

فصل اول

ساخت کشتی



شکل بالا یک کشتی سازی سطح اول جهان را نشان می دهد و در عمل نشان دهنده این است که یک کشتی اقیانوس پیما را می توان به صورت تکه تکه ساخت و در نهایت به هم جوش داد. یکی از اهداف این فصل آشنایی هنرجویان با ضرورت و اهمیت کشتی سازی و دلایل ساخت کشتی های متفاوت آشنا می باشد.

کل ساعت ۶۰ ساعت

ساعت نظری ۲۰ ساعت

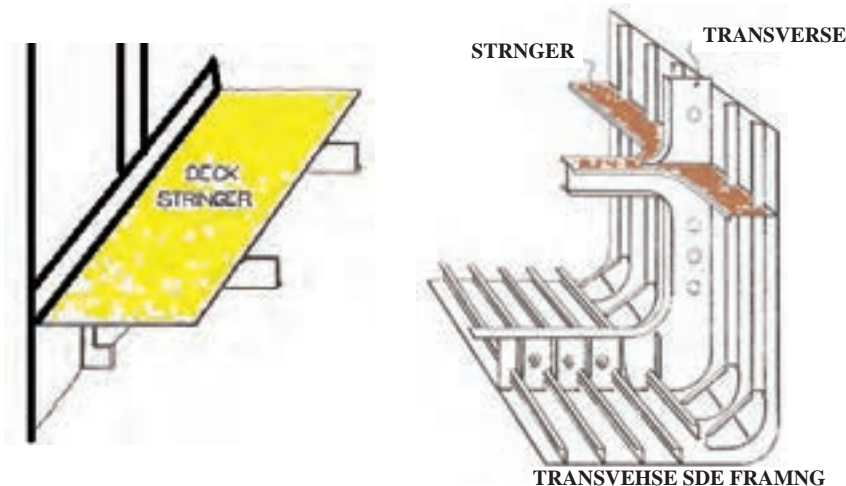
ساعت عملی ۴۰ ساعت

سؤالات پیشنهادی

- چه عواملی در ساخت یک کشتی دخالت دارند؟
- اجزای تشکیل دهنده ساختمان یک کشتی کدامند و هر کدام چه ویژگی‌هایی دارند؟
- چه کسانی از ابتدای ساخت کشتی تا به آب اندازی آن درگیر هستند؟
- الزامات قانونی در ساخت کشتی شامل چه مواردی است؟
- اسامی برخی از مکان‌ها در کشتی چیست؟

هدف کلی

برای ما بسیار مهم است که هنرآموز هدف از ساخت کشتی را بداند یعنی آگاه شود که امروزه بیش از ۹۰ درصد از حمل و نقل جهان بر دوش حمل و نقل دریایی می‌باشد و با انواع کشتی از نقطه نظر ساختمان آن آشنا شود، پس دانستن کاربری کشتی‌ها، اهمیت بنادر قابل تردد و بازارهای موجود بسیار برای آنها مفید می‌باشد. هنرآموز گرامی در این فصل به واژگانی برخورد می‌کنید که معادل فارسی برای آن انتخاب گردیده که بسیار کار شایسته‌ای است و دانستن واژگان فارسی برای هنرجو مهم می‌باشد، اما از آنجا که این رشته جزو رشته‌های بین‌المللی است و احتمال کار با پرسنل خارجی اصلاً دور از ذهن نمی‌باشد، لذا استفاده از اصطلاحات انگلیسی که باعث نقش‌بندی آن در ذهن هنرجویان می‌شود بسیار توصیه می‌گردد. به‌طور نمونه می‌توان به Stringer (محکم کننده عرضی) اشاره نمود:



انواع کشتی از نقطه نظر ساختمانی به گروه‌های کلی زیر تقسیم می‌شوند:

الف) کشتی حمل مواد خشک Dry Cargo Ship

۱- کشتی فله بر Bulk Carrier: کالا یا بار فله‌ای معمولاً به کالای بدون بسته‌بندی و کاملاً باز گفته می‌شود که می‌تواند با استفاده از تجهیزات ویژه، به آسانی و سریع در کشتی‌های فله‌بر بارگیری شود و یا از آنها تخلیه شود. تجهیزات زیادی برای تخلیه و بارگیری کالای فله وجود دارد که به‌طور گسترده در بنادر استفاده می‌شوند. مانند پمپ‌ها، تسمه‌های نقاله، مکنده‌ها و... این گونه کشتی‌ها از میانه‌های سده نوزدهم آغاز به رفت و آمد در آب‌ها کردند. امروزه کشتی‌های فله بر یک سوم ناوگان تجاری کشتی‌های جهان را تشکیل می‌دهند. قسمت موتورخانه و محل زیست سرنشینان در قسمت انتهای کشتی یعنی پاشنه واقع شده و به‌منظور حفظ تعادل کشتی یک مخزن آب اضافی در قسمت جلو یعنی سینه ساخته شده است. زمانی که کشتی خالی می‌باشد این مخزن از آب پر می‌گردد. به منظور جلوگیری از صدمات احتمالی و برقراری تعادل کامل در مواقعی که کشتی بدون بار و خالی دریانوردی می‌نماید مخازنی نیز در گوشه‌ها و کف انبارها تعبیه گردیده که در چنین حالتی پر از آب می‌شود. ویژگی بارز حمل و نقل کالای فله، هزینه بسیار پایینی است که از طریق اقتصاد مقیاس حاصل می‌شود. به علت ویژگی‌های فیزیکی کالای فله، کشتی‌های فله بر می‌توانند خیلی بزرگ ساخته شوند. منظور از ساخت این گونه کشتی‌ها جلوگیری از هزینه‌های زیاد مربوط به انجام خدمات بندری و بسته‌بندی کالاها و همچنین استفاده از فضای بیشتر داخلی کشتی می‌باشد. عرشه این نوع کشتی مسطح است و در سرتاسر آن درهای ضد آب دیده می‌شود که محموله را در مقابل نشت آب حفاظت می‌کند و این مهم بسیار در کشتی فله بر واجب می‌باشد. برخی از انواع این کشتی دارای جرثقیل نیز هستند که در هنگام تخلیه و بارگیری استفاده می‌شوند. اندازه این کشتی‌ها بر حسب نوع محموله و منطقه‌ای که از آنها استفاده می‌شود متفاوت است. کشتی‌های حمل کالای فله خشک به لحاظ ظرفیت بارگیری به ۴ دسته زیر تقسیم می‌شوند:

الف) کشتی‌های (HANDY SIZE) با ظرفیت بارگیری ۱۰۰۰۰ تا ۳۵۰۰۰ تن
 ب) کشتی‌های (HANDY MAX) با ظرفیت بارگیری ۳۵۰۰۰ تا ۵۰۰۰۰ تن
 ج) کشتی‌های (PANAMAX) دارای ظرفیت بارگیری حداکثر تناژ تعریف شده می‌باشند، زیرا سایز این کشتی‌ها عبارت است از حداکثر اندازه‌ای که قادر است از کانال پاناما عبور نماید.

د) کشتی‌های (CAPE SIZE) این کشتی‌ها، به دلیل بزرگی بیش از حد، قادر به

عبور از کانال پاناما نبوده و برای گذر از اقیانوس اطلس به اقیانوس آرام مجبور هستند از دماغه هورن در جنوب کشور شیلی عبور کنند؛ کالای غالبی که این کشتی‌ها حمل می‌نمایند زغال سنگ یا سنگ آهن می‌باشد.

کشتی‌های حمل کالای فله خشک به لحاظ ساختمان و موارد استفاده به دو گروه تقسیم می‌شوند:

الف) کشتی‌های فله بر مخصوص (Special Bulk Carrier): طراحی این نوع کشتی‌ها به نحوی است که تنها می‌توانند یک یا دو نوع محموله را حمل نمایند؛ مانند کشتی‌های ویژه حمل شکر یا گندم یا سنگ‌های معدنی. این نوع کشتی‌ها در اشکال مختلف مطابق سلیقه کشورهای مختلف ساخته شده‌اند. اکثر آنها دارای یک نقص مشترک هستند که این گونه کشتی‌ها پس از تخلیه بار هنگام مراجعت با انبارهای خالی در حفظ تعادل خود دچار مشکل بوده‌اند.

ب) کشتی‌های فله بر OBO: این نوع کشتی‌ها در ظرفیت‌های متفاوتی تا ۲۵۰۰۰ تن ساخته شدند و مشخصات ظاهری آنها آمیزه‌ای است از شکل کشتی‌های فله بر با لوله‌های متعدد نفت و هواکش‌های ویژه مخازن بر روی عرشه. این کشتی‌ها می‌توانند در عین حال چند محموله متفاوت را حمل کنند، و به‌خاطر آن ساخته شده‌اند که در سفر برگشت بدون بار نباشند. این نوع کشتی ضمن اینکه نفت و سنگ معدنی حمل می‌کنند می‌توانند انواع مختلف محمولات فله مایع را نیز حمل کنند.

قسمت موتورخانه و محل زیست سرنشینان در قسمت انتهایی کشتی یعنی پاشنه واقع شده و به منظور حفظ تعادل کشتی یک مخزن آب اضافی در قسمت جلو یعنی سینه ساخته شده است. زمانی که کشتی خالی می‌باشد این مخزن از آب پر می‌گردد. به‌منظور جلوگیری از صدمات احتمالی و برقراری تعادل کامل در مواقعی که کشتی بدون بار و خالی دریانوردی می‌نماید مخازنی نیز در گوشه‌ها و کف انبارها تعبیه گردیده که در چنین حالتی پر از آب می‌شود.

این کشتی‌ها محموله‌های نظیر زغال سنگ، سنگ آهن، سنگ‌های معدنی، کاکائو، گندم، جو و سایر غلات، کود شیمیایی، خوراک دام، آهن قراضه و سایر محموله‌های خشک را حمل می‌کنند.



۲- کشتی کانتینربر Container vessel: این کشتی‌ها برای حمل انواع محمولات با بسته‌بندی کانتینر ساخته شده‌اند، سهولت بارگیری و حمل کانتینرها امتیاز مهمی به حساب می‌آید. کانتینر محفظه‌ای است فولادی یا آلومینیومی که جهت حمل محمولات مختلف به شکل استاندارد شده به کار گرفته می‌شود. امروزه کانتینر توانسته است هم به جهت سهولت حمل و نقل و هم به جهت محافظت کالا و هم به لحاظ اقتصادی انقلابی در روش‌های حمل و نقل کالا ایجاد نماید. این مزایا به ویژه در حمل یکسره چشمگیرتر است. در حمل یکسره شرکت حمل‌کننده محموله را از فرستنده در مبدأ (کارخانه یا انبار) تحویل گرفته و در مقصد به گیرنده کالا تحویل می‌دهد. این روش اصطلاحاً Door to Door نامیده می‌شود. از امتیازات دیگر کانتینر آن است که می‌توان آن را با هریک از وسائط نقلیه اعم از کشتی، کامیون یا راه‌آهن و حتی هواپیما حمل نمود. در حمل بار به طریق سنتی، محموله به دفعات دست به دست می‌شود و در هر یک از این مراحل امکان معطلی و تأخیر و خسارت اجتناب‌ناپذیر است. در حالی که در حمل یکسره با کانتینر این عوارض بسیار تقلیل یافته و ناچیز است. کانتینرها در دو اندازه استاندارد ISO هستند. دسته اول کانتینرهای ۲۰ فوتی هستند که واحد آنها اصطلاحاً TEU (Twenty Equivalent Unit) نامیده می‌شود و دسته دوم کانتینرهای ۴۰ فوتی که واحد آنها FEU (Forty Equivalent Unit) است. کانتینرها از لحاظ کاربرد نیز انواع مختلف دارد که اهم آنها کانتینر مخصوص حمل کالاهای بسته‌بندی شده سبک و سنگین، کانتینر یخچالی برای محمولات فاسدشدنی، کانتینر روباز که از سقف نیز قابلیت بارگیری و تخلیه دارد و کانتینر ویژه کالاهای فله می‌باشد. معمولاً کانتینر پس از تخلیه، برای بارگیری مجدد مورد استفاده قرار می‌گیرد ولی در صورت عدم استفاده به‌صورت خالی به مبدأ برگشت داده می‌شود.

