p> <p>۲- مقدار روانکار کم یا زیاد است.</p> <p>۳- روانکار مناسب استفاده نشده است.</p> <p>۴- دمای محیطی زیاد.</p>	<p>دمای زیاد جعبه دنده</p>
<p>۱- بار شعاعی گیربکس را کم کنید، از یاتاقان‌بندی مناسب در جهت مقابل استفاده کنید، در صورت نیاز گیربکس بزرگ‌تری را جایگزین کنید.</p> <p>۲- سطح روغن را تنظیم کنید.</p>	<p>۱- بار شعاعی زیاد است.</p> <p>۲- مقدار روانکار کم است.</p>	<p>دمای زیاد در محل یاتاقان‌ها</p>
<p>۱- سطح روغن را تنظیم کنید.</p> <p>۲- خار را تعویض کنید، خار باید کاملاً بدون لقی و کاملاً فیت باشد.</p> <p>۳- اتصالات، یاتاقان‌بندی، ریل‌ها و راهنماها، بدنه و سایر اجزای ماشین را کنترل و از محکم بودن و روان بودن آنها اطمینان حاصل کنید.</p> <p>۴- روغن را تخلیه و محفظه جعبه‌دنده را پس از شست‌وشو مجدداً پر کنید.</p> <p>۵- خار را تعویض کنید، خار باید کاملاً بدون لقی و کاملاً فیت باشد. از خار استاندارد استفاده کنید. در صورت آسیب‌دیدگی یا گشاد شدن جای خار باید تعویض شود.</p> <p>۶- پایه‌های نصب را محکم کنید.</p> <p>۷- از تراز بودن سطح نصب اطمینان حاصل کنید. در صورت نیاز از تکیه‌گاه استفاده کنید.</p> <p>۸- یاتاقان باید تعویض شوند.</p> <p>۹- چرخ دنده‌ها باید تعویض شوند.</p> <p>۱۰- از روغن مناسب (روغن با ویسکوزیته بالاتر در دمای بالا) استفاده کنید.</p>	<p>۱- مقدار کم روغن روانکاری</p> <p>۲- خار و جای خار ورودی یا خروجی خراب شده</p> <p>۳- اشکال در سیستم ماشین (انتقال صدا به گیربکس).</p> <p>۴- وجود جرم خارجی در محفظه پوسته گیربکس.</p> <p>۵- خرابی کوپلینگ و اتصالات ورودی و خروجی.</p> <p>۶- شل بودن پیچ‌های نصب پایه‌ها.</p> <p>۷- تراز نبودن سطح نصب جعبه‌دنده.</p> <p>۸- خرابی یاتاقان‌ها.</p> <p>۹- خرابی چرخ دنده‌ها.</p> <p>۱۰- دمای محیطی زیاد.</p>	<p>سر و صدای زیاد در جعبه‌دنده</p>



Nameplate چیست؟ Lubrication plate چیست؟

ملاحظات ایمنی جعبه دنده: جعبه دنده‌ها همان‌گونه که ذکر گردید، دارای ساختارها و طرح‌های متفاوتی هستند. در نتیجه ملاحظات ایمنی آنها نیز می‌تواند متفاوت باشد. در کل می‌توان موارد زیر را برای ملاحظات ایمنی آنان در نظر گرفت:

- هرگز جعبه دنده را در زمانی که موتور و یا ژنراتور در حال کارکردن است باز نکنید. حتی در صورت خاموش بودن موتور و ژنراتور، از قطع اتصالات الکتریکی سامانه استارت موتور اطمینان حاصل نمایید چرا که در برخی شرایط موتور ممکن است روشن گردد.
- در صورتی که تمام موارد قبلی برقرار بود، از قفل ترمز پروانه نیز اطمینان حاصل نمایید چرا که پروانه می‌تواند در اثر شرایط غیرتعادلی طبیعی و یا جریان‌های دریایی یا امواج یا حرکت شناور چرخیده و باعث آسیب‌دیدگی شدید به جعبه دنده و یا کاربرها گردد.
- در صورت نیاز به جابه‌جا نمودن جعبه دنده و یا تعویض قطعات سنگین، حتماً از دستکش و ابزار مناسب استفاده نمایید.



هر کدام از اشکال روبه‌رو بیانگر یک خطر و یا یک تهدید ایمنی هستند. در مورد آنان تحقیق نمایید و در قالب فایل ورود به هنرآموز خود ارائه دهید.

محاسبات هندسی جعبه دنده: همان‌گونه که ذکر گردید، در موتورهای دور متوسط و بالا از جعبه دنده جهت انتقال قدرت استفاده می‌گردد. دنده متصل به محور پروانه بزرگ و دنده متصل به موتور کوچک است. نسب قطر دنده بزرگ به دنده کوچک را ضریب دنده (Gear ratio) می‌نامند. به‌همان نسبت ضریب دنده، دور پروانه نیز تغییر می‌کند. در حقیقت می‌توان رابطه زیر را برای این مقوله در نظر داشت:

$$N_1 R_1 = N_2 R_2$$

که در آن، N_1 و N_2 به ترتیب سرعت دورانی چرخنده کوچک و بزرگ بوده و R_1 و R_2 نیز به ترتیب شعاع چرخنده کوچک و شعاع چرخنده بزرگ می‌باشند. در حقیقت ضریب دنده برای یک چرخنده به‌صورت زیر محاسبه می‌گردد:

$$\text{ضریب دنده} = \frac{N_1}{N_2}$$



شکل ۸- ارتباط چرخنده کوچک و بزرگ

به‌عنوان مثال در صورتی که دور موتور ۶۰۰ دور بر دقیقه باشد و قرار باشد پروانه با سرعت ۱۵۰ دور بر دقیقه بچرخد، ضریب دنده ۴ خواهد بود.

در ضمن باید در نظر داشت که بین توان موتور و دور آن می‌توان رابطه زیر را نوشت:

$$P=TN$$

که در آن P توان، T گشتاور اعمالی به محور پروانه و N دور موتور است.

پس می‌توان دریافت که با وجود جعبه دنده و بدون در نظر گرفتن افت موجود در آن، با کاهش دور، گشتاور زیاد می‌شود و این موضوع بیشتر از نظر سازه‌ای برای ما و برای محور پروانه و خود پروانه مهم است تا در طراحی و ساخت لحاظ گردد.

ارزشیابی مرحله‌ای

نمره	استاندارد (شاخص‌ها، داوری، نمره دهی)	نتایج	استاندارد عملکرد (کیفیت)	تکالیف عملکردی (شایستگی‌ها)	عنوان پودمان
۳	۱- توانایی بررسی جعبه دنده‌ها را از نظر ساختمان و هندسی ۲- تعمیر و نگهداری انواع جعبه دنده‌ها ۳- عیوب ایجاد شده در جعبه دنده‌ها را یافته و آنها را رفع عیب نماید. *هنرجو توانایی انجام همه شاخص‌ها را داشته باشد.	بالاتر از حد انتظار			
۲	۱- توانایی بررسی جعبه دنده‌ها را از نظر ساختمان و هندسی ۲- تعمیر و نگهداری انواع جعبه دنده‌ها ۳- عیوب ایجاد شده در جعبه دنده‌ها را یافته و آنها را رفع عیب نماید. *هنرجو توانایی انجام دو مورد از شاخص‌ها را داشته باشد.	در حد انتظار	توانایی بررسی عملکرد جعبه دنده‌ها و تعمیر و نگهداری آن.	نگهداری و تعمیر جعبه دنده.	نگهداری و تعمیر سامانه‌های انتقال قدرت
۱	۱- توانایی بررسی جعبه دنده‌ها را از نظر ساختمان و هندسی ۲- تعمیر و نگهداری انواع جعبه دنده‌ها ۳- عیوب ایجاد شده در جعبه دنده‌ها را یافته و آنها را رفع عیب نماید. *هنرجو توانایی انجام یک مورد از شاخص‌ها را داشته باشد.	پایین‌تر از حد انتظار			
					نمره مستمر از ۵
					نمره شایستگی پودمان از ۳
					نمره پودمان از ۲۰

محور پروانه:

بسته به اینکه شناور چه اندازه بزرگ باشد و نیز فاصله موتور تا پاشنه و نیز پروانه چه اندازه باشد، محور پروانه می‌تواند یک تکه یا چند تکه باشد. برای شناورهای تجاری بزرگ، معمولاً این محور از سه تکه و یا بیشتر تشکیل می‌گردد. محور متصل به موتور یا جعبه دنده (در صورت وجود جعبه دنده) به محور رانش مشهور است. چرا که امکان دارد از جعبه دنده و یا موتور محورهای دیگری جهت اهداف دیگر (مثلاً انتقال انرژی به ژنراتور) استفاده گردد. محورهای بعدی تا قبل از محور متصل شده به پروانه، به نام محورهای میانی مشهورند (به شکل ۲ مراجعه کنید). محور متصل به پروانه را نیز، به عنوان محور انتهایی پاشنه می‌شناسند. محورها به دلیل اینکه وزن زیادی دارند، خود بر روی یاتاقان‌های مخصوص تکیه کرده‌اند که یاتاقان‌های تونلی نامیده می‌شوند. مبحث یاتاقان‌ها در ادامه می‌آید. شکل ۹ و ۱۰ دو نمونه محور پروانه را نشان می‌دهد که در شناورهای بزرگ مورد استفاده قرار می‌گیرند و در حال ماشین‌کاری در کارگاه هستند.