تعداد زیادی از کشتی‌ها قابلیت حمل کانتینر را نیز دارند، لیکن وقتی از کشتی کانتینربر نام می‌بریم، منظورمان کشتی‌هایی است که صرفاً به کار حمل کانتینر پرداخته و شکل و ساخت انبارهای آنها به‌صورت کامل سلول‌بندی شده باشد. تمام خطوط مهم کشتیرانی از کشتی‌های کانتینری در خطوط منظم حمل کانتینر استفاده می‌کنند.

ساختمان این کشتی‌ها مانند جعبه‌ای باز است که کانتینرها در آن به ردیف‌ها و ستون‌های منظم چیده می‌شوند. انبارهای این کشتی‌ها دارای تسمه‌های فولادی عمودی هستند که کانتینرها را در میان این تسمه‌ها (cell guide) از پایین به بالا می‌چینند. این تسمه‌ها علاوه بر اینکه از حرکت‌های انحرافی کانتینرها موقع بالا و پایین رفتن جلوگیری می‌کنند، در موقعی که کانتینر در جای خود قرار گرفت نیز آن را از طرفین در جای خود ثابت نگه می‌دارند. درهای انبارهای این کشتی‌ها نیز به اندازه

کافی تقویت شده‌اند تا توانایی بارگیری بر روی آنها وجود داشته باشد. در کشتی‌های مدرن کانتینری دیگر حتی انبار به شکل مجزا وجود ندارد و کل فضای بارگیری یکپارچه است، که این امر باعث سرعت بیشتر در زمان تخلیه و بارگیری می‌شود. در حال حاضر کشتی‌های کانتینربر به ۶ گروه مجزا تقسیم می‌شوند:

الف) کشتی‌های تغذیه‌کننده (FEEDER) با ظرفیت بارگیری ۱۰۰ تا ۵۰۰ TEU
 ب) کشتی‌های (FEEDER MAX) با ظرفیت بارگیری ۵۰۰ تا ۱۰۰۰ TEU
 ج) کشتی‌های (HANDY) با ظرفیت بارگیری ۱۰۰۰ تا ۲۰۰۰ TEU
 د) کشتی‌های (SUB PANAMAX) با ظرفیت بارگیری ۲۰۰۰ تا ۳۰۰۰ TEU
 هـ) کشتی‌های (PANAMAX) با ظرفیت بارگیری حداقل ۳۰۰۰ TEU
 و) کشتی‌های (POST PANAMAX) با ظرفیت بارگیری بیش از ۴۰۰۰ TEU



۳- کشتی رو رو Ro-Ro: این نوع کشتی‌ها برای محموله‌های چرخ‌دار (مانند ماشین، اتوبوس، کامیون) استفاده می‌شوند که برای بارگیری آنها به کشتی نیازی به جرثقیل یا وسیله دیگری نیست. یک امکان دیگر در این نوع کشتی‌ها این است که تریلی‌هایی که خود حاوی محموله‌های دیگری هستند نیز می‌توانند برای طی قسمتی از مسیر از این کشتی‌ها استفاده کنند و این نوع کشتی‌ها قابلیت حمل مسافر را نیز دارند.

این کشتی‌ها مجهز به سکوی مخصوص در قسمت جلو یا عقب یا پهلو به نام RAMP بوده و برای حمل وسایل نقلیه (حامل بار یا مسافر) مورد استفاده قرار می‌گیرند؛ این کشتی‌ها دارای طبقات مختلف و متحرک هستند تا از فضای آن حداکثر استفاده به عمل آید و وسایل نقلیه می‌توانند به طور مستقیم به این کشتی‌ها وارد و یا از آن خارج شوند. کالاهایی که کشتی‌های رو رو حمل می‌کنند عبارت‌اند از:

محمولاتی که مستقلاً می‌توانند بارگیری و تخلیه شوند مانند کانتینرهای مستقر

بر روی تریلر، خودروهای سبک و سنگین نظیر اتومبیل سواری، وانت، کامیون، اتوبوس، محمولاتی که با استفاده از تجهیزات ویژه جابه‌جا می‌شوند مانند کانتینر، کالاهای سنگین وزن و کالاهای پالت شد و مسافرانی که معمولاً با اتومبیل خود سفر می‌کنند. به این ترتیب این نوع کشتی‌ها می‌توانند نقش پل ارتباطی میان کشورها را ایفا نمایند.

در حال حاضر، ۴ دسته مشخص از کشتی‌های RO - RO به شرح زیر وجود دارند:

الف) RO - RO های چند منظوره

ب) RO - RO های مجهز به جرثقیل

ج) RO - RO های حمل مسافر و کالا که به آنها RO - MAX هم گفته می‌شود.

د) RO - RO هایی که مختص حمل خودرو هستند و در صنعت خودروسازی برای واردات و صادرات مورد استفاده قرار می‌گیرند که به آنها PURE CAR CARRIERS هم می‌گویند. شکوفایی صنعت خودروسازی در ژاپن و کره جنوبی باعث شد تا ساخت این کشتی‌ها رونق بیشتری بگیرد.



۴- کشتی یخچالی Refrigerated cargo: این نوع کشتی‌ها جهت حمل کالاهایی همچون میوه، گوشت و مواد غذایی فاسد شدنی استفاده می‌گردد. دارای انبارهایی با سردخانه‌های مخصوص و با برودت‌های متفاوت، متناسب با مواد فاسد شدنی می‌باشند. بنادری که کشتی‌های یخچالی به آنها تردد می‌نمایند باید امکانات ساحلی لازم را داشته باشند. با ورود کشتی‌های کانتینری که قابلیت حمل کانتینر یخچالی را دارند تمایل بازار به سمت این کشتی‌ها جذب شده و نزول بیشتر بازار کشتی‌های یخچالی را باعث می‌شوند. در ساختمان این نوع کشتی‌ها تعبیه فضای دستگاه‌های یخچالی ضروری است. دارای انبارهای مخصوص و عایق‌های مناسب برای جلوگیری از تبادل انرژی می‌باشند.



۵- کشتی چوب بر **Timber carrier**: این نوع کشتی‌ها الوار حمل می‌کنند و به طبع روی عرشه نیز می‌توانند بارگیری نمایند که بیشترین توجه در ساختمان آنها باید در مورد مهار کردن بار روی عرشه قرار گیرد.



۶- کشتی احشام بر **Livestock carrier**: این نوع کشتی‌ها عمدتاً گوسفند، بز و یا گاو حمل می‌نمایند. طبقات مختلف این کشتی‌ها به وسیله سکوهایی به همدیگر ارتباط داشته و شبیه پارکینگ‌های چند طبقه هستند. برای ورود و خروج احشام به کشتی از سطح شیب‌دار استفاده می‌شود. در این نوع کشتی‌ها موارد زیر مد نظر قرار می‌گیرد که باید در ساخت آن رعایت شود:

- تهیه آب مداوم برای آشامیدن دام‌ها
- مقدار کافی غذای دام
- تهویه مناسب و هوای تازه
- محیطی تمیز و بهداشتی به منظور جلوگیری از بیماری دام‌ها



۷- کشتی چندمنظوره **General Cargo ship**: کشتی‌های کالای عمومی، چند منظوره یا general cargo برای بارگیری و انبار کردن طیف وسیعی از کالاها در اشکال مختلف از قبیل بشکه، عدل و پالت طراحی و ساخته شده‌اند. کالاها ممکن است محصولات جنگلی، کالاهای تولید شده، ماشین آلات سنگین، خودرو، ماشین آلات صنعتی، کالاهای کیسه‌ای، مواد غذایی و کانتینر را شامل شوند. این قبیل کالاها را در انبارهای عمومی قرار می‌دهند که مخصوص کالای خاصی نیستند. کشتی‌های کالای عمومی معمولاً مجهز به جرثقیلهایی هستند که می‌توانند هر نوع کالایی را تخلیه و یا بارگیری کنند. دریچه انبار این نوع کشتی‌ها

معمولاً آن قدر قوی و محکم‌اند که بتوانند مقدار زیادی از بار را بر روی خود تحمل کنند. نقش کشتی‌های جنرال کارگو با ورود شناورهای فله‌بر رو به افول گذاشت، اما با پیدایش کشتی‌های کانتینری تنزل جایگاه و نقش آنها شتاب بیشتری یافت. کشتی‌های جنرال کارگو همچنان از نظر تعداد بیشترین تعداد شناورهای کالا‌بر را در ناوگان جهانی شناورهای بازرگانی تشکیل می‌دهند.



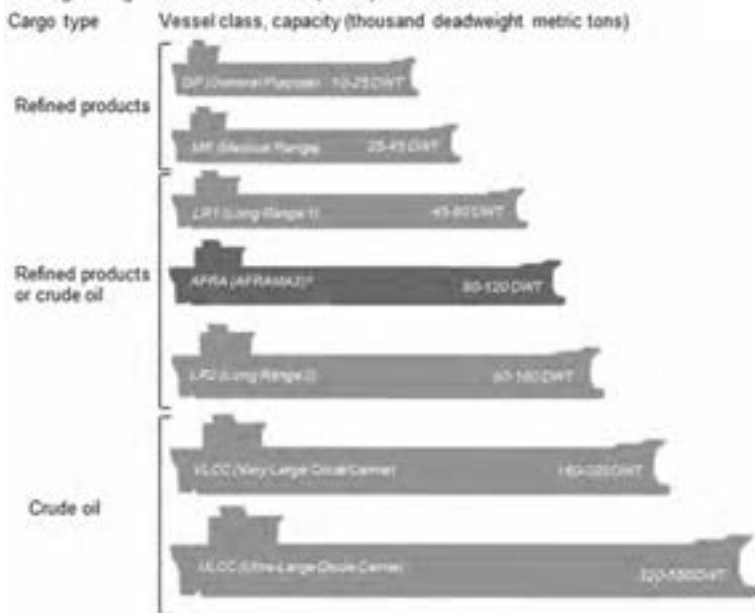
ب) کشتی حمل مواد مایع Liquid Cargo Ship

نوعی کشتی تجاری است که برای حمل و نقل مایعات به صورت فله طراحی شده‌است. انواع اصلی تانکرها عبارت‌اند از کشتی حمل نفت و فراورده‌های نفتی، کشتی حمل مواد شیمیایی و کشتی حمل گاز که توضیحات در کتاب برای هنرآموز هم کفایت می‌کند. همچنین برای دیگر انواع کشتی‌ها مانند خدماتی و مسافربری.

انواع تانکرهای موجود از نظر سایز:

1. ULCC: They are known as Ultra Large Crude Carriers and have a cargo hauling capacitance range up to **5,00,000** tons.
2. VLCC: Known as Very Large Crude Carriers, these tankers have a cargo carrying capacitance of **2,50,000** tons.
3. Panamax: The classification of tankers that can pass through the **Panama Canal** is known as the Panamax. The cargo tankers which cannot be classified under this category owing to their size
4. Aframax: The Aframax cargo tankers are that type of tanker ships which are mainly used in the Mediterranean, China Sea and the Black Sea. These tankers have a dead weight tonnage (DWT) between **80,000** and **1,20,000** tones.
5. Suezmax: Panamax tankers are named for vessels which can navigate through the Panama Canal. On similar lines, the Suezmax vessels are so called because of their ease in passing through the Suez Canal.