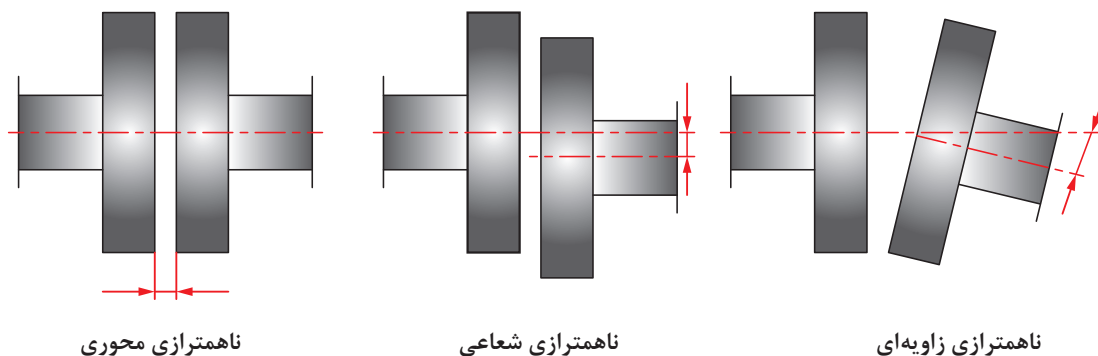


شکل ۱۰- یک نمونه محور پروانه مورد استفاده در شناورهای بزرگ



شکل ۹- محور پروانه در کارگاه جهت ماشین‌کاری

عیوب ایجاد شده در محور پروانه: مهم‌ترین عیبی که در محور پروانه ایجاد می‌شود، ناهمترزی است. بدین شکل که محورهایی که به هم‌دیگر کوپل می‌شوند، در یک مسیر یا یک موقعیت و یا یک زاویه (شیب) قرار نمی‌گیرند. (شکل ۱۱)

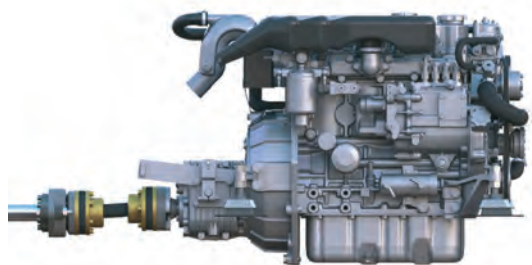


شکل ۱۱- انواع ناهمترزی در محل اتصال محورهای پروانه

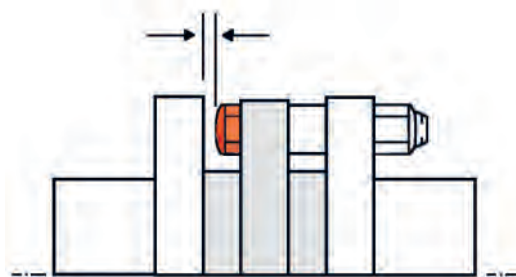
از جمله مهم‌ترین عوامل ناهمترزی در محورهای پروانه را می‌توان موارد زیر برشمرد:

- ۱ تغییر شکل بر اثر حرارت؛
- ۲ تغییر شکل در اثر فشار اجزای متصل به محور پروانه؛
- ۳ گشتاور شدید اعمال شده از طرف موتور هنگام شروع به کار (startup)؛
- ۴ تغییر موقعیت تکیه‌گاه‌ها و یاتاقان‌ها (بهر دلیل)؛
- ۵ خطاهای انسانی در هنگام نصب محور؛
- ۶ عدم دقت در هنگام ساخت قطعات سامانه انتقال قدرت؛
- ۷ استفاده از کوپلینگ‌های معیوب و نامناسب.

از جمله مهم‌ترین آثار ناهمترزی، سروصدا و ارتعاش، کاهش عمر قطعات، نیاز به تعمیر و نگهداری بیشتر و افزایش دمای قطعات درگیر و همچنین در برخی موارد کاهش راندمان رانش شناور به خصوص برای شناورهای کوچکی که دور پروانه در آنها زیاد است می‌باشد. یکی از راهکارهای غلبه بر ناهمترزی، استفاده از کوپلینگ‌های انعطاف‌پذیر است. شکل ۱۲ یک نمونه کوپلینگ انعطاف‌پذیر و شکل ۱۳ استفاده آن را در سامانه انتقال قدرت نشان می‌دهد. مبحث کوپلینگ‌ها در ادامه توضیح داده می‌شود.

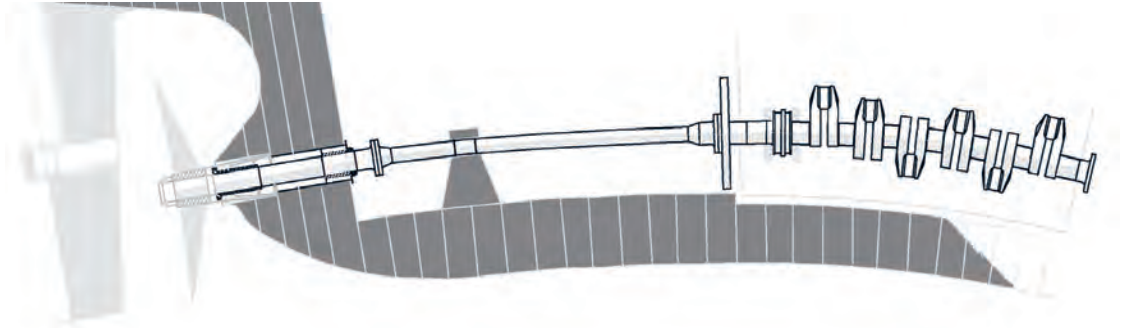


شکل ۱۳- استفاده از کوپلینگ انعطاف‌پذیر جهت اتصال جعبه دنده به محور رانش



شکل ۱۲- ساختار کوپلینگ انعطاف‌پذیر

یک عیب دیگری که در محور پروانه (محورهای طولانی) رخ می‌دهد، خمش آن محور در نتیجه بارهای بیرونی بر روی شناور مانند hogging و sagging و نیز بر اثر چینش نامتعادل بار در انبارها و مخازن پیش می‌آید. هر چند این میزان خمش همواره به وجود می‌آید ولی نباید از حدود استاندارد فراتر رود. (شکل ۱۴)


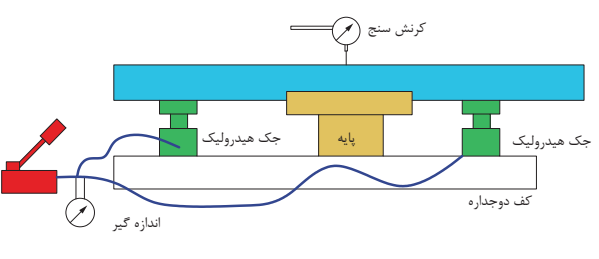


شکل ۱۴- خمش محور در اثر بارهای بیرونی که جهت درک بهتر به شکل اغراق آمیز نشان داده شده است

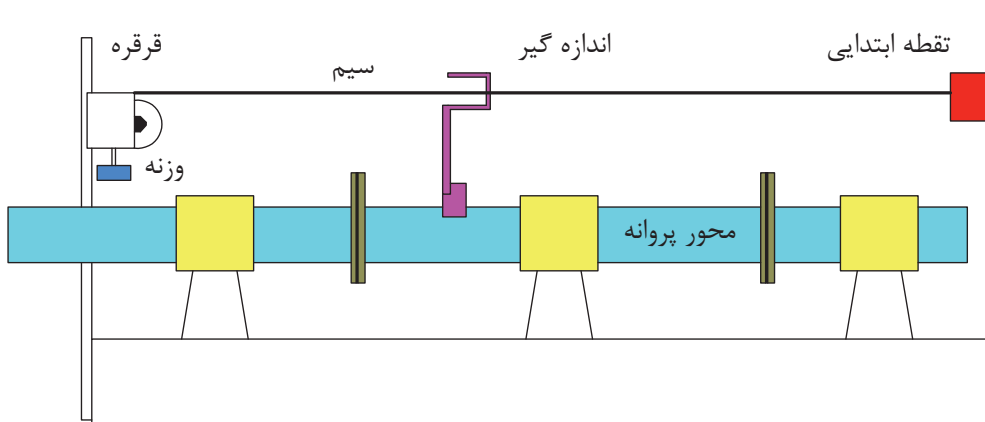
روش‌های اندازه‌گیری ناهمترایی محور پروانه: روش‌های مختلفی جهت اندازه‌گیری ناهمترایی محور پروانه وجود دارد. آنچه که در همترایی محور پروانه مدنظر قرار می‌گیرد این است که این محور، از مرکز تویی پروانه تا مرکز محور خروجی جعبه دنده دقیقاً در یک خط مستقیم قرار بگیرد. هر چند این کار در عمل به صورت ۱۰۰٪ غیر ممکن است، ولی روش‌هایی برای افزایش دقت در هنگام نصب این قطعات وجود دارد. چند روش مهم جهت این همتراسازی وجود دارد که موارد ذکر شده در جدول ۱ از جمله مهم‌ترین روش‌ها هستند:

جدول ۱- روش‌های اندازه‌گیری ناهمترایی در محور پروانه و میزان‌سازی آن

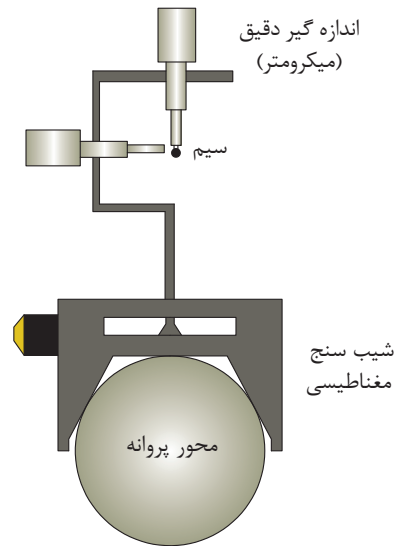
ردیف	نوع روش	نمای کلی
۱	استفاده از بند Rope method	
۲	اندازه‌گیری اعوجاجات در کوبلینگ Sag and gap method	

	<p>روش نوری (لیزر) Optical method</p>	<p>۳</p>
	<p>اندازه گیری کرنش با ابزار مناسب Strain gauge method (jacking method)</p>	<p>۴</p>

از بین روش‌های مذکور در جدول بالا، روش اول یا همترازسازی با استفاده از طناب (بند) توضیح داده می‌شود: این روش شامل یک سیم فلزی است که از یک سو و با فاصله معین از ابتدای محور پروانه به یک محل مقید گردیده و از سمت انتهایی توسط یک وزنه و از طریق یک پولی (قرقره) سفت و کشیده شده است (شکل ۱۵). یک قلاب کوچک که کف آن به سطح بالایی محور پروانه وصل است، از قسمت بالایی دارای یک حسگر الکترونیک است که به محض اینکه این حسگر به این سیم اتصال پیدا نمود، شروع به آژیرو یا ایجاد نور می‌نماید. با این کار می‌توان تغییر فاصله بین محور پروانه و نیز این نخ سفت شده و موازی در راستای افق را اندازه گرفت و با میزان انحرافات استاندارد مقایسه نمود که این انحراف چه میزان است. همچنین در زمان این اندازه‌گیری، یک شیب سنج نیز وجود دارد تا بتواند میزان انحرافی را که شناور یا محور پروانه به صورت طبیعی در راستای افقی دارد اندازه‌گیری نمود و در محاسبات، این انحرافات را در نظر گرفت. (شکل ۱۶)



شکل ۱۶- حسگر الکترونیک دقیق



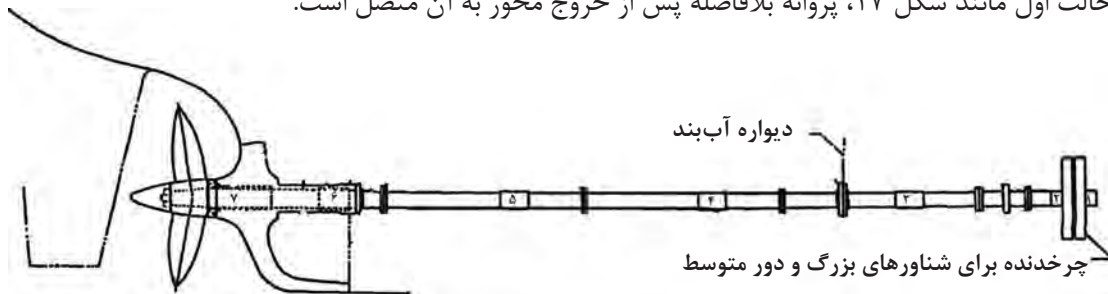
شکل ۱۵- ابزار اندازه گیری روش طناب

سایر روش‌های میزان‌سازی محور پروانه که در جدول ۱ ذکر شده است را پیدا نمایید.

تحقیق کنید

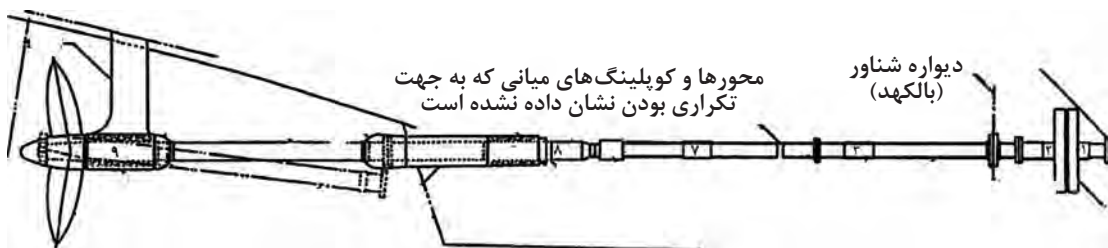


روش‌های خارج‌سازی محور پروانه از بدنه شناور: در حالت کلی دو نوع محور پروانه مستقیم وجود دارد. حالت اول مانند شکل ۱۷، پروانه بلافاصله پس از خروج محور به آن متصل است.



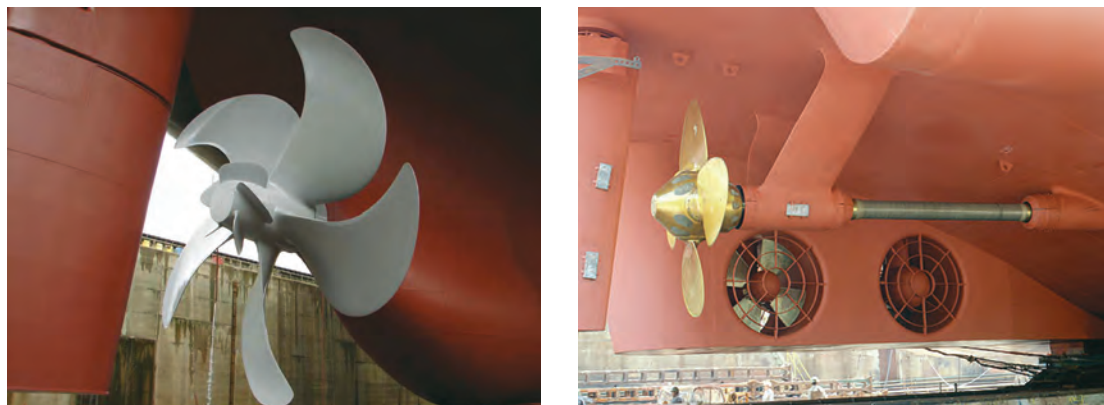
شکل ۱۷- نوع معمولی

حالت دوم مانند شکل ۱۸، ابتدا محور به اندازه کافی از بدنه شناور بیرون آمده، از یک یاتاقان تکیه گاهی دیگر عبور نموده و سپس پروانه به آن متصل می‌شود. به نوع اول، نوع معمولی و به نوع دوم نوع یاتاقان دار بیرونی (strut bearing arrangement) گفته می‌شود.



شکل ۱۸- نوع یاتاقان دار بیرونی

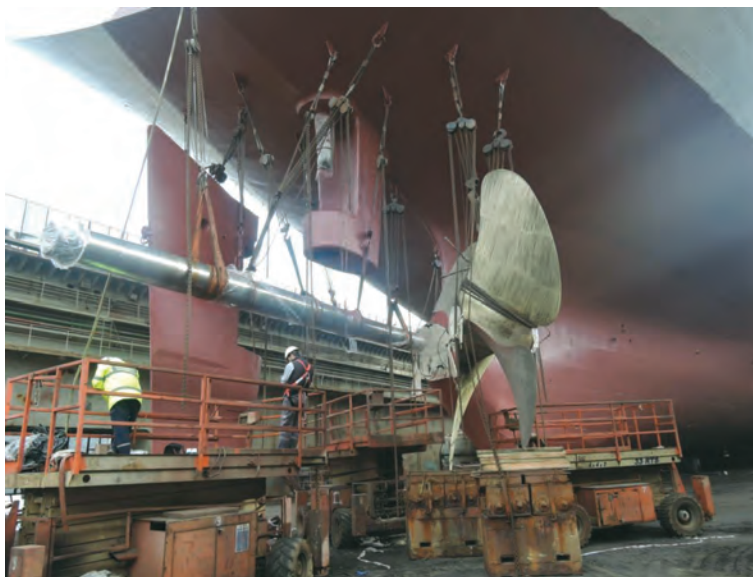
شکل ۱۹ نیز دو نمونه تصویر از این دو نوع ساختمان سامانه انتقال قدرت را نشان می‌دهد.