Average Freight Rate Assessment (AFRA) Scale - Fixed



امکانات و زیرساخت‌های بنادر

بنادر با نقش تعیین کننده در سازماندهی فضای ملی می‌توانند مطابق میل بازار و مشتریان و نیز همگام با تکنولوژی روز، مسیر توسعه و بهبود را طی کنند و جایگاه بهینه و بهره‌ور را نه تنها برای خود، بلکه برای ذی‌نفعان در بازار رقابتی جهانی فراهم آورند.

بنادر فعال، علاوه بر تنوع در صادرات و خروج از اقتصاد تک محصولی، نقش ارزشمندی در کاهش بهای تمام شده کالاها دارند و با توجه به گستردگی سواحل دریایی کشور، این زیرساخت‌ها می‌توانند جریان سرمایه‌گذاری را به درون فضای ملی هدایت کنند. بالغ بر ۹۰ درصد از تجارت جهانی از طریق حمل و نقل دریایی انجام می‌شود، زیرا این نوع حمل و نقل دارای مزایای بسیاری همچون قیمت ارزان، انتقال حجم و وزن انبوه کالا، انتقال سریع و بی‌خطر کالاهاست و این مزایا موجب شده تا حمل و نقل دریایی و راه‌های آبی از توجه ویژه‌ای برخوردار شوند. به‌طور میانگین، سالانه حدود ۲۵ هزار میلیارد تن بار توسط حمل و نقل دریایی جابه‌جا می‌شود.

حمل و نقل دریایی کالاها نقش کلیدی در تجارت خارجی به‌ویژه تجارت فراقاره‌ای جهان دارد و بدون وجود حمل و نقل دریایی، واردات و صادرات کالا که پایه تجارت مدرن جهانی است، امکان‌پذیر نیست.

از این‌رو ورود انواع کشتی‌ها به وجود بنادر مجهز در رابطه با نوع کشتی بستگی دارد.

در این قسمت از هنرآموز گرامی درخواست می‌گردد که با توصیف شرایط موجود، ذهن هنجریان را به ضرورت حمل و نقل دریایی در سطح ملی و نقش بازار و زیرساخت‌های بندری در نوع ساخت کشتی معطوف نماید.

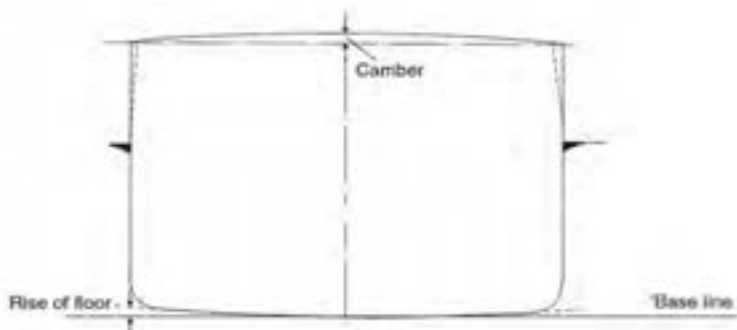
اصطلاحات Terms

همان‌طور که در شکل‌ها هم مشخص است کشتی برای شناسایی بهتر و همچنین محاسبات تعادلی نیاز به تعریف یک سری از اصطلاحات دارد که در کتاب اصلی بسیار واضح می‌باشد.

در زیر به برخی از این اصطلاحات می‌پردازیم و بار دیگر از هنرآموز عزیز خواهش می‌کنیم که اصطلاحات را به انگلیسی در ذهن هنجریان القا نمایند.

برآمدگی کف Rise of Floor

به بالا آمدگی یا برآمدگی کف کشتی نسبت به خط مبنا می‌گویند. این بالا آمدگی به راحتی وقتی یک کشتی در حوضچه خشک است دیده می‌شود.



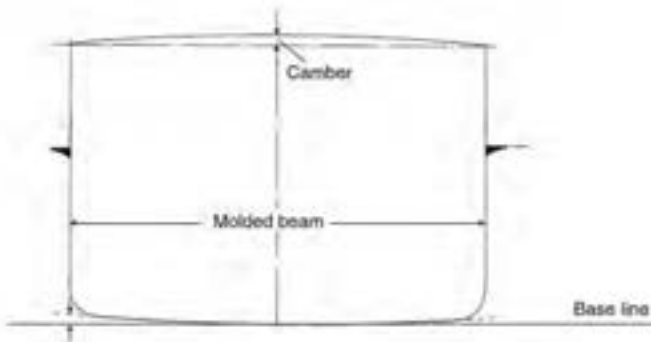
بالاآمدگی طولی Sheer

به بالاآمدگی عرشه در راستای طولی نسبت به وسط کشتی می گویند، که اندازه گیری آن به ارتفاع عرشه در گوشه ها نسبت به ارتفاع گوشه عرشه در وسط کشتی می باشد. شکل زیر به راحتی بیانگر تعریف است.



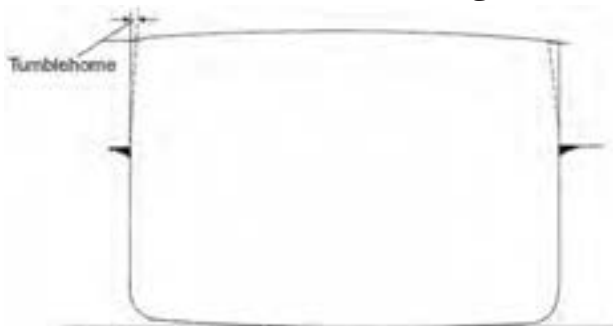
خمیدگی عرضی Camber

خمیدگی و یا تحدب عرشه در راستای عرضی را می گویند که اندازه گیری آن ارتفاع عرشه در وسط نسبت به ارتفاع همان نقطه به گوشه عرشه است.



خمیدگی داخلی Tumble Home

به خمیدگی داخلی پوسته کناری بالای خط آبخور تابستانی گفته می شود که در شکل کاملاً مشخص می باشد.



اجزای تشکیل دهنده کشتی

آهن چهارمین عنصر مهم در پوسته زمین شناخته شده و یکی از عوامل و عناصر سازنده هسته بیرونی و درونی زمین می باشد که آن را با نماد شیمیایی Fe و با عدد اتمی ۲۶ در جدول تناوبی نشان می دهند.

آهن و آلیاژهای آن جزو دسته پرکاربردترین و رایج ترین فلزات نام برده می شود که دارای سطوحی صاف و نقره ای براق به رنگ خاکستری می باشد اما وقتی که در هوا با اکسیژن ترکیب شود به رنگ قرمز یا قهوه ای نمایان می شود.

آهن خالص از جنس فلز می باشد اما با وجود اکسیژن و رطوبت که در آن ترکیب می شود اکسیده شده و کمتر می توان به شکل فلز یا آهن خالص بر روی کره زمین آن را مشاهده کرد به همین دلیل برای دست یافتن به فلز آهن توسط روشی به نام کاهش شیمیایی، اکسیژن نهفته در سنگ معدن را از بین می برند و به این صورت فلز آهن پدید می آید.

آهن از سنگ معدن هماتیک که آن را با نماد Fe_2O_3 نشان می دهند، تولید می گردد. این فلز آهن توسط کوره های بزرگی با دمایی بالاتر از ۲۰۰۰ درجه سانتی گراد به وسیله روش کاهش با کربن جدا شده و فلز آهن استخراج می شود.

استخراج سنگ معدن آهن به طور کلی در ۴۸ کشور انجام می شود که کشورهایی همچون چین، برزیل، استرالیا، روسیه و هند پنج کشوری هستند که ۷۰ درصد سنگ آهن جهان را استخراج و تولید می کنند.

آهن ششمین عنصر از نظر فراوانی در جهان است ولی در پوسته زمین از نظر فراوانی رده چهارم را در اختیار دارد. دانشمندان بر این باورند که هسته زمین در حد زیادی از آلیاژ آهن - نیکل تشکیل شده است که با این عنوان ۳۵ درصد جرم کل زمین را تشکیل می دهد. بنابراین آهن به این دلایل جزو فراوان ترین عنصر روی زمین شناخته شده است.

با استفاده از خواص آهن و کاربرد فلزات دیگر و ترکیب آنها می توانیم به فولاد دست پیدا کنیم. آهن رایج ترین و پرکاربردترین فلز در جهان شناخته شده است چرا که ۹۵ درصد فلزات تولید شده در جهان را آهن تشکیل می دهد این به گونه ای است که آهن با مقاومت بالایی که برخوردار بوده بین فلزات جزو ارزان ترین نیز می باشد و همواره در اسکلت ساختمان ها، بدنه اتومبیل ها و بدنه کشتی های بزرگ و... مورد استفاده قرار گرفته است. به طور کلی فراورده های تولید شده از آهن خام را می توان به دسته های زیر بخش بندی کرد:

چدن: وقتی آهن خام را ذوب می کنند در قالب هایی ماسه ای یا فلزی ریخته و آن را سرد می کنند که از این طریق چدن به دست می آید.

چدن چکش خوار: تفاوت زیادی با چدن دارد که می توان گفت نرم تر بوده، مقاومت کششی بالاتری داشته و به نسبت به چدن استفاده بیشتری در صنعت دارد طریقه

به دست آمدن آن به این صورت است که وقتی بر روی چدن عملیاتی از قبیل اضافه کردن منیزیم و سیلیکات آهن و بلوری شدن کربن انجام می شود چدن چکش خوار به دست می آید.

چدن سفید: از سرد شدن مذاب به دست می آید کربن این چدن به صورت کربن سمانتیک می باشد درصد شکنندگی آن را نیز می توان با نرم کردن آن کاهش داد. **آهن کار شده:** در این حالت آهن را ذوب کرده و به صورت اسفنجی شکل در می آورند برای به دست آوردن این نمونه آهن ها ناخالصی های موجود در آن همچون سیلیسیم، منگنز، کربن در آن تصفیه می شود.

فولاد: آلیاژی است از آهن و کربن که توسط خواص آهن و دیگر عناصر به دست می آید وقتی که فولاد تولید می شود پایداری و مقاومت آن صد برابر بیشتر از قبل می شود.

از فولادی که تا $\frac{1}{2}\%$ درصد کربن دارد، برای ساختن سیم، لوله و ورق فولاد استفاده می شود. فولاد متوسط $\frac{1}{2}\%$ تا $\frac{1}{6}\%$ درصد کربن دارد و آن را برای ساختن ریل، دیگ بخار و قطعات ساختمانی به کار می برند. فولادی که $\frac{1}{6}\%$ تا $\frac{1}{5}\%$ درصد کربن دارد، سخت است و از آن برای ساختن ابزارآلات، فتر و کارد و چنگال استفاده می شود. فولاد، انواع فراوانی دارد که همه آن موارد در جدول کلید فولاد قابل دسترس می باشد.

آهنی که از کوره بلند خارج می شود، چدن نامیده می شود که دارای مقادیری کربن، گوگرد، فسفر، سیلیسیم، منگنز و ناخالصی های دیگر است. سوزاندن ناخالصی های چدن و افزودن مقادیر معین از مواد آلیاژ دهنده به آهن دو هدف عمده در فولاد است.

منگنز، فسفر و سیلیسیم در چدن مذاب توسط هوا یا اکسیژن به اکسید تبدیل می شوند و با کمک ذوب مناسبی ترکیب شده، به صورت سرباره خارج می شوند. معمولاً جداره داخلی کوره ای که برای تولید فولاد به کار می رود، توسط آجرهایی که از ماده کمک ذوب ساخته شده اند، می پوشانند. این پوشش مقداری از اکسیدهایی را که باید خارج شوند، به خود جذب می کند. برای جدا کردن ناخالصی ها، معمولاً از روش کوره باز استفاده می کنند. این کوره یک ظرف بشقاب مانند دارد که در آن ۱۰۰ تا ۲۰۰ تن آهن مذاب جای می گیرد.