شکل ۱۹- دو نمونه از ساختار متفاوت پاشنه شناور و اتصال پروانه به محور

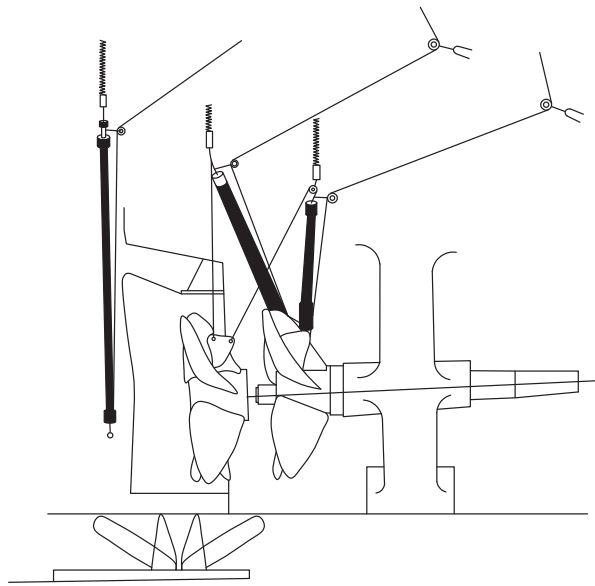
در نوع اول یا معمولی، ابتدا مهره پروانه باز شده و پروانه از محور جدا می‌شود. البته پروانه باید توسط یک جرثقیل نگهداری گردد.

سپس محور پروانه به ترتیب شماره‌های معکوس (شکل ۱۷) خارج می‌گردد. برخی مواقع در جاهایی از کنار شناور که در حین طراحی و ساخت شناور از قبل تعیین شده است، بدنه شناور سوراخ شده و محورهای دیگر از بدنه شناور خارج می‌گردند. هنگام جداسازی محورها، باید در نظر داشت که سکان شناور باید جابه‌جا گردد تا عمل بیرون آوردن محور(ها) به سهولت صورت پذیرد (شکل ۲۰). پروانه و محورها هنگام جداسازی از بدنه، از جرثقیل آویزان هستند. جرثقیل‌ها باید از قلاب‌هایی از بدنه شناور آویزان گردند که از قبل روی بدنه شناور نصب شده و برای این منظور تعیین شده اند. این نقاط در شکل ۲۰ نشان داده شده‌اند. همچنین کلیه چسب‌ها و کولپینگ‌هایی که جهت اتصال محورها به هم متصل بودند باید قبل از بیرون آمدن هر محور، به ترتیب باز گردند و محورها به‌طور کامل از هم‌دیگر جدا شوند.

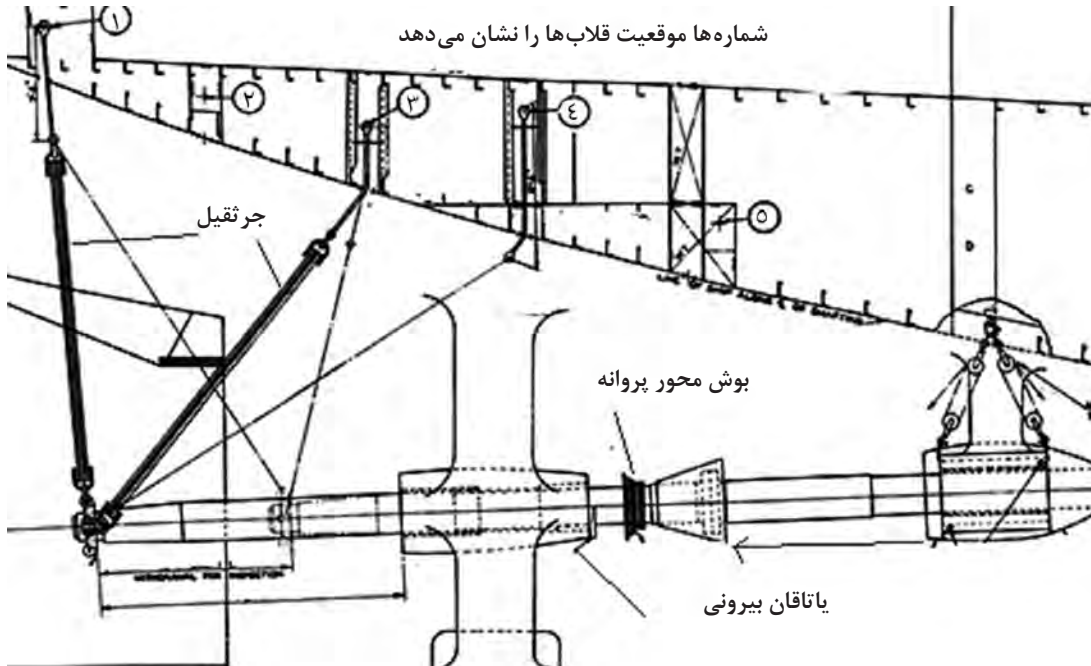


شکل ۲۰- طریقه خارج‌سازی محورهای پروانه در نوع معمولی

در نوع دوم، یعنی نوع یاتاقان دار بیرونی، به همین شکل ابتدا پروانه جدا می‌گردد (شکل ۲۱). سپس محور بین یاتاقان بیرونی و مجرای پاشنه توسط جرثقیل مقید می‌گردد. علت آن این است که پس از جداسازی محور بیرونی، به دلیل وزن زیاد این محور، روی مجرای پاشنه فشار وارد نگردد (شکل ۲۲). سپس بیرونی ترین محور که از یاتاقان بیرونی عبور کرده است، جدا می‌گردد. باید دقت داشت که کوپلینگ‌ها و اتصالات مانند نوع اول جدا گردند. همچنین جرثقیل‌ها دقیق در جاهای تعیین شده نصب گردند. پس از این کار، بترتیب شماره‌های معکوس (شکل ۱۷) سایر محورها به کمک جرثقیل خارج گردند.



شکل ۲۱- جداسازی پروانه از محور در نوع دوم



شکل ۲۲- نحوه جداسازی محورها در نوع دوم



باید در نظر داشت که در هر دو حالت، باید سامانه هیدرولیک روغن مجرای پاشنه و در صورت وجود یاتاقان‌ها را خاموش و غیر فعال نموده و در صورت ریختن روغن، محیط را تمیز نمود.

نکات ایمنی در زمان جداسازی محورها:

■ در هنگام بیرون آوردن محور پروانه، از لباس، دستکش، کلاه و کفش ایمنی استفاده نمایید (شکل ۲۳)

شکل ۲۳- استفاده از ابزار ایمنی در زمان جداسازی محور پروانه

■ هرگز در زیر سکان و پروانه و محور جدا شده و آویزان از بدنه شناور یا جرثقیل قرار نگیرید.
 ■ در هنگام بلند نمودن ابزار سنگین، دقت نمایید که جرثقیل‌ها برای این کار ساخته شده‌اند و توان بالا بردن بار را دارند. همچنین جرثقیل‌ها را فقط در آن نقاطی از شناور نصب نمایید که در هنگام طراحی و ساخت شناور و روی نقشه ساخت تعیین گشته است.

یاتاقان‌های محور پروانه: همان گونه که در شکل ۲۳ ملاحظه می‌گردد، جهت حفظ محور پروانه، لازم است از تکیه‌گاه‌های مناسب استفاده گردد که این تکیه‌گاه‌ها از نوع یاتاقان می‌باشند. شکل ۲۴ یک نمونه از این یاتاقان‌ها را نشان می‌دهد.





شکل ۲۴- یاتاقان‌های مورد استفاده جهت تکیه‌گاه محور پروانه

یاتاقان‌های مورد استفاده در سامانه انتقال قدرت، انواع مختلفی دارند که مهم‌ترین نمونه‌های آنها در جدول ۳ نشان داده شده است.

باید در نظر داشت که یاتاقان‌های مذکور در جدول ۳ خود در یک محفظه و یک تکیه‌گاه قرار می‌گیرند.