بالای این ظرف، یک سقف مقعر قرار دارد که گرما را روی سطح فلز مذاب منعکس می کند. جریان شدیدی از اکسیژن را از روی فلز مذاب عبور می دهند تا ناخالصی های موجود در آن بسوزند. در این روش ناخالصی ها در اثر انتقال گرما در مایع و عمل پخش به سطح مایع می آیند و عمل تصفیه چند ساعت طول می کشد، البته مقداری از آهن، اکسید می شود که آن را جمع آوری کرده، به کوره بلند باز می گردانند.

آهن مذاب تصفیه شده را با افزودن مقدار معین کربن و فلزهای آلیاژ دهنده مثل وانادیم، کروم، تیتانیم، منگنز و نیکل به فولاد تبدیل می‌کنند. فولادهای ویژه ممکن است مولیبدن، تنگستن یا فلزهای دیگر داشته باشند. این نوع فولادها برای مصارف خاصی مورد استفاده قرار می‌گیرند. هرگاه فولادی که دارای سمنتیت است، به کندی سرد شود، تعادل فوق به سمت تشکیل آهن و کربن، جابه‌جا شده، کربن به صورت پولک‌های گرافیت جدا می‌شود. این مکانیزم در چدن‌ها که درصد کربن در آنها بیشتر است، اهمیت بیشتری دارد. برعکس، اگر فولاد به سرعت سرد شود، کربن عمدتاً به شکل سمنتیت باقی می‌ماند. تجزیه سمنتیت در دمای معمولی به اندازه‌ای کند است که عملاً انجام نمی‌گیرد و با سرد کردن سمنتیت فولاد را به وجود می‌آورند.

آلومینیم

آلومینیم که عنصری نقره‌ای و انعطاف‌پذیر است، عمدتاً به صورت سنگ معدن بوکسیت یافت می‌شود.



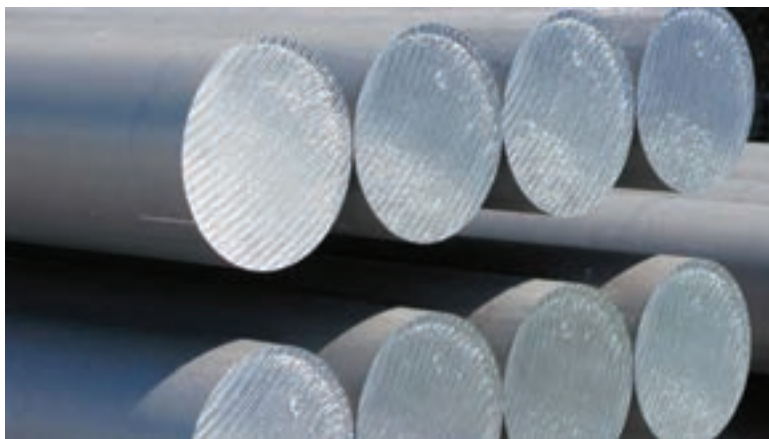
پیش از جداسازی فلز آلومینیم، اکسید آن آلومین نامید می‌شد. هامفری دیوی که موفق نشده بود از آلومین، آلومینیم تهیه کند، گفت که می‌خواهد نام این فلز را «آلومیم» بگذارد. ولی بعداً آن را به «آلومینم» تغییر داد تا با آلومین مطابقت داشته باشد. با این حال واژه آلومینیم کاربرد عمومی پیدا کرد، زیرا نام بسیاری از عنصرهای فلزی به «یم» ختم می‌شود.

آلومینیم با علامت شیمیایی AL و شبکه کریستالی FCC می‌تواند اتم‌های عناصری مثل کربن، نیتروژن، بر، هیدروژن و اکسیژن را به دلیل شعاع اتمی کوچکی که دارد در خود به شکل محلول جامد حل نماید. نقطه ذوب ۶۶۰ درجه سانتی‌گراد و نقطه جوش آن ۲۷۵۰ درجه می‌باشد. آلومینیم را در دماهای ۱۰۰۰ درجه و بالاتر از آن استفاده نمی‌کنند به دلیل اینکه شیداً اکسید شده و تلفات آن زیاد می‌باشد. ولی منیزیم و روی مقدار بیشتری از آلومینیم تلفات دارند.

وزن مخصوص ۲/۷ می‌باشد و در حالت مذاب ۲/۳، بنابراین می‌توان نتیجه گرفت در حالت مذاب انبساط آن زیاد می‌باشد. درصد انقباض آن در فاز مایع ۱۰٪ و در

حین انجماد ۶/۸٪ است و به دلیل انقباض‌های زیاد به تغذیه در قطعات آلومینیم ضرورت است. مهم‌ترین آلیاژهای آلومینیم عبارت‌اند از: آلیاژ آلومینیم با منیزیم مس و سیلیسیم و یا آلیاژهای با ترکیب این سه عنصر لذا در اثر آلیاژ نمودن خواص مکانیکی مقاومت به خوردگی و ماشین کاری آلومینیم افزایش می‌یابد. به هر حال آلومینیم و آلیاژهای آن به دلیل نقطه ذوب پایین و سیالیت زیادی که دارد، افزایش خواص مکانیکی در اثر آلیاژسازی و همچنین قابلیت عملیات حرارتی را دارد. منحنی سرد شدن تعادلی مواد فلزی با یکدیگر متفاوت است مثلاً یک آلومینیم خاص را با یک آلیاژ دیگر در نظر بگیرید در فلز خاص در یک دمای خاص انجماد صورت می‌گیرد.

در صورتی که در یک آلیاژ انجماد در یک فاصله درجه حرارتی صورت می‌گیرد. **عملیات گاز زدایی با استفاده از گازهای فعال مثل کلر:** اگر درجه حرارت ۱۸۰ درجه برسد ترکیب فوق به شکل حباب در آمده (فرار می‌باشد) و هیدروژن به داخل آن نفوذ می‌کند هر چه عمق مذاب بیشتر باشد گاز زدایی یا بازده آن بیشتر می‌شود. عملاً باید ۰/۶٪ گاز کلر مصرف شود که بستگی به نوع آلیاژ، نوع کوره و شرایط وارد کردن گاز و روش تهیه قالب و رطوبت هوا دارد. گاز زدایی با کلر نسبت به ازت برتری دارد چون گاز کلر حباب کلرید آلومینیم ریز و بیشتری تولید می‌کند.



تاریخچه کشف آلومینیم: «فردریک وهرل» به‌طور کلی به آلومینیم خالص اعتقاد داشت. اما این فلز دو سال پیش‌تر به‌وسیله «هانس کریستین ارستد» شیمی‌دان و فیزیک‌دان دانمارکی به‌دست آمد. در روم و یونان باستان این فلز را به‌عنوان ثابت‌کننده رنگ در رنگرزی و نیز به‌عنوان بند آورنده خون در زخم‌ها به‌کار می‌بردند و هنوز هم به‌عنوان داروی بندآورنده خون مورد استفاده است. در سال ۱۷۶۱، «گویتون دموورو» پیشنهاد کرد تا alum را آلومین (alumin) بنامند.

پیدایش و منابع: اگر چه AI، یک عنصر فراوان در پوسته زمین است (۱۸٪)، این عنصر در حالت آزاد خود بسیار نادر است و زمانی یک فلز گران بها و ارزشمندتر از طلا به حساب می‌آمد. بنابراین، به‌عنوان فلزی صنعتی اخیراً مورد توجه قرار گرفته و در مقیاس‌های تجاری تنها بیش از ۱۰۰ سال است که مورد استفاده است. در ابتدا که این فلز کشف شد، جدا کردن آن از سنگ‌ها بسیار مشکل بود و چون کل آلومینیم زمین به‌صورت ترکیب بود، مشکل‌ترین فلز از نظر تهیه به‌شمار می‌آمد. آلومینیم برای مدتی از طلا با ارزش‌تر بود، اما بعد از ابداع یک روش آسان برای استخراج آن در سال ۱۸۸۹، قیمت آن رو به کاهش گذاشت و سقوط کرد. تهیه مجدد این فلز از قطعات اسقاط (از طریق بازیافت) تبدیل به بخش مهمی از صنعت آلومینیم شد. بازیافت آلومینیم موضوع تازه‌ای نیست، بلکه از قرن نوزدهم یک روش رایج برای این کار وجود داشت. با این همه تا اواخر دهه ۶۰ این یک کار کم منفعت بود تا زمانی که بازیافت قوطی‌های آلومینیمی آشامیدنی‌ها بالاخره شروع شد و این فلز را مورد توجه قرار داد. منابع بازیافت آلومینیم عبارت‌اند از: اتومبیل‌ها، پنجره‌ها، درها، لوازم منزل، کانتینرها و سایر محصولات.

آلومینیم که عنصری نقره‌ای و انعطاف‌پذیر است، عمدتاً به‌صورت سنگ معدن بوکسیت یافت می‌شود و از نظر مقاومتی که در برابر اکسیداسیون دارد، همچنین وزن و قدرت آن، قابل توجه است. آلومینیم در صنعت برای تولید میلیون‌ها محصول مختلف به کار می‌رود و در جهان اقتصاد، عنصر بسیار مهمی است.

اجزای سازه‌هایی که از آلومینیم ساخته می‌شوند، در صنعت هوانوردی و سایر مراحل حمل و نقل بسیار مهم هستند. همچنین در سازه‌هایی که در آنها وزن پایداری و مقاومت لازم هستند، وجود این عنصر اهمیت زیادی دارد.

ویژگی‌های قابل توجه: آلومینیم، فلزی نرم و سبک، اما قوی است، با ظاهری نقره‌ای - خاکستری مات و لایه نازک اکسایش که در اثر برخورد با هوا در سطح آن تشکیل می‌شود ضمناً چکش‌خوار، انعطاف‌پذیر و به راحتی خم می‌شود. همچنین بسیار بادوام و مقاوم در برابر زنگ خوردگی است. به‌علاوه، این عنصر غیر مغناطیسی، بدون جرقه، دومین فلز چکش‌خوار و ششمین فلز انعطاف‌پذیر است.

کاربردها: چه از نظر کیفیت و چه از نظر ارزش، آلومینیم کاربردی‌ترین فلز بعد از آهن است و تقریباً در تمامی بخش‌های صنعت دارای اهمیت می‌باشد. آلومینیم خالص، نرم و ضعیف است، اما می‌تواند آلیاژی را با مقادیر کمی از مس، منیزیم، منگنز، سیلیکون و دیگر عناصر به‌وجود آورد که این آلیاژها ویژگی‌های مفید گوناگونی دارند. این آلیاژها اجزای مهم هواپیماها و راکت‌ها را می‌سازند.

فهرست کاربردها: برخی از کاربردهای فراوان آلومینیم عبارت‌اند از: حمل و نقل (اتومبیل‌ها، هواپیماها، کامیون‌ها، کشتی‌ها، ناوگان‌های دریایی، راه آهن و...) بسته‌بندی (قوطی‌ها، فویل و...) ساختمان (در، پنجره، دیوار پوش‌ها و...) کالاهای با دوام مصرف‌کننده (وسایل برقی خانگی، وسایل آشپزخانه،...) خطوط انتقال الکتریکی (به‌علت وزن سبک اگرچه هدایت الکتریکی آن تنها ۶۰٪ هدایت الکتریکی مس می‌باشد) ماشین‌آلات اکسید آلومینیم (آلومینا) به‌طور طبیعی و به‌صورت کوراندوم، سنگ سنباده، یاقوت و یاقوت کبود یافت می‌شود که در صنعت شیشه‌سازی کاربرد دارد. یاقوت و یاقوت کبود مصنوعی در لیزر برای تولید نور هم‌نوسان به کار می‌روند. آلومینیم با انرژی زیادی اکسیده می‌شود و در نتیجه در سوخت موشک‌های با سوخت و دمازاها مورد استفاده واقع می‌شود.

نیروهای وارد بر ساختمان کشتی

اگر کشتی در حال حرکت باشد تحت تأثیر نیروهای مختلفی قرار می‌گیرد، این نیروها را به دو دسته کلی می‌توان تقسیم نمود:

نیروهای وارد بر کشتی

انواع نیروها	اصطلاح فارسی	اصطلاح انگلیسی
نیروهای ساختمانی	تحدب و تقعر	Hogging and sagging
	فشار ناشی از پیچش عرضی	Racking
	فشار آب بر بدنه کشتی	Effect of water pressure
نیروهای موضعی	تپش سینه	Panting
	ضربه سینه	pounding
	بارهای محلی	Local weight
	فشار ناشی از حوضچه خشک	Drydocking
	فشار ناشی از لرزش	Vibration

البته باید توجه نمود نیروها را می‌توان به دو دسته دیگر نیز تقسیم‌بندی نمود:

– **نیروهای پایا (استاتیکی):** نیروهایی که تابع زمان نبوده و به سازه کشتی وارد می‌شوند. نیروهایی مانند وزن کشتی، نیروی شناوری، نیروی ناشی از حوضچه خشک.

– **نیروهای پویا (دینامیک):** نیروهایی است که تابع زمان بوده و به سازه کشتی اعمال می‌گردد. نیروهایی از قبیل نیروی کوبش (Slamming)، تپش سینه (Panting)، نیروی حاصل از امواج و ضربات آب در مخازن (Sloshing) که در هنگام حرکت کشتی اعمال می‌شود.

تحدب و تقعر (Hogging and sagging)

کشتی‌ها در هنگام دریانوردی به راحتی تحت تأثیر امواج قرار می‌گیرند. به بالاترین قسمت موج، قله موج و به پایین‌ترین قسمت آن، قعر موج می‌گویند. همچنین فاصله بین دو قله یا دو قعر متوالی موج را طول موج می‌نامند.

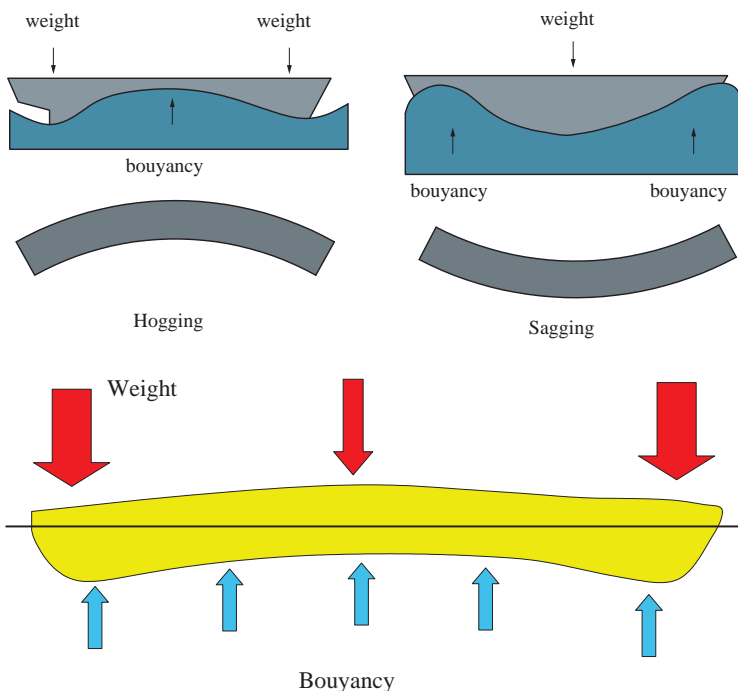
حالت تشکیل تحدب (Hogging)

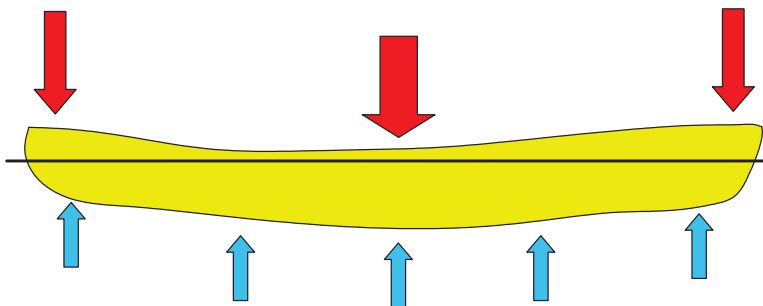
زمانی که میان کشتی روی فراز موجی به طول موج برابر با طول کشتی قرار گرفته باشد، به وجود می‌آید. در این صورت فشار آب از میان کشتی به طرف بالا وارد شده و در نتیجه، وزن کشتی از سینه و پاشنه آن به طرف پایین وارد می‌آید.

حالت تشکیل تقعر (Sagging)

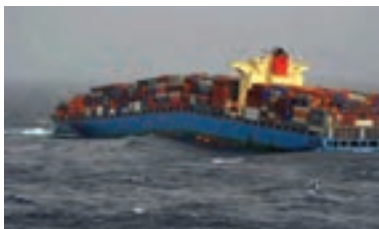
زمانی که سینه و پاشنه کشتی روی فراز موجی به طول موج برابر با طول کشتی قرار گرفته، و وسط کشتی در فرود موج باشد، به وجود می‌آید. در این حالت فشار آب از سینه و پاشنه به طرف بالا و وزن کشتی از قسمت میان کشتی به طرف پایین وارد می‌آید.

باید توجه داشت حالت تحدب و تقعر زمانی که توزیع بار بر روی کشتی نامناسب باشد هم به وجود می‌آید. در نظر داشته باشید که تغییر اشکال در شکل به صورت اغراق آمیز نشان داده شده است و تغییر فرم بدنه شناور به این اندازه نیست.



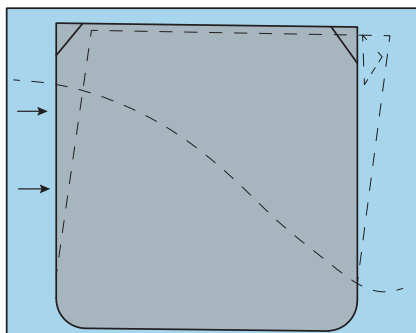


در شکل های بالا و صفحه قبل مقدار تحدب و تقعر نشان داده شده برای درک بهتر اغراق آمیز نمایش داده شده است.



فشار ناشی از پیچش عرضی (Racking)

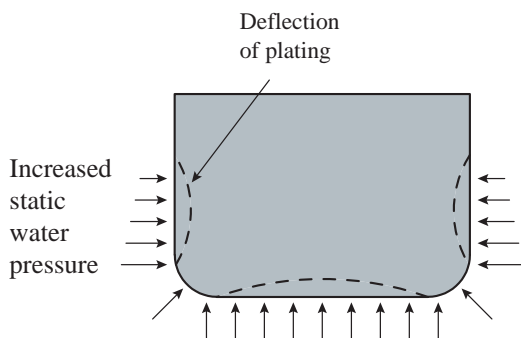
وقتی کشتی در حال پیچش عرضی است فشارهایی به بدنه آن وارد می گردد که باعث کج شدن بدنه آن می شود. این حالت را Racking می گویند. برای جلوگیری از این حالت می توان از تیغه های عرضی و نبشی های محکم در اطراف لبه های فوقانی و از فریم های خاصی در روی بدنه استفاده نمود تا بتواند در برابر این فشارها مقاومت نماید.



(کج شدن بدنه کشتی که با خط چین نمایش داده شده است برای درک بهتر اغراق آمیز رسم شده است)

فشار آب بر بدنه کشتی (Effect of water pressure):

فشار آب از دو طرف و کف کشتی به بدنه آن وارد می شود که در صورت عدم استحکام لازم در ساختمان کشتی باعث تو رفتگی در بدنه آن می گردد. این فشار توسط دیواره ها، فریم ها و صفحات عرضی خنثی می گردد



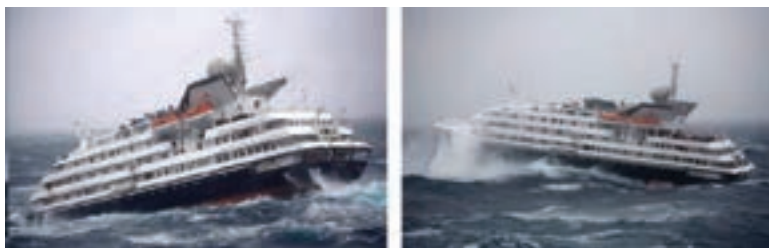
فشار آب بر بدنه کشتی
(تورفتگی بدنه کشتی که با خط چین نمایش داده شده است برای درک بهتر اغراق آمیز رسم شده است)

تپش سینه (Panting):

هنگام عبور کشتی از میان امواج بزرگ که قسمت اعظم سینه کشتی را در برمی گیرد، اختلاف فشاری که به علت برخورد سیال به سینه کشتی به وجود می آید باعث حرکت رو به داخل و خارج ورقه فلزی سینه می شود؛ این حالت را تپش سینه کشتی می گویند.

کوبش سینه (Slamming) و ضربه سینه (Pounding):

وقتی کشتی دارای نوسانات طولی (Pitching) است، اگر ارتفاع موج زیاد باشد در اثر حرکت ممکن است پاشنه کشتی، بیشتر در آب فرو رفته و سینه آن کاملاً از آب خارج شود، در نتیجه سینه آن به آب ضربه می زند که این حالت را کوبش سینه (Slamming) می گویند. تحلیل اثرات کوبش سینه در سازه کشتی را ضربه سینه (Pounding) می گویند. این مهم در فاصله $\frac{1}{4}$ طول کشتی از سینه مورد بررسی قرار می گیرد.



شناوری که حالت Slamming برای آن اتفاق افتاده است

فشار ناشی از حوضچه خشک (Drydocking)

گاهی اوقات به علل مختلف از جمله تعمیرات نوبه ای، تعمیر خسارت های زیرآبی، خزه زدایی، لازم است کشتی به داخل حوضچه خشک برده شود. وقتی کشتی داخل حوضچه می شود آب زیر آن تخلیه شده و کشتی بر روی یک سری بلوک هایی قرار

داده می‌شود. در این هنگام کلیه وزن کشتی به بلوک‌های زیر آن منتقل می‌گردد. لذا سازه کف شناور باید استحکام کافی برای تحمل بارهای وارد شده از طرف بلوک‌ها را داشته باشد.



شناور در داخل حوضچه خشک بر روی بلوک‌های چوبی

فشارهای ناشی از لرزش (Vibration)

لرزش ناشی از موتور کشتی، سامانه انتقال قدرت، پروانه و دیگر ماشین آلات موجب ایجاد ارتعاش در سازه کشتی می‌شود و برای جلوگیری از این وضعیت لازم است سازه قسمت تحت تأثیر تقویت شود، همچنین برای کاهش انتقال ارتعاشات ناشی از دستگاه‌های ذکر شده از قطعات جاذب ارتعاش (Vibration damper) استفاده می‌شود.

بارهای محلی (Local weight)

وزن تجهیزات روی کشتی و کالای بارگیری شده فشار زیادی به محل نصب تجهیزات و محل نگهداری کالا وارد می‌آورد. با طراحی نشیمنگاه مناسب و تقویت کردن محل نصب تجهیزات و محل نگهداری کالا می‌توان از بروز آسیب‌دیدگی و خسارت به بدنه کشتی جلوگیری کرد.