جدول ۳- انواع یاتاقان‌های مورد استفاده در سامانه انتقال قدرت

ردیف	نوع یاتاقان	خصوصیات	شکل
۱	یاتاقان‌های مسطح Plain bearing	بین قسمت گردان و قسمت ثابت آن، یک لایه نازک روغن قرار دارد که باعث لغزش قسمت گردان می‌شود.	
۲	یاتاقان‌های ساچمه‌ای (غلتکی) Roller bearing	همان‌گونه که از نامش پیداست، دارای ساچمه‌هایی است که بین قسمت لغزان و قسمت ثابت قرار دارد.	
۳	یاتاقان‌های کفشکی Tilting pad bearing	برای یاتاقان تکیه‌گاه رانشی استفاده می‌شود. همان‌گونه که مشاهده می‌شود، ساچمه و قسمت گردان آن روی یک طرف آن قرار دارد. درون استوانه نیز قسمت لغزان وجود دارد.	

اتصالات (couplings): وظیفه اصلی اتصالات، همان‌گونه که از نامش پیداست، اتصال قسمت‌های مختلف مکانیکی به یکدیگر است. مهم‌ترین استفاده از کوپلینگ در قسمت رانش شناورها، اتصال محورهای پروانه به یکدیگر است. در شکل ۲۵، چند نمونه کوپلینگ نشان داده شده است.



شکل ۲۵- چند نمونه کوپلینگ مورد استفاده جهت اتصال محورها به یکدیگر

طریقه استفاده از کوپلینگ در اتصال محور پروانه شناور نیز در شکل ۲۶ نشان داده شده است
پیچ‌های اتصالات: زمانی که با استفاده از کوپلینگ‌ها، محوره‌های پروانه بهم متصل می‌گردند، از پیچ
 مخصوص به خود استفاده می‌نماییم. در شکل ۲۶ این نوع استفاده نشان داده شده است.



شکل ۲۶- نحوه اتصال محور پروانه توسط کوپلینگ و پیچ



ساخت پروانه نیمه مغروق توسط متخصصان و کارکنان وزارت دفاع، متخصصان وزارت دفاع موفق شده‌اند این نوع سامانه را که جزو سامانه‌های مدرن جهت رانش شناور است طراحی و تولید نمایند. پروانه نیمه مغروق، نوعی پروانه است که هنگام عملکرد شناور، بخشی از آن در بالای سطح آب قرار می‌گیرد. از جمله مهم‌ترین ویژگی این سامانه، کاهش مقاومت شناور به میزان ۵۰٪ می‌باشد که خود باعث تحولی عظیم در رانش شناورها گشته است.

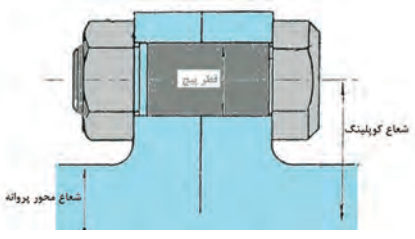
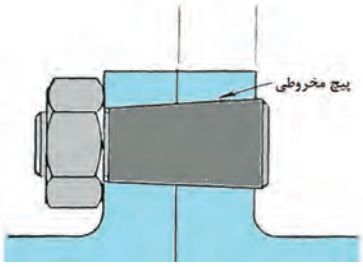
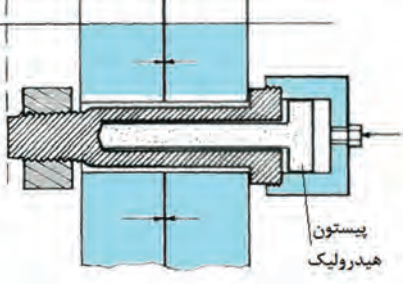
بیشترین استفاده از این شناورها، در شناورهای تندرو می‌باشد که در حال حاضر این سامانه بر روی شناورهای تندرو سازمان صنایع دفاع و نیروی دریایی ارتش جمهوری اسلامی و سپاه پاسداران انقلاب اسلامی مورد استفاده قرار می‌گیرد.

استفاده از این نوع پیچ‌ها بسته به نوع کوپلینگ و محور و اندازه آن متفاوت است و شرکت‌های سازنده معمولاً جداولی را برای انتخاب این نوع پیچ‌ها در نظر می‌گیرند که سریع‌تر انتخاب گردد. در حالت کلی سه نوع مختلف از این پیچ‌ها موجود است که در جدول ۴ نشان داده شده است.

نمادی از خودباوری

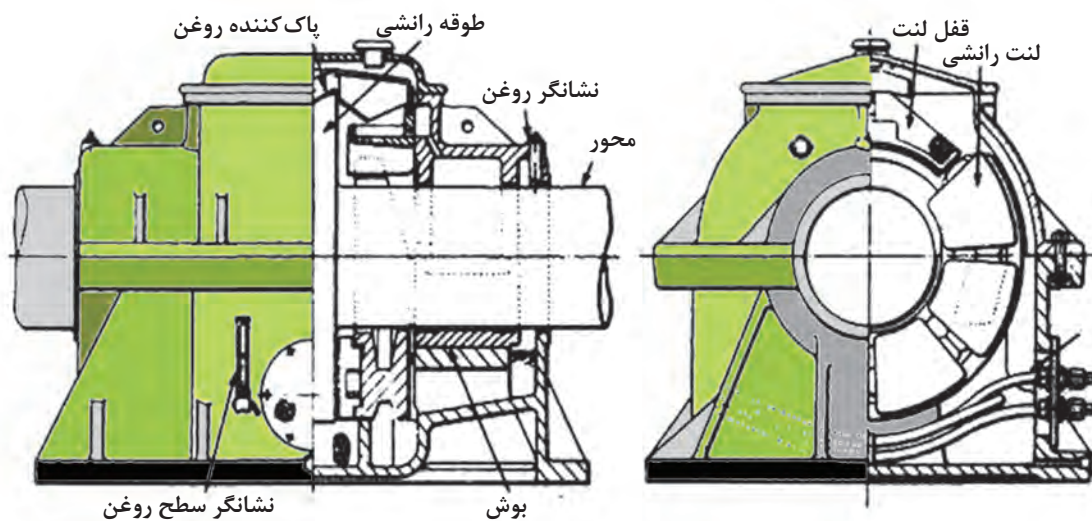


جدول ۴- انواع پیچ‌های مورد استفاده در کوپلینگ

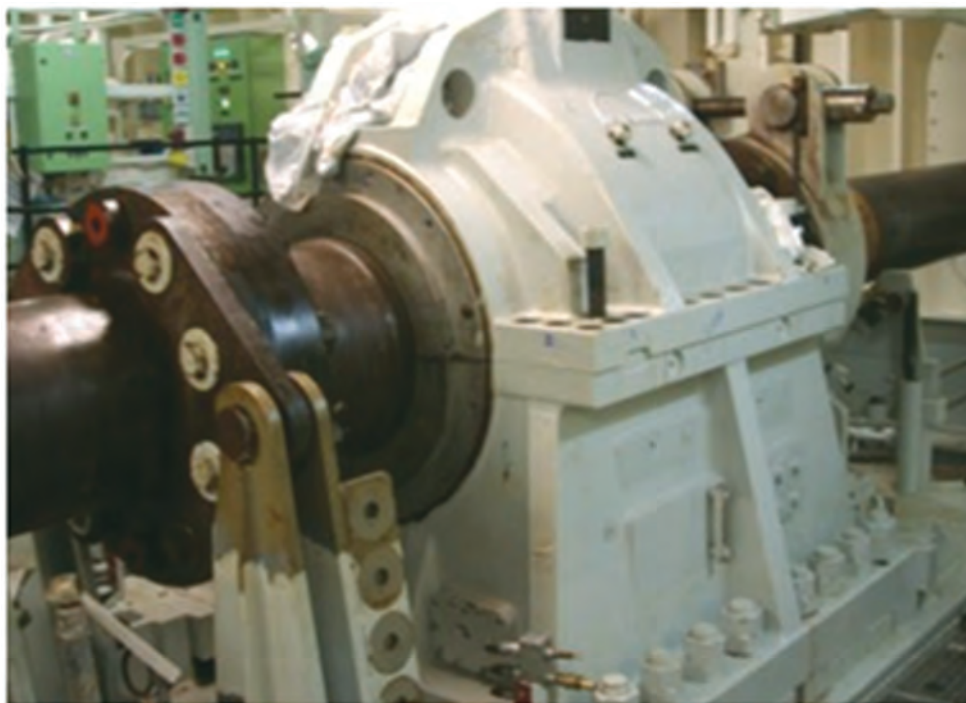
ردیف	نوع	ویژگی	شکل
۱	پیچ کوپلینگ معمولی Conventional coupling bolt	فلنج‌ها را به شکل عادی به هم متصل می‌نمایند. دارای استحکام معمولی هستند. بر اثر سایش در طول زمان خراب می‌شوند.	
۲	پیچ کوپلینگ مخروطی Tapered coupling bolt	باعث اتصال قوی‌تر می‌شوند و استحکام بیشتری دارند. به دلیل مخروطی بودن بار بیشتری تحمل می‌کنند.	
۳	پیچ کوپلینگ زوار دار هیدرولیک Pilgrim type hydraulic coupling bolt	قطر آنها با فشار روغن هیدرولیک درونشان کم و زیاد می‌شود و به خوبی با حفره‌های فلنج‌ها تنظیم می‌گردند. باعث استحکام بیشتر اتصال شده و باز و بسته کردنشان ساده‌تر می‌گردد.	