اجزای ساختمان کشتی

برای اینکه ساختمان کشتی در مقابل نیروهای وارد بر آن، که در بالا اشاره شده است مقاومت کافی و یکپارچگی سازه‌ای مناسبی داشته باشد از یک ترکیب و چیدمان سازه‌ای از ورق و انواع مقاطع فلزی بهره برده می‌شود. متناسب با مقدار نیروها در اماکن مختلف کشتی نوع سازه کشتی در اماکن مختلف متفاوت می‌باشد.

– مقاطع فلزی پر کاربرد در ساختمان کشتی

در ساخت کشتی از قطعات مختلف بسیار زیادی استفاده می‌شود. نوع شکل آنها معمولاً استاندارد بوده ولی اندازه آنها متناسب با اندازه ساختمان کشتی است.

مقاطع پر کاربرد در ساختمان کشتی		
نام	شکل	توضیحات
ورقه‌های فلزی (Plates)		یکی از قسمت‌های اصلی و مهم ساخت کشتی ورقه‌های فلزی بدنه آن است.
تسمه (Flat Bars)		نوارهای باریکی از ورقه‌های فلزی ساخته می‌شوند.
مقاطع حبابی یا (Bulb bar) (Holland Bar(HP))		ورقه‌های فلزی باریکی هستند که یک لبه آن به شکل گرد یا حبابی در آمده باشد.
نبشی‌ها (Angle Bars) (L Bar)		این نوع نبشی‌ها برای اتصال قسمت‌های مختلف به یکدیگر و یا برای استحکام ورقه‌های فلزی مورد استفاده قرار می‌گیرد.
نبشی‌های کانالی (Channel Bars)		محکم‌تر از نبشی‌های معمولی بوده و درجایی که استحکام زیادی مورد نیاز باشد از آن استفاده می‌شود.
سپری (T- Bar)		به‌عنوان یکی از پرکاربردترین اجزا در ساختمان کشتی استفاده می‌شود.

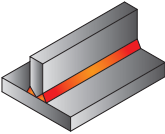
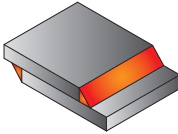
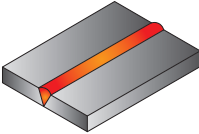
اتصالات

اگر بخواهیم که، کشتی مستحکم و دارای صلبیت کافی باشد لازم است اجزا و قسمت‌های مختلف آن، به‌طور صحیح به همدیگر متصل شوند. بدین منظور از اتصالات مختلفی استفاده می‌شود که در ادامه به چند روش آن اشاره می‌شود.

۱- اتصالات جوشی

مهم‌ترین انواع اتصالات جوشی که در ساخت کشتی به کار می‌رود در جدول زیر اشاره شده است.

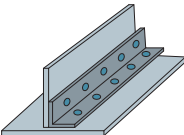
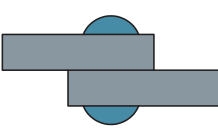
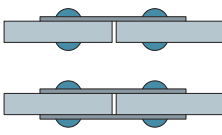
اتصال‌های جوشی پر کاربرد در ساخت کشتی

		
اتصال T شکل	اتصال روی هم (Lapped Joints)	اتصال لب به لب (Butt joints)

۲- اتصالات پرچی

برای اتصال فلزات غیر همجنس در کشتی‌ها معمولاً از اتصالات پرچی استفاده می‌گردد. در مواردی چون معماری داخل کشتی، عایق کاری و کانال کشی از پرچ برای ایجاد اتصال استفاده می‌شود.

اتصال‌های پرچی پر کاربرد در ساخت کشتی

		
اتصال قائم یا T شکل	اتصال روی هم (Lapped Joints)	اتصال لب به لب (Butt joints)


- تقویت ورق‌ها و اجزای سازه‌ای در کشتی

کشتی سازه‌ای است فولادی که به‌صورت یکپارچه ساخته می‌شود. این سازه تشکیل شده است از پوسته‌ای غیر قابل نفوذ آب که برای تحمل نیروها و فشارهای ذکر شده نیاز به تقویت دارد.

به دلیل ابعاد بزرگ ورق‌ها و قابلیت انعطاف آنها، ورق‌های صاف به صورت خام در سازه کشتی استفاده نمی‌شوند. برای اینکه این ورق‌ها بتوانند در مقابل نیروهای اعمالی استحکام کافی داشته باشند نیاز است که بتوان به گونه‌ای آنها را تقویت نمود. یکی از روش‌های تقویت ورق‌ها کنگره‌ای نمودن آنها (corrugate) و روش دیگر اتصال تقویتی‌ها به ورق‌های صاف (Stiffened plate) می‌باشد. همچنین برای حفظ یکپارچگی تقویتی‌های ورق نیاز به استفاده از یک سری اجزای تقویتی می‌باشد. در جدول زیر برخی از روش‌های تقویت ورق‌های فلزی نشان داده شده است.

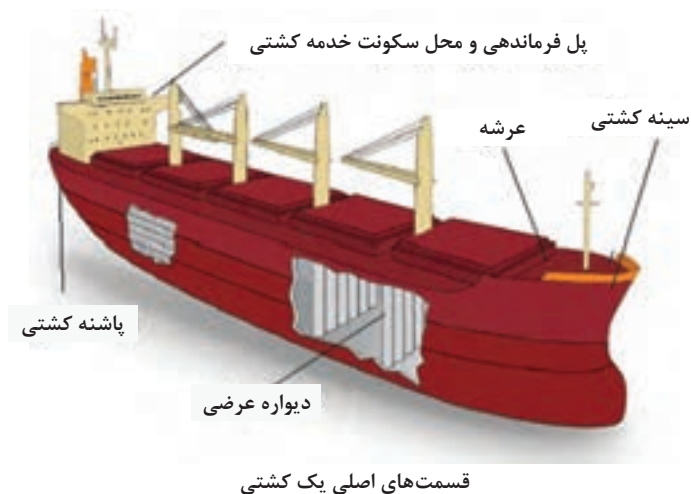
روش‌های تقویت کردن ورق‌های فلزی

روش تقویت ورق فلزی	شکل	کاربرد
تقویتی‌ها (Stiffeners)		ورق‌های فلزی مورد استفاده در سازه کشتی معمولاً توسط یک سری تقویتی‌ها از قبیل تسمه، نبشی، سپری و HP با استفاده از فرایند جوش کاری تقویت می‌شوند.
لچکی (Bracket)		معمولاً در اتصال فریم‌ها و ایجاد قاب در کشتی و همچنین نصب ستون‌ها از یک سری المان‌های مثلثی شکل استفاده می‌گردد که به آنها لچکی می‌گویند.
لچکی ضد پیچش (Tripping Brackets)		برخی از المان‌های کشتی همچون شاه تیر بدنه اصلی و نشیمنگاه موتورها تحت گشتاورهای پیچشی قرار می‌گیرند برای مقابله با این پیچش از یک نوع لچکی استفاده می‌شود که به آنها لچکی ضد پیچش می‌گویند.

<p>وقتی لبه سطوح فلزی آزاد تحت فشار قرار گیرد، امکان تاب برداشتن یا کج شدن آن به خصوص وقتی که قسمتی از تیر حامل را تشکیل دهد، وجود دارد و در نتیجه قدرت آن کاهش پیدا می‌کند. در این صورت به روش‌های زیر می‌توان آن را مقاوم کرد:</p> <p>۱- با خم کردن قسمتی از لبه آن</p> <p>۲- با جوش دادن یک تسمه روی لبه ورق</p>		<p>تقویت لبه‌های آزاد ورق (Stiffeners of Free Edges)</p>
<p>وقتی تیرهای نگهدارنده همدیگر را قطع می‌کنند، گاهی ضرورت ایجاد می‌نماید که محل اتصال آنها، به صورت اتصال سطوح فلزی به وسیله بندهای صفحه‌ای محکم شود. بهترین روش‌های شناخته شده استفاده از صفحات لوزی شکل یا نیمه لوزی است.</p>		<p>پابندهای صفحه‌ای (Face Straps)</p>
<p>صفحات مثلث شکلی که برای مقاصد مشابه بندهای صفحه‌ای، یا برای محکم کردن اتصال گوشه‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد.</p>		<p>پشت بند (Gussets)</p>
<p>وقتی قسمتی از سطوح فلزی بریده می‌شود برای تقویت قسمت بریده شده می‌توان از صفحات باریک، یا تسمه استفاده نمود. استفاده از صفحات باریک گاهی اوقات در اطراف لبه‌های بزرگ و یا استفاده از آن درست در قسمت گوشه‌ها مناسب‌تر است.</p>		<p>تقویت بازشوها (Reinforcement Of Openings)</p>

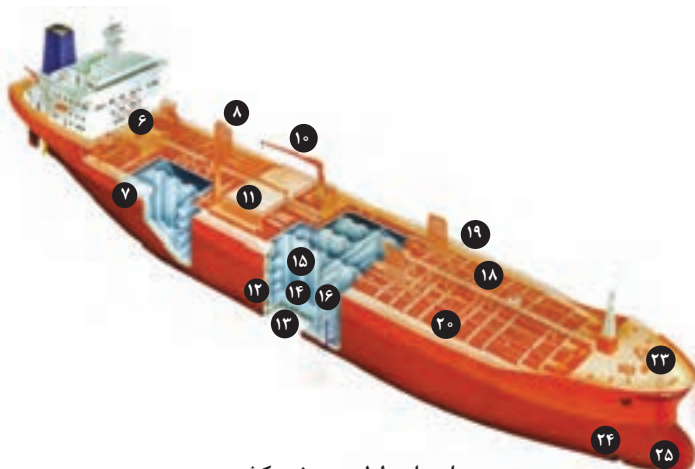
معمولاً در گوشه‌های دهنه‌های بزرگ استفاده شده و یا گاهی اوقات در اطراف دهانه به کار می‌رود. در کارهای جوشکاری معمولاً به جای دوبله کردن سطوح، از ورقه‌های ضخیم‌تر استفاده می‌شود.		دوبله کردن صفحات
ورق‌های فلزی صاف را به صورت کنگره‌ای خم‌کاری می‌کنند تا مقاومت آنها در برابر نیروهای وارده بیشتر شود.		کنگره ای کردن ورق (corrugate)

کشتی از بخش‌های مختلفی مانند سینه، پاشنه، عرشه، محل سکونت، دیواره‌ها و قسمت‌های دیگر تشکیل شده است در زیر به شرح سازه برخی از این قسمت‌ها می‌پردازیم.



دیواره جداکننده (Bulk head)

دیواره‌ها به منظور جداسازی قسمت‌های داخلی کشتی به‌طور عمودی هم در عرض (Transverse Bulk head) و هم در طول (Longitudinal Bulk head) به کار گرفته می‌شوند. تقسیم‌بندی داخل کشتی به وسیله این دیواره‌ها، به چندین منظور انجام می‌گیرد، از جمله بخش‌بندی بدنه به محفظه‌های جداگانه (Compartments)، مقابله با نفوذ آب به سایر قسمت‌های دیگر در صورت پارگی بدنه و ایجاد یکپارچگی سازه‌ای.



دیواره‌های طولی و عرضی کشتی

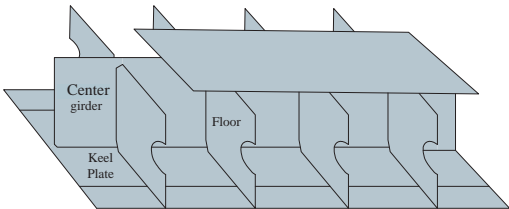
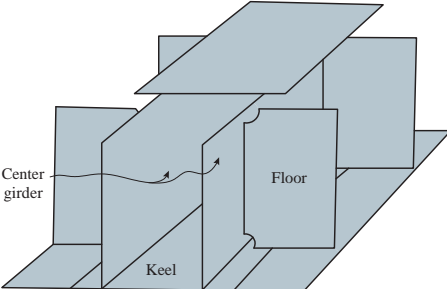
قسمت تحتانی کشتی

شاه تیر اصلی بدنه (Keel):

مهم‌ترین سازه درکف کشتی‌ها، شاه تیر بدنه اصلی می‌باشد که به‌عنوان ستون فقرات کشتی شناخته می‌شود. کلیه المان‌های اصلی سازه به‌صورت مستقیم و غیرمستقیم با شاه تیر اصلی بدنه ارتباط دارند. انواع شاه‌تیرهای اصلی مورد استفاده در کشتی در جدول زیر آمده است:

انواع شاه تیر (Keel)

توضیحات	نوع شاه تیر (Keel)
	Barkeel
<p>در این نوع شاه تیر اصلی بدنه، ارتفاع تیرآهن بین ۳ تا ۶ برابر عرض آن است. طول آن بستگی به طول کشتی دارد که به وسیله صفحات قائم به همدیگر متصل می‌شوند. این نوع شاه تیر اصلی بدنه بیشتر در لنج‌ها و قایق‌ها استفاده می‌شود.</p>	

	
<p>عرض ورقه‌های فلزی این نوع شاه تیرها می‌تواند ۱ تا ۲ متر باشد. ضخامت آن تا طول کشتی باید یکنواخت حفظ شود ولی مقدار ضخامت می‌تواند به تدریج به طرف دو انتهای کشتی کاهش پیدا کند.</p> <p>تیغه حامل مرکزی به شاه تیر اصلی بدنه متصل بوده و تقریباً روی تیغه حامل مرکزی سطحی موازی با سطح شاه تیر اصلی بدنه به‌طور یکنواخت در سرتاسر آن جوش داده می‌شود و در این نوع اتصال هرگز نباید جوش دادن به شکل دالبر یا کنگره‌ای انجام شود.</p>	<p>Flat Keels</p>
	
<p>شبیه به Flat Keels بوده با این تفاوت که به جای یک تیغه حامل مرکزی، دارای دو تیغه حامل مرکزی (Side girder) است.</p> <p>تیغه‌های حامل مرکزی معمولاً بین دیواره‌های ضد تصادم و دیواره جلویی موتورخانه قرار گرفته و تونلی را تشکیل می‌دهد.</p> <p>برای استحکام تیغه‌های حامل مرکزی، از تیغه‌های عرضی قائم و یا لچکی‌ها که غالباً بین شاه تیر اصلی بدنه و صفحه روی تیغه حامل مرکزی قرار دارد استفاده می‌شود.</p>	<p>Duct keels</p>

فریم (Frames)

ساختمان کشتی به گونه‌ای می‌باشد که برای ایجاد استحکام سازه‌ای نیاز به یک اسکلت‌بندی دارد. این مهم توسط یکسری اجزای سازه‌ای به نام فریم و شاه تیر اصلی کشتی صورت می‌گیرد که به‌صورت کلی انواع آنها توضیح داده شده است.

فریم‌های معمولی: تیغه‌های حاملی هستند که به‌صورت نوارهایی از قسمت داخل به صفحات فلزی بدنه کشتی، متصل بوده و از قسمت کیل کشتی تا بالاترین عرشه فوقانی امتداد می‌یابد. فریم‌ها از قسمت‌های مختلفی تشکیل شده‌اند و به منظور

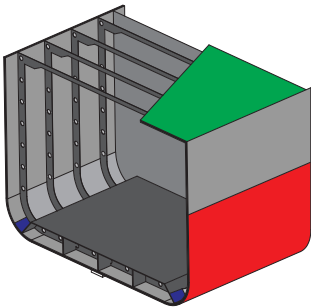
استحکام بدنه و نگهداری ورقه‌های خارجی به کار می‌روند. یعنی شکل عرضی مقاطع مختلف بدنه را تشکیل می‌دهند. فریم‌ها به صورت طولی نیز به ورقه‌های بدنه متصل می‌شوند، اتصال این فریم‌ها به بدنه کشتی به روش جوش کاری انجام می‌شود.

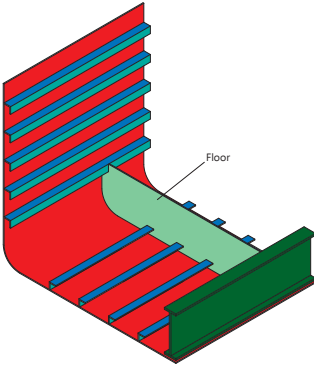
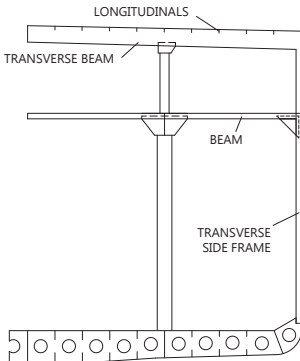
فریم‌های قوی (Web Frame): فریم‌های تخت و سنگینی هستند که در سیستم فریم‌های عرضی به کار نمی‌روند بلکه در محل‌های خاصی از کشتی، برای استحکام قسمت‌های مورد نیاز استفاده می‌شود. معمولاً در اتاق موتورخانه و در قسمت‌های دیواره انتهایی به فاصله هر چهار فریم، یکی از آنها روی طبقاتی غیر از فوقانی و تحتانی مورد استفاده قرار می‌گیرد.

فاصله بین فریم‌ها (Frame Spacing): اسکلت‌بندی کشتی توسط یک سری فریم و دیواره جدا کننده صورت می‌پذیرد. فریم‌بندی کشتی‌ها می‌تواند به صورت طولی، عرضی و یا ترکیبی صورت پذیرد. فاصله فریم‌ها در کشتی‌ها (Frame Spacing) متناسب با نوع کشتی، اندازه کشتی و نوع فریم‌بندی بر اساس محاسبات سازه‌ای استخراج می‌گردد. فاصله فریم‌ها در سینه، وسط و پاشنه کشتی معمولاً متفاوت می‌باشد.

شماره گذاری فریم‌ها: شماره گذاری فریم‌ها معمولاً از عمود پاشنه کشتی شروع می‌شود، لذا فریم شماره ۱ اولین فریم بعد از قائم پاشنه است.

در ساخت کشتی برای اسکلت‌بندی کشتی طرز قرارگیری فریم‌ها، مقاطع و اتصالات بسیار مهم است. چهار روش مختلف برای اسکلت‌بندی کشتی وجود دارد که در جدول زیر به آن می‌پردازیم:

روش‌های مختلف اسکلت‌بندی کشتی	
نام روش	شکل و توضیحات
اسکلت‌بندی با فریم‌های عرضی	
	<p>در این روش از فریم‌های عرضی با فواصل کم استفاده می‌شود. کاربرد بیشتر این روش در کشتی‌های چوبی و بادبانی است.</p> <p>در این سیستم استحکام طولی کشتی اهمیت کمتری دارد، چون از نظر اندازه طولی نسبتاً کوچک هستند و فشارهای تحجب (Hogging) و ثقلر (Sagging) کمتر روی آن اثر می‌گذارد.</p>

	<p>اسکلت بندی با فریم های طولی</p>
<p>با افزایش طول کشتی تأثیر Hogging و Sagging افزایش یافت و خیلی زود متوجه این نکته شدند که برای استحکام طولی بیشتر کشتی، به استفاده از فریم های طولی نیاز است به این شرط که تعداد مناسبی از فریم های عرضی نیز به کار گرفته شود. این روش اسکلت بندی دارای معایبی بود تا اینکه سیستم فریم بندی رضایت بخشی اختراع گردید. در این روش، از فریم های طولی در قسمت های مختلف از جمله، قسمت تحتانی، اطراف بدنه و طبقات و از فریم های عرضی نیز برای نگهداری فریم های طولی استفاده شد.</p>	
	<p>اسکلت بندی ترکیبی یا ادغامی</p>
<p>در این روش به علت اینکه استحکام طولی زیادی مورد نیاز بوده، در قسمت تحتانی کشتی و طبقات از فریم های طولی ولی در اطراف بدنه، از فریم های عرضی استفاده می شود. همچنین استفاده از آن برای حمایت و تقویت فریم های طولی مناسب است.</p>	

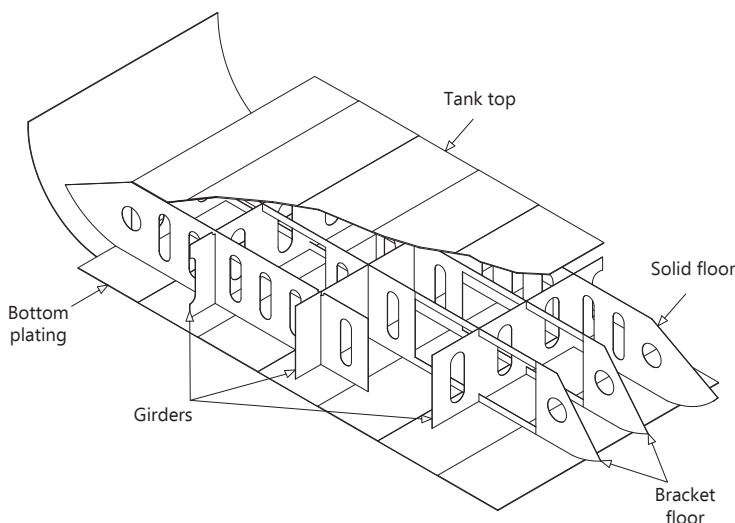
	<p>اسکلت بندی چارچوب حفاظ Cantilever Framing</p>
<p>این روش برای کشتی‌های مدرن پیشنهاد شده که دارای دریچه یا درهای بزرگ انبار با طول و عرض زیادی است که در این صورت، دارای عرشه و ستون‌های عرضی کمی است. در نتیجه برای حفظ مقاومت طولی و فشارهای عرضی دارای استحکام لازم نیست. بنابراین قدرت و استحکام اصلی کشتی، به صورت دیگری پیش بینی شده است. استحکام عرضی آن حتی الامکان با استفاده از فریم‌های سنگین‌تر تأمین می‌شود که آن را در طرف راست و چپ در انبار قرار می‌دهند. برای استحکام طولی آن از تیغه‌های مخصوصی و ورقه‌هایی به صورت طولی که در زیر طبقات قرار می‌گیرد استفاده می‌شود.</p>	

در ادامه ساختار سازه‌ای برخی از بخش‌های کشتی شامل عرشه، کف کشتی، کناره کشتی، بخش سازه سینه و بخش سازه پاشنه توضیح داده شده است.

کف دو جداره (Double Bottom):

به فضای ضد نفوذ آب که بین کف کشتی و کف انبارها قرار دارد کف دو جداره می‌گویند. کف دو جداره به وسیله صفحات عمودی به قسمت‌های مختلف تقسیم شده و مخازن را تشکیل می‌دهد. در این مخازن در صورت لزوم می‌توان آب تعادل، سوخت، آب خنک‌کننده و یا آب شیرین جای داد، تقسیم‌بندی کف دو جداره می‌تواند با تیغه‌های عرضی یا طولی انجام گیرد.

روی تیغه‌های حامل کناری و یا سایر قسمت‌های مورد لزوم سوراخ‌هایی ایجاد می‌کنند که تهویه مناسبی ایجاد شود. ساختمان کف دو جداره در شکل‌های صفحه بعد مشاهده می‌شود.



کف دو جداره یک کشتی در حال ساخت

سازه کناره کشتی:

ساختمان سازه کناری کشتی همان‌طور که در شکل صفحه بعد نمایش داده است از ورق‌های بدنه کشتی، فریم‌های عرضی و تقویتی‌های طولی تشکیل شده است. ورق‌های بدنه کشتی با توجه به ناحیه استفاده شده (سینه، پاشنه و میان کشتی) دارای ضخامت‌های متفاوتی می‌باشد. فریم‌های کار شده در عرض کشتی به ورق‌های بدنه کشتی جوش می‌شوند.