تکیه‌گاه رانشی (thrust block):

تکیه‌گاه رانشی، تکیه‌گاهی است که نیروی پیشرانش ناشی از پروانه را به بدنه شناور منتقل نموده و باعث پیشروی شناور می‌شود. از نام و وظیفه آن پیداست که این تکیه‌گاه، اهمی قوی است که دارای یک یا چند یاتاقان کفشکی بوده و این یاتاقان‌ها بر روی تکیه‌گاه‌های محکم و قوی از نظر ساختمانی و سازه‌ای در بدنه شناور قرار گرفته است. در شکل ۲، یاتاقان موضعی به‌عنوان تکیه‌گاه رانشی عمل می‌نماید. شکل ۲۷ و ۲۸ نمایانگر تکیه‌گاه رانشی که یکی ساختمان آن و دیگری تصویر یک نمونه از آن است را نشان می‌دهد.



شکل ۲۷- تکیه‌گاه رانشی و اجزای تشکیل‌دهنده آن



شکل ۲۸- تصویر یک نمونه تکیه‌گاه رانشی

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

تحقیق کنید

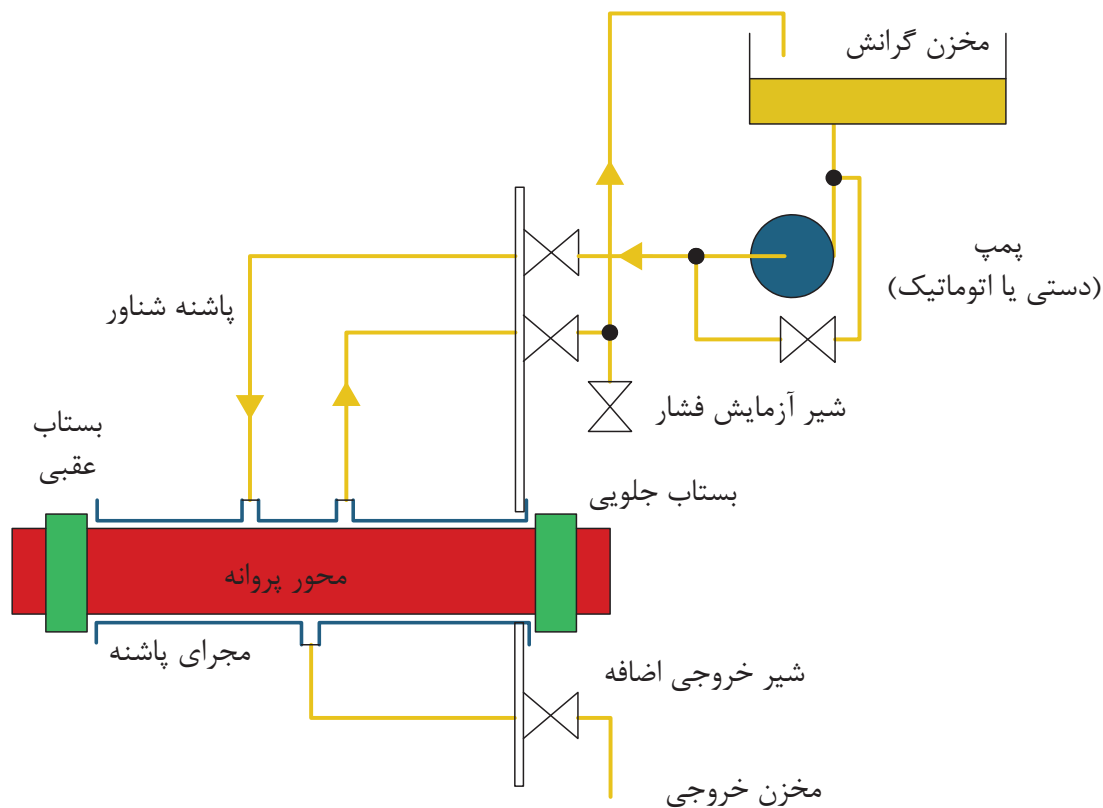


ارزشیابی مرحله‌ای

نمره	استاندارد (شاخص‌ها، داوری، نمره دهی)	نتایج	استاندارد عملکرد (کیفیت)	تکالیف عملکردی (شایستگی‌ها)	عنوان پودمان
۳	۱- توانایی بررسی محور پروانه و نحوه عملکرد آن. ۲- توانایی بررسی عیوب ایجاد شده در محور پروانه و رفع آن. ۳- توانایی بررسی نحوه عملکرد انواع یاتاقان‌ها و اتصالات. *هنرجو توانایی انجام همه شاخص‌ها را داشته باشد.	بالاتر از حد انتظار			
۲	۱- توانایی بررسی محور پروانه و نحوه عملکرد آن. ۲- توانایی بررسی عیوب ایجاد شده در محور پروانه و رفع آن. ۳- توانایی بررسی نحوه عملکرد انواع یاتاقان‌ها و اتصالات. *هنرجو توانایی انجام دو مورد از شاخص‌ها را داشته باشد.	در حد انتظار	توانایی بررسی عملکرد محور پروانه، یاتاقان‌ها و اتصالات	نگهداری و تعمیر محور پروانه، یاتاقان‌ها و اتصالات	نگهداری و تعمیر سامانه‌های انتقال قدرت
۱	۱- توانایی بررسی محور پروانه و نحوه عملکرد آن. ۲- توانایی بررسی عیوب ایجاد شده در محور پروانه و رفع آن. ۳- توانایی بررسی نحوه عملکرد انواع یاتاقان‌ها و اتصالات. *هنرجو توانایی انجام یک مورد از شاخص‌ها را داشته باشد.	پایین‌تر از حد انتظار			

مجرای پاشنه

مجرای پاشنه، وظیفه آن عبور دادن محور پروانه از گیربکس به بیرون جهت اتصال به پروانه است. مجرای پاشنه نیز علاوه بر این کار، وظیفه حفظ و نگهداری یاتاقان بیرونی را بر عهده دارد. به دلیل اینکه در این محل، محور خارج می‌گردد، احتمال نفوذ آب به بدنه کشتی از این طریق زیاد است. در نتیجه مجرای پاشنه را به گونه خاصی درست می‌کنند که آب از بیرون به بدنه نفوذ نکند. امروزه این قسمت از سامانه انتقال قدرت، به نمونه‌های مختلفی ساخته می‌شود و شرکت‌های سازنده، معمولاً طرح‌ها و تکنولوژی‌های متفاوتی را ارائه می‌نمایند. باید در نظر داشت که به دلیل اینکه قسمت پاشنه شناور و پس از خروج محور، معمولاً پروانه نصب می‌گردد، مجرای پاشنه؛ بار بسیار زیادی را تحمل می‌نماید. عدم طراحی و ساخت صحیح این بخش از سامانه انتقال قدرت، می‌تواند موجب خرابی مجرای پاشنه و حتی قسمت پاشنه شناور گردد. به همین دلیل این قسمت را با دقت خاصی می‌سازند. در شکل ۲ نیز، موقعیت مجرای پاشنه و قسمت‌های مختلف آن نشان داده شده است. این قسمت‌ها در ادامه توضیح داده خواهد شد. یکی از مهم‌ترین قسمت‌های مجرای پاشنه، سامانه روانکاری آن است که در شکل ۲۹ نشان داده شده است. هدف از استفاده از سامانه روانکاری، نه تنها کمک به لغزش و چرخش بهتر محور پروانه است، بلکه وظیفه آب بندی نیز بر عهده این سامانه است. در حقیقت این سامانه یک سامانه هیدرولیک است.



شکل ۲۹- سامانه روانکاری مجرای پاشنه

اما از سوی دیگر، سامانه روانکاری این قسمت، به دو نوع است: این دو نوع در جدول ۵ نشان داده شده است

جدول ۵- انواع سامانه‌های روانکاری مجرای پاشنه

شکل	ویژگی منفی	ویژگی مثبت	اصطلاح لاتین	ردیف
	آلوده کردن آب دریا	آب بندی کامل، ایجاد فشار بیشتر	Oil lubricated stern tube	روانکاری با روغن
	نشستی زیاد، احتمال جوش آمدن در دمای بالا	هزینه کمتر، عدم آلودگی آب دریا	Sea water lubricated stern tube	روانکاری با آب دریا

چه نوع ملاحظات زیست محیطی در زمینه طراحی و ساخت مجرای پاشنه در نظر گرفته می شود؟

تحقیق کنید



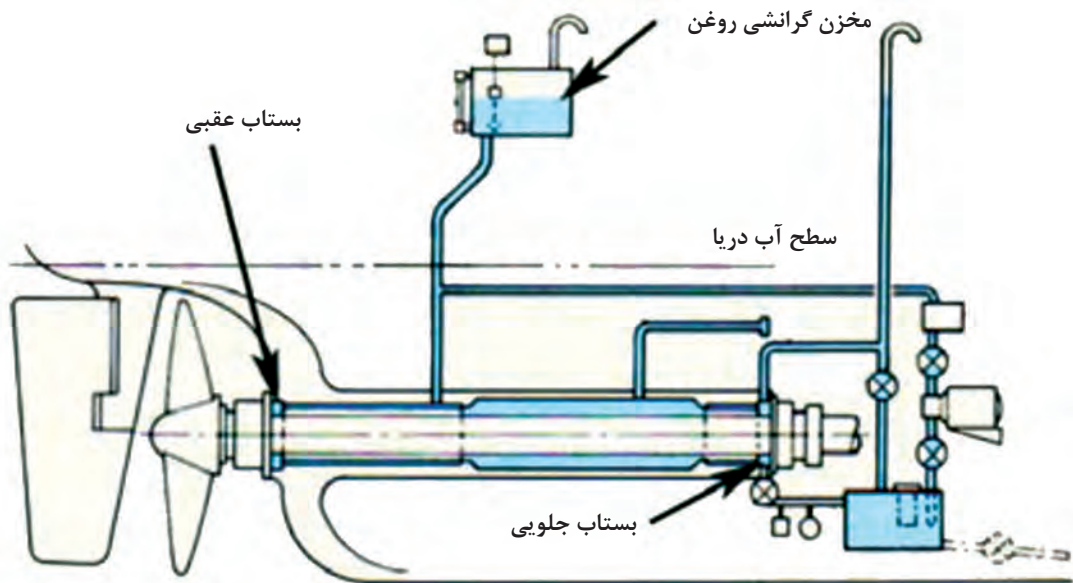
با کمک هنرآموز، مکانیزم عملکرد سامانه روانکاری را بیاموزید.

کار در کلاس



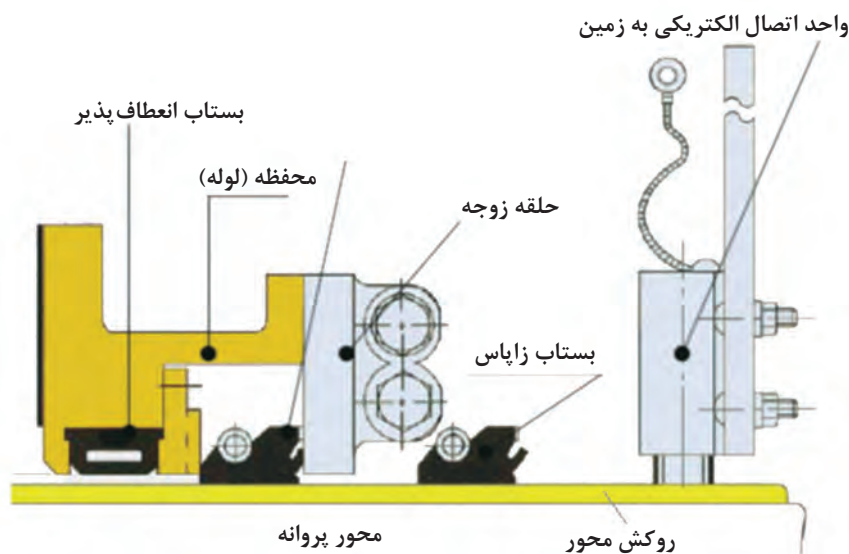
ساختمان مجرای پاشنه: همان گونه که در شکل ۲۹ و ۳۰ ملاحظه می گردد، مجرای پاشنه شامل دو قسمت آب بند (جلویی و عقبی) برای جلوگیری از نفوذ آب دریا به شناور و نیز نشت روغن یا آب می باشد. مخزن بستاب روغن در مکانی با ارتفاع بالاتر از سطح دریا قرار می گیرد تا فشار آن در قسمت محور پاشنه بیشتر از فشار آب دریا گردد و مانع از نفوذ آب دریا به داخل شناور گردد. البته فشار روغن می تواند با استفاده از تجهیزات و ضمایمی تنظیم گردد که در شکل می بینید. قسمت بستاب جلویی نیز دارای یک سری بخش ها، واشرها و فلنج هایی است که روغن آب بندی، در حالت عادی از آن خارج نمی گردد. در صورتی که قرار باشد

فشار روغن در این محل زیاد گردد، قبل از اینکه از اینک از درز بین لوله، فلنچها و محور پروانه به درون ساختمان کشتی بریزد، از قسمت پایین به مخزن می‌ریزد. همچنین یک لوله تنظیم فشار در قسمت بستاب جلویی، عمل حفظ فشار را تا حد استاندارد بر عهده دارد. در سامانه مجرای پاشنه، اجزای زیادی جهت انجام مأموریت وجود دارند که در شکل ۳۱ دیده می‌شود. باید در نظر داشت که هنگام چرخش پروانه، روغن روانکاری که عمل بستاب را نیز تکمیل می‌نماید، با پمپ‌های اتوماتیک، شروع به جریان یافتن در محفظه مجرای پاشنه می‌کند. این کار باعث روانکاری و پویا ماندن سامانه آب‌بندی می‌گردد.



شکل ۳۰- مجرای پاشنه و سامانه روانکاری

اجزای مختلف مجرای پاشنه: در شکل ۳۱ اجزای مختلف یک نمونه مجرای پاشنه نشان داده شده است. جهت درک بهتر، سامانه روانکاری برداشته شده است تا پیچیدگی تصویری به وجود نیاید. همچنین نما به شکل بریده شده از بغل است.



شکل ۳۱- اجزای مختلف مجرای پاشنه

حال به توضیح این قسمت‌ها پرداخته می‌گردد:

۱ حلقه زوجه: سطح آب‌بندی را در ناحیه‌ای ایجاد می‌نماید که حلقه آب‌بند در مواجهه با آن است. جهت سهولت در نگهداری، این حلقه از حلقه آب‌بند اصلی مجزا است تا بتوان آن را در صورت لزوم تعویض نمود و حلقه اصلی را بدون نیاز به تعویض ماشین‌کاری نمود.

۲ حلقه بستاب (آب‌بند اصلی) از نوعی لاستیک ساخته شده که در برابر سایش مقاومت زیادی دارد. این حلقه با فنر به محور پروانه چسبیده است. این حلقه در حالی که با محور پروانه می‌چرخد، از سمت جلو به حلقه زوجه چسبیده است. در نتیجه این حلقه باعث ساییدگی محور پروانه نمی‌شود.

۳ قسمت بستاب بالشتکی از دو طرف به محفظه بستاب متصل است. زمانی که حلقه زوجه باز می‌شود، این قسمت آب‌بند با هوا باد شده و مانع نفوذ آب دریا به بدنه کشتی می‌شود. این قسمت زمانی استفاده می‌گردد که بخواهیم حلقه اصلی را تعویض نماییم. لازم به ذکر است که این قسمت بستاب در زمانی که محور پروانه در حال کار کردن است، هیچ‌گاه مورد استفاده قرار نمی‌گیرد.

۴ سامانه اتصال الکتریکی به زمین که وظیفه آن خنثی‌سازی الکتریکی است، در زمانی که بار الکتریکی بشکل ناخواسته اتصال می‌نماید.

شکل ۳۲ نیز یک تصویر کلی از قسمت داخلی مجرای پاشنه نشان داده شده است که شامل قسمت‌های مربوط به خود است و شامل اجزای نشان داده شده در شکل ۳۲ است.



شکل ۳۲- تصویری از اجزای مربوط به مجرای پاشنه



با کمک هنرآموز، اصطلاحات لاتین جدول زیر را بیابید

اصطلاح لاتین	اصطلاح فارسی	ردیف
	بستاب (حلقه آب بند) زاپاس (یدکی)	۱
	حلقه زوجه	۲
	حلقه بستاب (آب بند)	۳
	محفظه (لوله)	۴
	بستاب انعطاف پذیر (بالشتکی)	۵
	واحد اتصال الکتریکی به زمین	۶
	محفظه آب بند	۷

روش های بازرسی و نگهداری مجرای پاشنه:

شرکت های سازنده این قسمت از سامانه انتقال قدرت، دستورالعمل هایی را جهت بازرسی و نگهداری مجرای پاشنه تدارک دیده اند. با این وجود، معمولاً سه نوع بازرسی برای مجرای پاشنه مدنظر قرار می گیرد: بازرسی های روزانه، بازرسی های هفتگی و بازرسی های سالانه. بازرسی های روزانه و هفتگی را به عنوان بازرسی های کوتاه مدت می شناسند. بازرسی های سالانه نیز به عنوان بازرسی های بلند مدت شناخته می شوند. از جمله مهم ترین بازرسی های کوتاه مدت در جدول ۶ آمده است.