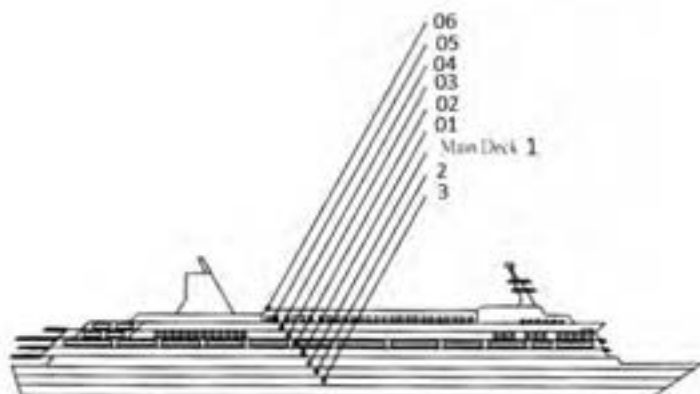
عرشه (Deck)

جداسازی هر طبقه از کشتی به‌طور افقی توسط عرشه صورت می‌گیرد. سطح عرشه به‌وسیله ورق‌های فلزی که روی تیرهای سقفی قرار گرفته و در انتها به دو لبه پوسته کشتی متصل می‌گردد پوشیده شده است.

ضخامت ورق عرشه و تیرهای تقویتی آن باید به گونه‌ای طراحی گردد که عرشه در مقابل نیروهای وارده استحکام کافی داشته باشد.

شماره‌گذاری عرشه‌ها: کشتی‌ها معمولاً دارای چندین عرشه می‌باشند. برای موقعیت‌یابی و آدرس‌دهی راحت‌تر بر روی کشتی عرشه‌ها را شماره‌گذاری می‌کنند. عرشه اصلی (Main Deck) به عنوان عرشه ۱ و عرشه‌های پایین‌تر به ترتیب ۲ و ۳ و...

شماره گذاری می شود. عرشه بالای سر مخازن به نام Tank Top شناخته می شود. عرشه روسازه با شماره ۰۱ و بالای آن ۰۲، ۰۳ و... شماره گذاری می شود.



روش شماره گذاری عرشه ها

تیرهای سقفی (Beams)

تیرهای سقفی عبارت اند از تیر فولادی عرضی یا طولی که، ورق عرشه، روی آن قرار می گیرد.

تیرهای عرضی دارای دو وظیفه عمده هستند:

۱ اتصال دو کناره بدنه به یکدیگر.

۲ حفاظت از عرشه ها در برابر فشار آب و فشار کالا.

تیرهای طولی نیز در استحکام طولی عرشه مورد استفاده قرار می گیرد. از انواع پروفیل های نبشی، حبابی و سپری به عنوان تیرهای طولی و عرضی استفاده می شود.

تیرهای طولی و عرضی به وسیله جوش به همدیگر متصل می شوند و در محل هایی که به دیوارهای عرضی می رسند، بریده شده و در آن قسمت، تیرها به وسیله لچکی به دیوارها متصل می شوند. معمولاً در اتاق موتورخانه و ژنراتور، از تیرهای قدرتمند به صورت طولی در زیر طبقات و یا زیر دریچه انبارها استفاده می شود.



تیرهای سقفی طولی یک کشتی در حال ساخت

ستون‌ها (Pillars) :

برای انتقال نیروهای عمودی از عرشه‌های فوقانی به عرشه‌های زیرین و کف کشتی نیاز به استفاده از یک سری ستون می‌باشد.

ستون معمولی: این ستون‌ها از پروفیل‌ها یا لوله‌های فلزی ساخته شده‌اند. هر کشتی معمولاً دارای یک ردیف پایه است که در امتداد خط سرتاسری کشتی کار گذاشته می‌شود. هرچه کشتی بزرگ‌تر ساخته می‌شود پایه‌ها نیز بزرگ‌تر و یا تعداد ردیف‌های آنها بیشتر می‌شود.

در بعضی از قسمت‌ها از دیواره‌های کشتی به جای ستون‌ها استفاده می‌شود، که این دیواره‌ها نیازی به غیر قابل نفوذ بودن در برابر آب ندارند.

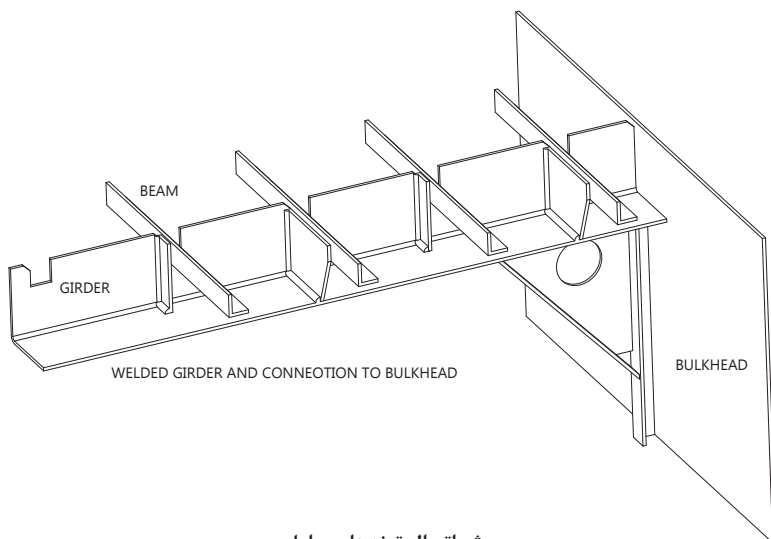
ستون‌های ترکیبی: این ستون‌ها عبارت‌اند از ورقه‌های فلزی که به صورت استوانه شکل داده شده‌اند، گاهی اوقات به صورت مکعب‌های توخالی و یا به صورت نبشی‌های کانالی مورد استفاده قرار می‌گیرند. تیغه‌های نگهدارنده معمولاً به صورت متقاطع به کار برده می‌شوند که با برگرداندن لبه‌های پایینی می‌توان به آن استحکام بیشتری داد.



این تیغه‌ها به وسیله نبشی‌های حالت‌دار به زیر طبقه موردنظر جوش داده می‌شوند. اندازه و قدرت پایه‌ها و صفحات نگهدارنده به موارد استفاده و محل آنها بستگی دارد.

ستون‌های طبقات میانی را در صورت امکان روی ستون‌های طبقات زیرین قرار می‌دهند تا تقریباً پایه واحدی را تشکیل دهند که از نظر استحکام، کارایی بیشتری را خواهند داشت.

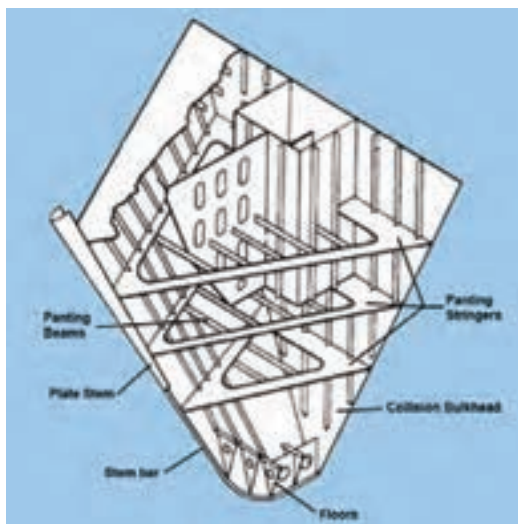
در صورتی که در ساختمان طبقات از تیرهای سقفی عرضی استفاده شده باشد، در محل اتصال نگهدارنده شکافی روی آنها ایجاد شده تا تیرهای سقفی درون آن شکاف قرار گرفته و سپس جوش داده می‌شوند اگر تیغه‌ها یا صفحات حامل یک لبه، یعنی به شکل L باشد به وسیله یک لچکی به دومین تیر متصل می‌شود و اگر تیغه‌های حامل، دو لبه یعنی به شکل T باشند، از هر دو طرف به وسیله لچکی و به چهارمین تیر سقفی متصل می‌شوند.



روش اتصال تیغه‌های حامل

سازه سینه کشتی (fore end structure)

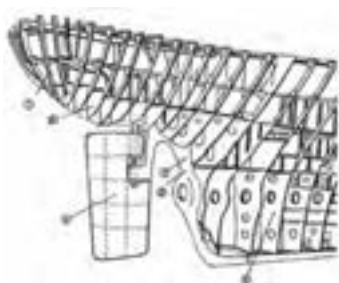
ساختمان سینه کشتی در برخورد با موج‌های بزرگ دچار تپش سینه می‌شود و نیاز به تقویت دارد. این قسمت شامل تیری محکم در جلوی کشتی می‌باشد که به صورت عمودی قرار گرفته است و یک سری تقویتی‌های عمودی و افقی (stringer) به آن متصل هستند.



ساختمان سازه‌ای سینه کشتی

سازه پاشنه کشتی (stern construction)

پاشنه کشتی به دلیل اینکه در معرض کوبش (slamming) می باشد نیاز به تقویت دارد. در این ناحیه ورق بدنه توسط یک سری فریم های خاص (cant frame) و عرشه این قسمت، توسط تیرهایی (cant beam) تقویت می شوند. همچنین تقویتی های افقی (stringer) از انتهای پاشنه تا اولین فریم عرضی امتداد دارند. بخش زیر آبی پاشنه توسط یک سری لچکی خاص (deep floor) به شاه تیر اصلی متصل هستند و برای تقویت آن قسمت استفاده می شوند.



سازه پاشنه کشتی

ارزشیابی شایستگی ساخت کشتی

<p>شرح کار:</p> <p>هدف از ساخت کشتی؛ انواع کاربری شناورها؛ بررسی بنادر و بازار منطقه‌ای؛ طراحی و آماده‌سازی ساخت کشتی و اصطلاحات موجود؛ اجزای تشکیل دهنده کشتی؛ تنش‌های موجود در کشتی؛ استاندارد و نظارت در ساخت کشتی.</p>			
<p>استاندارد عملکرد:</p> <p>بررسی و تشریح ساختار، اجزاء، اصطلاحات و استانداردهای بین‌المللی در ساخت کشتی.</p> <p>شاخص‌ها:</p> <p>- شناخت کامل از مؤلفه‌های اصلی در ساخت کشتی</p>			
<p>شرایط انجام کار، ابزار و تجهیزات:</p> <p>شرایط: کارگاه، به همراه بازدید دوره‌ای و مشخص از بنادر و کشتی‌های موجود در اسکله</p> <p>ابزار و تجهیزات: ماکت کشتی و سازه‌های دریایی</p>			
<p>معیار شایستگی:</p>			
ردیف	مرحله کار	حداقل نمره قبولی از ۳	نمره هنرجو
۱	بررسی هدف از ساخت کشتی	۲	
۲	طراحی و آماده‌سازی ساخت کشتی	۱	
۳	بررسی اجزای تشکیل دهنده کشتی	۱	
۴	بررسی استاندارد و نظارت در ساخت کشتی	۱	
	<p>شایستگی‌های غیرفنی، ایمنی، بهداشتی، توجهات زیست محیطی:</p> <p>۱ رعایت نکات ایمنی دستگاه‌ها،</p> <p>۲ دقت و تمرکز در اجرای کار،</p> <p>۳ شایستگی تفکر و یادگیری مادام‌العمر،</p> <p>۴ اخلاق حرفه‌ای.</p>	۲	
میانگین نمرات			*
* حداقل میانگین نمرات هنرجو برای قبولی و کسب شایستگی ۲ می‌باشد.			