جدول ۶- بازرسی های کوتاه مدت

نوع بازرسی	بازه زمانی	نگهداری و تعمیر
اتصالات و قسمت های آب بند	هر روز	میزان نشستی آب یا روغن را چک نمایید. در صورت وجود جهت رفع آن اقدام نمایید.
فشار آب تغذیه، در صورتی که با پمپ کار می کند	هر روز	میزان فشار استاندارد چک گردد. معمولاً این فشار ۲ تا ۶ psi بیشتر از فشار آب در مرکز محور است.
فیلتر آب دریا، برای سامانه روانکاری شده با آب دریا	هر هفته	در صورتی که فیلتر خیلی کثیف شده باشد تعویض گردد.
ناخالصی و گرد و خاک	هر هفته	گرد و خاک در قسمت های لغزان پاک سازی و برطرف گردد.

جدول ۷ نیز بازرسی‌های سالانه یا بلند مدت را بیان می‌کند:

جدول ۷- بازرسی‌های بلندمدت

وضعیت بازرسی	نوع بازرسی
وضعیت تغییر شکل و نیز میزان سایش آن بررسی شود	بازرسی حلقه‌های بستاب در زمان اورهال
آشغال‌های موجود در شیارها می‌توانند حین کارکرد محور پروانه و زمان سرویس‌دهی شناور باعث ایجاد حرارت و نیز سایش گردند.	بازرسی شیارهای بستاب و فنرهای بیرونی حلقه‌ها (در صورت وجود) همچنین پشت این اجزا نیز چک شود تا از نبود آشغال مطمئن شد.
در صورتیکه لایه بیرونی حلقه زوجه بیش از حد سایش داشت، باید ماشین‌کاری گردد.	بازدید و بررسی وضعیت حلقه زوجه
در صورتی که سطح بیرونی رنگ‌آمیزی شده باشد، باید مجدداً آن را رنگ نمود.	بررسی وضعیت سطح بیرونی محور پروانه در آن موقعیت

عیب یابی و رفع عیب در مجرای پاشنه: مجرای پاشنه نیز مانند هر قسمت دیگری از سامانه انتقال قدرت مثل جعبه دنده یا محور پروانه، نیاز به عیب‌یابی دارد. مهم‌ترین علایمی که می‌توان عیب سامانه را پی برد، در جدول ۸ آمده است.

جدول ۸- عیب‌یابی و رفع عیب در مجرای پاشنه

ردیف	موضوع	نوع عیب	علت	روش رفع
۱	درجه حرارت مدار (Liner)	بسیار داغ می‌شود، حین تماس با دست می‌سوزد، بوی سوختن لاستیک می‌آید	فشار بسیار بالای مایع (آب یا روغن)	تنظیم فشار با شیرهای فشارشکن و...
			حلقه بادکنکی بستاب ورم کرده است.	حلقه را از هوا خالی کنید.
			طناب یا بند ماهی‌گیری در پروانه‌گیر کرده است.	طناب یا بند از پروانه جدا شود.
			حلقه‌های آب‌بند صحیح نصب نشده‌اند.	شبکه را باز نموده، قسمتی که حلقه قرار می‌گیرد را گریس‌کاری نمایید و مجدداً شبکه را ببندید

چیزی بین حلقه آب‌بند و شبکه (liner) گیر کرده است.	سامانه را باز نموده و عمل تمیزکاری و پاکسازی صورت گیرد.	نشستی آب بسیار زیاد است (بیش از ۱۰ گالن در روز)	میزان آب نشستی	۲
حلقه آب‌بند اعوجاج پیدا کرده است.	آب گرم روی حلقه ریخته شود.			
حلقه آب‌بند خراب شده است	حلقه آب‌بند را تعویض نمایید.			
آستری (روکش محور) خراب شده است (خراشیده یا پوسیده شده).	این قسمت آستری ماشین‌کاری و صاف‌کاری گردد.	بین حلقه آب‌بند و روکش محور هیچ نشستی وجود ندارد.		
حلقه آب‌بند در اثر دمای پایین سفت شده است.	آب گرم روی حلقه بریزید.			
بین حلقه آب‌بند و محور چیزی گیر کرده است.	سامانه را باز نموده، حلقه را درآورده و عمل پاک‌سازی صورت گیرد.			
چسب لاستیکی خراب شده است.	حلقه را با یک نمونه نو تعویض نمایید.	سامانه بسیار داغ است که نمی‌توان آن را لمس نمود.	فشار آب تغذیه	۳
به ردیف ۱ رجوع شود	به ردیف ۱ رجوع شود، تمیزکاری داخل جعبه سامانه آب‌بند			
یاتاقان محور پاشنه خراب شده است.	تعویض و یا تعمیر آن	نشستی بسیار زیاد آب		
زمانی که محور پروانه می‌چرخد، این حلقه باد می‌کند.	در سریع‌ترین زمان ممکن، حلقه تعویض گردد. بشکل عملی، این کار در زمان تعمیر شناور در خشکی انجام می‌گیرد. ولی در صورت اضطراری بودن باید با باز نمودن تویی پاشنه این کار را انجام داد.	حلقه آب‌بند باد نمی‌شود و آب نشست می‌کند.... حلقه آب‌بند باد می‌کند ولی آب دریا نشست می‌کند.	حلقه آب‌بند (بستاب) بالشتکی	۴
فشار ناکافی هوا	فشار هوا افزایش یابد.			
شیر تغذیه آب اصلی باز است.	شیر را ببندید.			



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

ارزشیابی مرحله‌ای

نمره	استاندارد (شاخص‌ها، داوری، نمره دهی)	نتایج	استاندارد عملکرد (کیفیت)	تکالیف عملکردی (شایستگی‌ها)	عنوان پودمان
۳	۱- توانایی بررسی عملکرد مجرای پاشنه ۲- توانایی بررسی اجزای مجرای پاشنه و تعمیر و نگهداری آن ۳- عیوب ایجاد شده در مجرای پاشنه را یافته و آنها را رفع عیب نماید. *هنرجو توانایی انجام همه شاخص‌ها را داشته باشد.	بالاتر از حد انتظار			
۲	۱- توانایی بررسی عملکرد مجرای پاشنه ۲- توانایی بررسی اجزای مجرای پاشنه و تعمیر و نگهداری آن ۳- عیوب ایجاد شده در مجرای پاشنه را یافته و آنها را رفع عیب نماید. *هنرجو توانایی انجام دو مورد از شاخص‌ها را داشته باشد.	در حد انتظار	توانایی بررسی عملکرد مجرای پاشنه، شناسایی اجزا و تعمیر و نگهداری آن	تعمیر و نگهداری مجرای پاشنه و شناسایی اجزای آن	نگهداری و تعمیر سامانه‌های انتقال قدرت
۱	۱- توانایی بررسی عملکرد مجرای پاشنه ۲- توانایی بررسی اجزای مجرای پاشنه و تعمیر و نگهداری آن ۳- عیوب ایجاد شده در مجرای پاشنه را یافته و آنها را رفع عیب نماید. *هنرجو توانایی انجام یک مورد از شاخص‌ها را داشته باشد.	پایین‌تر از حد انتظار			
					نمره مستمر از ۵
					نمره شایستگی پودمان از ۳
					نمره پودمان از ۲۰

ارزشیابی: نگهداری و تعمیر سامانه‌های انتقال قدرت

۱- شرح کار:

- جعبه دنده، شناسایی اجزا و روش‌های تعمیر و نگهداری آن
- آشنایی با محور پروانه و اجزای آن
- مجرای پاشنه، شناسایی اجزا، تعمیر و نگهداری

۲- **استاندارد عملکرد:** هنرجو بتواند جعبه دنده را شناسایی کند. محور انتقال قدرت و یاتاقان‌ها را بررسی نماید و همچنین مجرای پاشنه را بازرسی و تعمیر و نگهداری کند.

شاخص‌ها:

- شناسایی انواع جعبه‌دنده
- شناسایی مجرای پاشنه و توانایی بازرسی آن

۳- شرایط انجام کار، ابزار و تجهیزات:

شرایط و ابزار و تجهیزات: کارگاه مکانیک موتورهای دریایی، و مراجعه به کارخانه‌های تعمیر و نگهداری شناور

۴- معیار شایستگی:

ردیف	مرحله کار	حداقل نمره قبولی از ۳	نمره هنرجو
۱	جعبه دنده، شناسایی اجزا و روش‌های تعمیر و نگهداری	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 غیر فنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست‌محیطی، و...		
	۱- استفاده از لباس مناسب کار در کارگاه ۲- استفاده صحیح و مناسب از ابزار و تجهیزات کارگاه ۳- رعایت نکات ایمنی دستگاه‌ها، ۴- دقت و تمرکز در اجرای کار، ۵- شایستگی تفکر و یادگیری مادام‌العمر،		
	میانگین نمرات		
			*

* حداقل میانگین نمرات هنرجو برای قبولی و کسب شایستگی ۳ است.